

**Comité directeur pour la gestion de la phase
post-accidentelle d'un accident nucléaire**

**Orientations de la stratégie de
réduction de la contamination
et de gestion des déchets après
un accident nucléaire :
Recommandations du CODIRPA**

Sommaire

Table des matières

1. Introduction	3
2. Présentation des travaux du CODIRPA	3
2.1. L'historique	3
2.2. Le nouveau mandat du groupe de travail	4
2.3. Le scénario	5
2.4. Le panel citoyen	5
3. La stratégie de réduction de la contamination	6
3.1. La stratégie globale	6
3.1.1. Les lieux de vie et les zones d'habitation	6
3.1.2. Les zones agricoles	7
3.1.3. Les zones forestières	8
3.1.4. Les zones aquatiques continentales	8
3.2. La stratégie locale de réduction de la contamination	8
3.2.1. Les critères d'appréciation	8
3.2.2. La concertation	11
3.2.3. La conservation de la mémoire	12
4. La gestion des déchets radioactifs	12
4.1. L'impact de la stratégie de réduction de la contamination	12
4.2. La gestion de l'eau de traitement contaminée	14
4.3. La réduction des volumes de déchets radioactifs	14
4.4. L'approche séquencée	16
5. L'analyse coût - bénéfice	17
Les recommandations du GT	19
Sigles, abréviations et dénominations	21
Annexes	22
Annexe 1 - Critères spécifiques aux zones	22
Annexe 2 - Analyse multicritères	24
Annexe 3 - Synthèse du panel citoyen de Golfech	27

1. Introduction

Depuis la parution des éléments de doctrine pour la gestion post-accidentelle d'un accident nucléaire en 2012 et du plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur (PNRANRM) en 2014, les enseignements tirés de l'accident de Fukushima et le retour d'expérience des exercices de crise ont conduit à faire évoluer la doctrine nationale de gestion post-accidentelle d'un accident nucléaire.

Le 18 juin 2020, le Premier ministre a émis un nouveau mandat pour le CODIRPA pour la période 2020-2024. Ce nouveau mandat prévoit que le CODIRPA précise la stratégie mise en œuvre pour réduire la contamination radioactive environnementale, en tenant compte des multiples facteurs associés à celle-ci, tels que son coût financier, le gain des actions de décontamination en termes de réduction de l'exposition des populations aux rayonnements ionisants, le volume de déchets générés et leurs modalités de traitement, mais également l'impact dosimétrique pour les personnes chargées de les réaliser.

2. Présentation des travaux du CODIRPA

2.1. L'historique

Afin de faire progresser la doctrine CODIRPA en termes de réduction de la contamination et de gestion des déchets radioactifs, un groupe de travail dédié (groupe de travail « stratégie de réduction de la contamination et gestion des déchets », a été créé en 2015, en lien avec le GT PNGMDR. Ses travaux se sont articulés autour de :

- l'analyse critique du retour d'expérience de Fukushima et notamment des pratiques mises en œuvre sur le terrain ;
- la comparaison du retour d'expérience de Fukushima avec la doctrine actuelle du CODIRPA telle que formulée dans le rapport du 21 novembre 2012 ;
- le cas échéant, des propositions d'évolution de cette doctrine.

Les scénarios de rejets étudiés par ce GT étaient les suivants :

- un scénario de rupture de tubes de générateur de vapeur ;
- un scénario de fusion du cœur maîtrisée en cuve ;
- un scénario de rejet de plutonium ;
- un scénario d'accident grave avec rejet de longue durée.

Les trois premiers scénarios traitent de rejets de courte durée, entraînant des conséquences de moyenne ampleur alors que le scénario d'accident grave prend en compte un rejet de longue durée pour lequel les conséquences sur les territoires impactés sont importantes. Il s'agit d'un scénario peu probable.

Les réflexions à propos de la préparation à la gestion d'une situation post-accidentelle ont été poursuivies, en particulier pour préciser certaines dispositions opérationnelles qui permettraient d'atteindre les objectifs définis par le CODIRPA. Dans ce cadre, l'IRSN a étudié¹, à la demande de l'ASN, le retour d'expérience de l'accident de Fukushima pour ce qui concerne la gestion des déchets en phase post-accidentelle en tenant

¹ Rapport IRSN PSE-SANTE/SESUC/201 8-001 01 « CODIRPA 2 – GT DECHETS - CONTRIBUTION DE L'IRSN »

compte de la doctrine définie par le CODIRPA. L'analyse a confirmé, dans une large mesure, la pertinence des grands principes de cette doctrine. Cependant, la nécessité d'approfondir certains éléments concernant la gestion post-accidentelle des déchets a été soulignée, notamment afin d'en renforcer le caractère opérationnel.

2.2. Le nouveau mandat du groupe de travail

Le 18 juin 2020, le premier ministre a émis un nouveau mandat pour le CODIRPA pour la période 2020-2024. Ce nouveau mandat prévoit que le CODIRPA recommande une stratégie de réduction de la contamination radioactive environnementale, en tenant compte des multiples facteurs associés à celle-ci. Cette mission a été confiée au présent GT.

Les objectifs fixés par ce mandat sont les suivants :

- définir des typologies de zones contaminées en fonction de leur nature et/ou de leurs usages (forêt, zone humide, zone habitée à faible ou forte densité, zone agricole, zone d'activités...) qui pourraient faire l'objet de mesures différenciées,
- proposer pour chacune de ces zones des critères d'appréciation permettant de définir les modalités d'intervention à engager,
- proposer pour chacune de ces zones les différentes techniques de réduction de la contamination à envisager avec leurs avantages et inconvénients,
- proposer plusieurs filières de gestion adaptées aux différentes typologies de déchets et à leur volume, en cohérence avec les orientations du plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR). La libération inconditionnelle ne fait pas partie des options susceptibles d'être étudiées dans le cadre de cet exercice,
- proposer une approche séquencée dans le temps de la gestion de la décontamination et des déchets,
- engager une analyse coût / bénéfices des scénarios envisageables pour réduire la contamination environnementale, en tenant compte des travaux menés dans le cadre de la 5^{ème} édition du PNGMDR. Une liste des critères permettant une comparaison des différentes options sera définie, et elle devra inclure en particulier :
 - o le gain apporté par les actions de décontamination relatif à la réduction de l'exposition des populations aux rayonnements ionisants,
 - o l'impact dosimétrique pour les personnes chargées de réaliser les opérations de décontamination et de gestion des déchets,
 - o le volume de déchets générés et leurs modalités de gestion,
 - o le coût financier.

A des fins de simplification, et pour simuler la mise en œuvre des actions de réduction de la contamination, le GT a décidé de baser ses travaux sur un scénario d'accident avec un rejet de type Fukushima. Ce scénario a été choisi pour son caractère dimensionnant permettant de déstabiliser les filières traditionnelles de gestion des déchets et ne se base pas sur les scénarios d'accident définis dans le cadre des études de sûreté des installations françaises, ni sur les 4 scénarios de rejets décrits dans le paragraphe 2.1.

L'IRSN a été saisi pour étudier le retour d'expérience des stratégies de réduction de la contamination et de gestion des déchets mises en œuvre suite aux accidents nucléaires de Fukushima et de Tchernobyl, et sur cette base, simuler des stratégies qui pourraient être mises en œuvre en France pour un scénario d'accident de ce type.

2.3. Le scénario

Le scénario retenu par le GT correspond à un rejet de longue durée sans scénario d'accident prédéfini mais contaminant durablement le territoire. La durée de rejet considérée est de 3 jours, avec un spectre de radionucléides rejetés principalement de césiums, gaz rares, strontium et tellures. Les modélisations faites par l'IRSN prennent en compte des conditions météorologiques réelles observées en avril 2020. Les niveaux d'activités rejetées sont du même ordre de grandeur que les niveaux d'activités rejetées pendant l'accident de Fukushima, niveaux d'activité reconstruits à partir d'observations sur le territoire japonais.

Ce scénario conduit à une contamination durable et étendue de l'environnement.

Selon les calculs de l'IRSN², avec les conditions météorologiques retenues, la zone présentant une dose totale (hors ingestion de denrées contaminées) supérieure à 1 mSv/an s'étend jusqu'à 180 km. Cette zone comprend 457 km² de zones d'habitation, 1 851 km² de forêt et 5 029 km² de territoire agricole (cf. figure1).

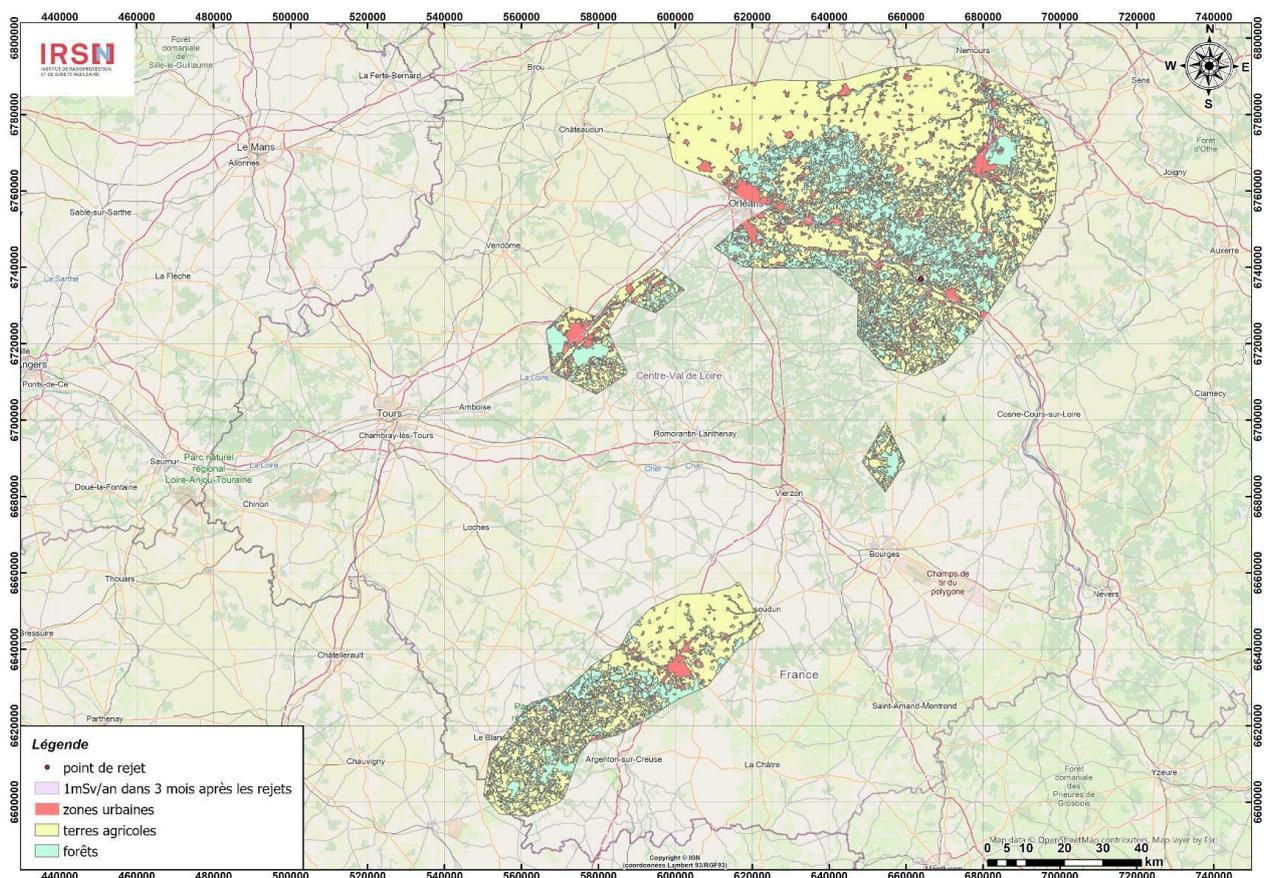


Figure 1 – Modélisation de l'impact sur la population

2.4. Le panel citoyen

Pour proposer des recommandations cohérentes avec les attentes et les enjeux des riverains des installations nucléaires, le CODIRPA a choisi depuis 2020 de soumettre les propositions issues de ses groupes de travail à des panels de citoyens, riverains des installations nucléaires. Ces panels citoyens sont organisés avec les commissions locales d'information (CLI) concernées.

² Rapport IRSN n°2022-00622 « CODIRPA 3 – GT STRATEGIE DE REDUCTION DE LA CONTAMINATION ET DE GESTION DES DECHETS - CONTRIBUTION DE L'IRSN », disponible sur le site internet de l'IRSN.

Dans le cadre de ce GT, un panel citoyen a été organisé en collaboration étroite avec l'ANCCLI et la CLI de Golfech le 22 mai 2024. Ce panel a réuni 16 participants habitant quasiment uniquement dans le périmètre des 15 km autour de la centrale nucléaire de Golfech.

La collaboration avec la CLI a été essentielle pour la réussite de ce panel. Elle a permis avant tout d'inviter un panel de citoyens non spécialistes des questions nucléaires et le plus représentatif possible du territoire.

La synthèse de ce panel, validée par l'ensemble des participants, est en annexe 3 de ce rapport et a été présentée au GT par deux porte-paroles appartenant à la CLI de Golfech.

Les recommandations du GT « déchets » intègrent les recommandations du panel citoyen.

3. La stratégie de réduction de la contamination

Après un accident nucléaire ayant entraîné un dépôt de radionucléides dans l'environnement, il est nécessaire de mettre en place une stratégie de réduction de la contamination ou de l'exposition radiologique sur l'ensemble du territoire touché, ainsi qu'une stratégie de gestion des déchets produits par l'accident et induits par les techniques de réduction de la contamination mises en œuvre. Ces stratégies de réduction de la contamination ou de l'exposition post-accidentelle et de gestion des déchets sont intimement liées et définies à deux niveaux :

- **Une stratégie globale**, pour laquelle le CODIRPA propose ici des orientations en se basant sur le retour d'expérience (notamment celui de l'accident de Fukushima) et les travaux menés au sein du GT.
- **Une stratégie locale**, pour laquelle le CODIRPA recommande ici les critères d'appréciation par zone et des logigrammes permettant une définition précise des actions à engager dès la sortie de la phase d'urgence de l'accident (phase débutant à l'approche de la fin des rejets).

3.1. La stratégie globale

Le GT recommande une stratégie à organiser par zone, en fonction d'un objectif de réduction de la contamination et de l'exposition radiologique.

Le groupe de travail recommande de structurer la mise en œuvre des actions de réduction de la contamination ou de l'exposition radiologique selon quatre zones macroscopiques (les zones agricoles, les lieux de vie ou zones d'habitation, les forêts, les zones aquatiques continentales) notamment afin de raisonner en termes de fonctions à restaurer (alimentation, éducation, loisirs, activités économiques, etc.).

A grande échelle, les actions décrites dans les paragraphes 3.1.1 à 3.1.4 sont recommandées. A une échelle plus fine, la décontamination ou la réduction de l'exposition radiologique se fera au cas par cas, en fonction des usages ultérieurs envisagés et en accompagnant la population.

3.1.1. Les lieux de vie et les zones d'habitation

Suivant les recommandations du panel citoyen, les lieux de vie et les zones d'habitation sont prioritaires pour la réduction de la contamination. On entend par lieux de vie et zone d'habitation, les lieux où la population réside la plupart du temps, que ce soit une zone urbaine ou un lieu-dit.

Le GT a identifié les actions de réduction de la contamination ou de l'exposition suivantes :

- **un lavage des routes, des murs et des vitres avec récupération des eaux de lavage,**
- **un broissage des toits et un retrait de tous les déchets de gouttières,**
- **un décapage des terres des espaces verts et un élagage des arbres,**
- **un recouvrement (dépôt d'une couverture ou couche de protection) des espaces verts.**

Pour les espaces verts, un recouvrement peut permettre de diminuer la dose sans générer de déchets, mais cela impliquera l'absence de maîtrise des sources de contamination secondaires (persistance et migration des polluants dans les sols). Sur le bâti, un lavage à haute pression sera à favoriser sauf cas particulier de décontamination impossible qui nécessiterait des techniques spécifiques, voire un remplacement des toits.

La situation particulière des zones industrielles et des zones commerciales sera étudiée dans la suite des travaux du CODIRPA.

Le GT recommande également une information et un accompagnement sur le long terme de la population afin d'éviter le risque que cette dernière décontamine elle-même son habitation sans consignes de radioprotection. Cette information de la population sera complétée par des mesures d'hygiène domestique afin d'éviter la recontamination des lieux de vie.

3.1.2. Les zones agricoles

Le GT a identifié les actions de réduction de la contamination ou de l'exposition radiologique suivantes :

- **un lavage des voiries enrobées si une récupération de l'eau est possible,**
- **un retrait des premiers centimètres de terre pour les espaces verts privés (potagers...),**
- **un labour profond ou un retrait des terres contaminées pour les terres agricoles, notamment selon la surface des parcelles concernées et le scénario privilégié de réutilisation des terres.**

Le choix du traitement des terres agricoles sera largement prépondérant en termes de quantité de déchets produits. En effet, si un retrait des premiers centimètres privilégie la réduction de la contamination, cette action va générer une quantité très importante de déchets pour lesquels il conviendra de trouver de nouveaux lieux d'entreposage et de stockage (cf. 4). En revanche, un labour profond limite la quantité de déchets et participe à réduire la dose ambiante, dans le cas d'un rejet de produits de fission, sans toutefois éliminer la contamination présente dans l'environnement. Ce choix de traitement nécessitera de garder la mémoire de la contamination présente sur le long terme (cf. 3.2.3.).

Le GT recommande que le retrait des premiers centimètres de terre soit priorisé aux zones les plus contaminées. Le changement d'usage des parcelles agricoles contaminées, associé à la gestion de la mémoire sur le long terme, peut aussi être envisagé.

Le GT recommande aux décideurs d'évaluer avec rigueur la quantité de déchets contaminés générés par les différentes stratégies de réduction de la contamination et l'acceptation sur un territoire de la mise en place d'entreposages et de stockages de déchets radioactifs avant de les mettre en œuvre.

Il convient de noter que de nouveaux projets, actuellement à l'étude, pourront participer au choix de la technique de réduction de la contamination. Ainsi le projet DEMETERRES Mousse (cf. 4.3) pourrait permettre à terme de réduire le volume de terres contaminées tout en maintenant les qualités nutritionnelles de la terre.

Cela permettrait de favoriser le retrait des premiers centimètres de terre sur une plus grande surface et de remettre en place la terre qui aura été décontaminée permettant de limiter le volume de déchets radioactifs.

3.1.3. Les zones forestières

Le GT a identifié les actions de réduction de la contamination ou de l'exposition radiologique suivantes :

- un retrait des arbres et des premiers centimètres de terre aux alentours des forêts,
- une interdiction d'accès aux zones forestières, associée à la surveillance et l'entretien de la forêt.

Le GT recommande de ne pas procéder au retrait des éléments contaminés du sous-bois, qui serait très peu efficace et susceptible d'endommager le milieu. La réduction de la contamination des zones forestières a donc été jugée non prioritaire par le GT. Toutefois, il convient de prévoir la surveillance de la contamination, la gestion du risque d'intrusion et l'entretien de la zone forestière contaminée afin d'éviter tout déplacement de la contamination, par exemple lors d'incendies.

Les options de réhabilitation sont limitées, dans les milieux forestiers, aux zones proches des lieux de vie et aux espaces forestiers exploités.

Le GT se questionne sur la gestion possible des gibiers et animaux sauvages qui pourraient se déplacer sur une grande distance et seraient difficiles à surveiller.

3.1.4. Les zones aquatiques continentales

Les zones aquatiques continentales correspondent aux eaux vives et stagnantes, aériennes et souterraines. Cela exclut les milieux marins qui sont traités dans le GT ad'hoc.

Le GT a identifié l'action de réduction de la contamination suivante :

Le retrait des sédiments pour les zones aquatiques continentales stagnantes à enjeux sociétal (bases de loisirs, bassins d'agrément, etc.) ou économiques (darses des ports, pisciculture, etc.) tout en tenant compte des enjeux environnementaux (zone protégée par exemple).

Pour les eaux vives et souterraines, aucune technique de décontamination ne semble aujourd'hui applicable à grande échelle.

3.2. La stratégie locale de réduction de la contamination

3.2.1. Les critères d'appréciation

Le GT a défini des critères spécifiques à prendre en compte dans le processus décisionnel pour chacune des zones géographiques, qui pourraient impliquer des modalités d'intervention différenciées en situation post-accidentelle, et a listé les enjeux spécifiques à prendre en considération pour chaque zone.

La liste des critères d'appréciation n'est pas exhaustive.

Pour l'ensemble des zones, les critères de décision suivants ont été évoqués :

- l'objectif final visé (reconquête du territoire ou non),
- la disponibilité des technologies de réduction de la contamination et leur rapidité de mise en œuvre,

- la connaissance des radioéléments, du biotope et de l'influence du temps sur la pollution (migration dans les nappes, bioaccumulation),
- l'état de la zone, notamment en cas d'agression externe (séisme par exemple),
- les risques associés à l'atteinte aux besoins vitaux de la population, notamment le risque de contamination des ressources en eau potable,
- la densité de population,
- la possibilité d'associer la population aux choix, puis aux diagnostics et aux mesures post actions de décontamination,
- la possibilité et l'acceptabilité de la mise en place d'entrepôts et de stockages de déchets radioactifs.

Puis des critères d'appréciation spécifiques ont été identifiés pour chaque zone et sont détaillés en annexe 1. Une matrice de critères par zone est disponible ci-dessous :

- Tableau 1 - Zones aquatiques continentales (eaux vives ou stagnantes de surface et eaux souterraines)

CRITERES DE DECISION ZONES AQUATIQUES CONTINENTALES	Pas de décontamination, surveillance uniquement	Traitement des sédiments des zones stagnantes à enjeux sociétal ou économiques
Objectif visé	Pas de réutilisation des ressources	Réutilisation des ressources
Disponibilité des technologies et rapidité de mise en œuvre	Sans objet	Rapide, disponible mais répétitif Moyens « classiques » de nettoyage + protection des intervenants
Etat de la zone	Si agression externe importante	Si pas ou peu d'agression externe
Risques associés	Contamination de la chaîne alimentaire et selon configuration des captages, contamination de l'eau potable	
Densité de population concernée	Faible densité de population	Forte densité de population (impact sociétal / économique)
Concertation sur le choix, le diagnostic et les mesures post-décontamination	Mise en place d'un programme de surveillance radiologique de l'environnement et mise à disposition des résultats	Moyens de contrôle de la contamination résiduelle après décontamination et mise à disposition des résultats
Volume de déchets générés	Pas de déchets	Volume de déchets contaminés très important
Ressource en eau potable ou d'irrigation	Trouver de nouvelles ressources	Ressource à surveiller
Critères économiques (pisciculture, gravières, labels de baignade...)	Changement d'usage	Surveillance à mettre en place Perte de confiance et d'image
Transport sur milieu aquatique	Surveillance à mettre en place Perte de confiance et d'image	Surveillance à mettre en place Perte de confiance et d'image

Tableau 2 - Zones agricoles

CRITERES DE DECISION ZONES AGRICOLES	Pas de décontamination, surveillance uniquement	Lavage des voiries enrobées	Retrait des premiers centimètres de terre pour les espaces verts privés	Labour profond ou retrait des terres contaminées
Objectif visé	Pas de reconquête du territoire	Diminuer l'exposition radiologique de la population	Diminuer l'exposition radiologique de la population	Diminuer l'exposition radiologique de la population
Disponibilité des technologies et rapidité de mise en œuvre	Sans objet	Rapide et disponible Moyens « classiques » de nettoyage + protection des intervenants	Long et disponible Moyens « classiques » de nettoyage + protection des intervenants	Long et disponible Moyens « classiques » de labour + protection des intervenants
Etat de la zone	Si agression externe importante	Si pas ou peu d'agression externe	Si pas ou peu d'agression externe	Si pas ou peu d'agression externe
Risques associés	Contamination de la chaîne alimentaire et selon configuration des captages, contamination de l'eau potable	Selon configuration des captages, contamination de l'eau potable si pas de récupération des eaux de lavage	Pas ou peu de contamination de l'eau potable	Selon configuration des captages, contamination de l'eau potable
Densité de population concernée	Faible densité de population	Forte densité de population	Forte densité de population	Forte densité de population
Concertation sur le choix, le diagnostic et les mesures post-décontamination	Mise en place d'un programme de surveillance radiologique de l'environnement et mise à disposition des résultats	Moyens de contrôle de la contamination résiduelle après décontamination et mise à disposition des résultats	Moyens de contrôle de la contamination résiduelle après décontamination et mise à disposition des résultats	Mise en place d'un programme de surveillance radiologique de l'environnement et mise à disposition des résultats
Critères environnementaux * (rapidité de migration des radionucléides) * Voir schéma « zone agricole » en annexe 2	Important notamment si présence d'aquifères en sous sol et selon typologie de culture	Variable selon les radionucléides et les typologies de culture / sol	Variable selon les radionucléides et les typologies de culture / sol	Variable selon les radionucléides et les typologies de culture / sol
Critères économiques (dépendance à l'agriculture, labels...)	Changement d'usage	Sans objet	Sans objet	Surveillance à mettre en place Perte de confiance et d'image
Critères techniques en vue d'une reconquête (surface à décontaminer, accessibilité des terres)	Sans objet	Difficile selon la surface de lavage	Difficile selon la surface et le relief	Difficile selon la surface
Critères sociologiques (acceptabilité, confiance dans les mesures de décontamination...)	Nécessité d'expliquer pourquoi cette solution a été retenue (faisabilité non acquise, priorité sur d'autres lieux etc...)	Moyennement acceptable et confiance limitée	Acceptable et confiance plus élevée	Acceptable et confiance plus élevée
Volume de déchets générés	Peu ou pas de déchets	Volume important d'eau de lavage contaminée	Volume de terres contaminées très important	Volume important en cas de retrait des terres contaminées

• Tableau 3 - Zones forestières

CRITERES D'APPRECIATION ZONES FORESTIERES	Pas de décontamination, surveillance uniquement	Retrait des éléments contaminés susceptibles d'endommager le milieu
Objectif visé	Pas de reconquête du territoire	Diminuer l'exposition radiologique de la population mais manque d'attrait pour le lieu
Disponibilité des technologies et rapidité de mise en œuvre	Sans objet	Peu disponible et peu rapide
Etat de la zone	Si agression externe importante	Si pas ou peu d'agression externe
Risques associés	Propagation de la contamination via la cueillette, la chasse et selon configuration des captages, contamination de l'eau potable	Pas de contamination de l'eau potable et du gibier
Densité de population concernée	Faible densité de population	Faible densité de population
Concertation sur le choix, le diagnostic et les mesures post- décontamination	Mise en place d'un programme de surveillance radiologique de l'environnement et mise à disposition des résultats	Moyens de contrôle de la contamination résiduelle après décontamination et mise à disposition des résultats
Cloisonnement de la zone	Risque de propagation de la contamination si zone non cloisonnée	Limitation de la propagation de la contamination si zone non cloisonnée
Volume de déchets générés	Pas de déchets	Volume de déchets contaminés très important

• Tableau 4 – Lieux de vie et zones d’habitation

CRITERES D'APPRECIATION LIEUX DE VIE – ZONES URBAINES	Pas de décontamination, surveillance uniquement	Lavage des routes, des murs et des vitres	Brossage des toits et retrait des déchets de gouttières	Décapage des terres des espaces verts et élagage des arbres
Objectif visé	Pas de reconquête du territoire	Diminuer l'exposition radiologique de la population dans les lieux de vie	Diminuer l'exposition radiologique de la population dans les lieux de vie	Diminuer l'exposition radiologique de la population dans les lieux de vie
Disponibilité des technologies et rapidité de mise en œuvre	Sans objet	Rapide et disponible Moyens « classiques » de nettoyage + protection des intervenants	Rapide et disponible Moyens « classiques » de nettoyage + protection des intervenants	Rapide et disponible Moyens « classiques » de nettoyage + protection des intervenants
Etat de la zone	Si agression externe importante	Si pas ou peu d'agression externe	Si pas ou peu d'agression externe	Si pas ou peu d'agression externe
Risques associés	Selon configuration des captages, contamination de l'eau potable	Selon configuration des captages, contamination de l'eau potable si pas de récupération des eaux des lavage	Selon configuration des captages, contamination de l'eau potable si pas de récupération des eaux des lavage	Pas de contamination de l'eau potable
Densité de population concernée	Faible densité de population	Forte densité de population	Forte densité de population	Forte densité de population
Concertation sur le choix, le diagnostic et les mesures post-décontamination	Mise en place d'un programme de surveillance radiologique de l'environnement et mise à disposition des résultats	Moyens de contrôle de la contamination résiduelle après décontamination et mise à disposition des résultats	Moyens de contrôle de la contamination résiduelle après décontamination et mise à disposition des résultats	Moyens de contrôle de la contamination résiduelle après décontamination et mise à disposition des résultats
Acceptabilité par les habitants et leur entourage	Nécessité d'expliquer pourquoi cette solution a été retenue (faisabilité non acquise, priorité sur d'autres lieux etc...)	Demande forte de la population de privilégier les lieux de vie	Demande forte de la population de privilégier les lieux de vie	Demande forte de la population de privilégier les lieux de vie
Gestion de potagers, vergers ou puits	Changement d'usage	Sans objet	Sans objet	Maintien de l'activité
Proximité avec un bois ou une forêt	Surveillance à mettre en place	Eviter la recontamination si en contre-bas	Nettoyage régulier si proximité immédiate	Sans objet
Volume de déchets générés	Pas de déchets	Volume important d'eau de lavage contaminée	Volume important d'eau de lavage contaminée + déchets solides	Volume de terres contaminées très important

Le GT propose l'utilisation de logigrammes prenant en compte les différents usages par zone géographique. Selon les usages, les possibilités d'interventions sont explicitées, avec les solutions envisageables et les risques associés. Sans être exhaustif, ils proposent une démarche de réflexion qui pourrait être appliquée lors de la définition d'une stratégie de réduction de la contamination dans les différentes zones. Ces logigrammes sont présentés en annexe 2 de ce document.

3.2.2. La concertation

Une concertation préalable du public est nécessaire à la définition collective des objectifs et moyens à mettre en œuvre, et à leur acceptabilité. Elle doit s'appuyer sur le développement d'une formation à la radioprotection au sein de la population et sur une communication régulière et transparente autour des travaux menés pour une anticipation partagée d'une situation post-accidentelle. Dans le cadre de la gestion post-accidentelle, l'importance de mettre en place une gouvernance dédiée pluraliste est à souligner, celle-ci étant construite avec l'objectif de gérer les conflits d'enjeux qui peuvent apparaître lors des choix de stratégies de décontamination et de gestion des déchets.

Le GT recommande :

- d'impliquer la population dans la démarche de décontamination et dans la participation au processus décisionnel du choix de la stratégie de réduction de la contamination,
- d'informer et d'associer la population sur la mesure de la contamination ou de l'exposition de son environnement,

- de fournir à la population des grilles de décision mettant en parallèle les niveaux de contamination du sol et la possibilité de le cultiver sans avoir besoin de mesurer les niveaux de contamination et sans risque pour la santé.

3.2.3. La conservation de la mémoire

Un thème important pour le panel citoyen a été la conservation de la mémoire sur les parcelles n'ayant pas ou partiellement fait l'objet d'une décontamination.

Le GT recommande de mettre en place un système pour garder la mémoire à long terme en cas de décontamination partielle ou de non décontamination, de façon à ce que les générations futures soient informées si elles souhaitent un changement d'usage.

4. La gestion des déchets radioactifs

4.1. L'impact de la stratégie de réduction de la contamination

Afin d'évaluer les impacts d'une stratégie de décontamination, l'IRSN a développé l'outil DewaX qui permet d'estimer les quantités de déchets générés par la mise en œuvre de différentes stratégies de réduction de la contamination (terres, déchets agricoles, mais également quantité d'eau contaminée engendrée par les techniques de décontamination, etc.) et l'efficacité radiologique de ces stratégies en vue de les comparer après un accident nucléaire. Cet outil permet également, en se basant sur les retours d'expérience et notamment celui de l'accident nucléaire de Fukushima, de donner des ordres de grandeurs des ressources (humaines et financières) qui pourraient être à mobiliser selon les différentes stratégies de réduction de la contamination envisagées.

Trois stratégies de réductions de la contamination ont été étudiées par l'IRSN en appui aux travaux du GT :

- **Stratégie 1** : Cette stratégie utilise des données issues du retour d'expérience de Tchernobyl et consiste principalement à laver les surfaces dures (routes, toits, murs et vitres extérieurs), à retirer la végétation dans les espaces verts et à labourer les terres agricoles. Il s'agit d'une stratégie que l'on peut qualifier de pragmatique, qui produit le moins de déchets mais au prix d'une reconquête partielle des territoires.
- **Stratégie 2** : Cette stratégie utilise des données issues du retour d'expérience de Fukushima et consiste principalement à laver les surfaces dures (routes, toits, murs et vitres extérieurs), à retirer la végétation et de la terre dans les espaces verts et à décaper les terres agricoles. Il s'agit d'une stratégie qui produit une grande quantité de déchets.
- **Stratégie 3** : Une stratégie de réduction prioritaire de la dose ambiante reçue par la population au détriment d'autres facteurs (environnement...). Cette stratégie consiste notamment à retirer certaines surfaces dures (toits, routes), à recouvrir les surfaces en herbe par des pavés ou de l'asphalte et à labourer les terres agricoles. Cette stratégie a pour objectif principal de permettre un retour rapide des populations même si elle ne solutionne pas la question des risques à plus long terme induits par la présence de radioéléments.

Le choix entre l'une ou l'autre de ces stratégies (ou une variante/combinaison de ces dernières) va dépendre de plusieurs critères qui seront à prendre en compte par le décideur (cf. 3.2).

Les résultats de l'étude de l'IRSN pour le scénario présenté en section 2.3, synthétisés ci-dessous, illustrent la variabilité du volume et du type de déchets à gérer selon la stratégie de réduction de la contamination et le type de milieu à traiter.

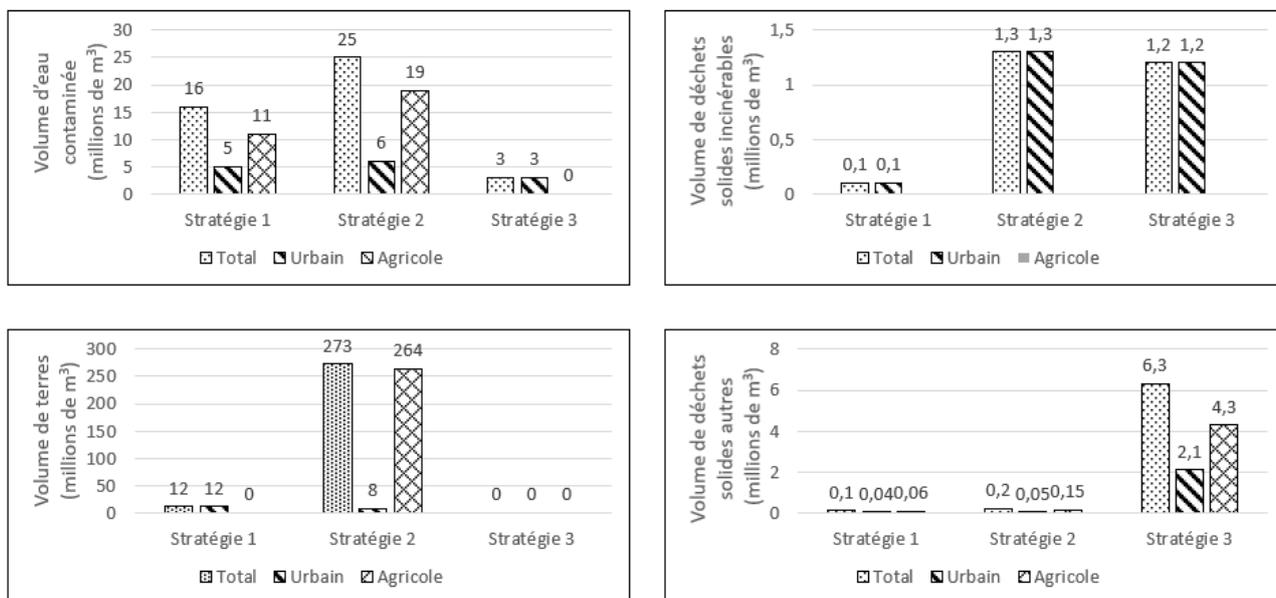


Figure 2 – Résultats de l'étude IRSN

Le tableau 5 ci-dessous présente les volumes de déchets solides et d'eau contaminée, la main d'œuvre associée et le coût pour les 3 stratégies étudiées :

	Stratégie 1	Stratégie 2	Stratégie 3
Volume d'eau contaminée (millions de m ³)	16	25	3
Volume de déchets solides (millions de m ³)	12	274	8
Main d'œuvre (millions h.i)	9	63	25
Coût (€/m ²)	Non documenté	74	26

Tableau 5 – Estimations des volumes d'eau contaminée, des déchets solides, de la main d'œuvre associée et du coût selon les 3 stratégies étudiées.

Les stratégies 1, 2 et 3 sont appliquées sur le même territoire. Le gain en dose des stratégies 1 et 2 sont comparable et assez faible (on passe sous 1mSv/an seulement sur une petite partie de la zone sur laquelle des actions ont été appliquées), le gain pour la stratégie 3 est plus important (mais ne permet pas d'atteindre moins de 1 mSv/an sur toute la zone).

La stratégie n°1 limite les volumes de déchets et la main d'œuvre. Par contre, elle maintient la contamination sur une large partie du territoire (par exemple, terres agricoles labourées).

La stratégie n°2 génère beaucoup plus de déchets, nécessite plus de main d'œuvre et son coût est supérieur aux autres stratégies, principalement en lien avec le décapage des terres agricoles. Par ailleurs, le volume de déchets générés (largement issus du retrait des couches superficielles des terres agricoles) est très largement supérieur aux deux autres stratégies (de l'ordre de 270 millions de m³ de terres, principalement TFA). La mise en œuvre de cette stratégie ne peut donc pas être envisagée indépendamment de la stratégie de gestion des déchets, au risque de générer des volumes conséquents de déchets sans exutoire.

La stratégie n°3, basée sur la réduction du débit de dose ambiant dans les zones habitées, génère peu de déchets et limite la main d'œuvre et les coûts financiers. Par contre, elle maintient la contamination sur certaines parties du territoire, ce qui peut nécessiter une surveillance importante, voire une reprise d'actions de réduction de la contamination sur le long terme.

4.2. La gestion de l'eau de traitement contaminée

Pour le scénario de rejet considéré par l'IRSN (cf. 2.3), les stratégies de réduction de la contamination étudiées par le CODIRPA conduisent à générer entre 3 et 25 millions de mètres cubes d'eau contaminée selon la stratégie considérée.

L'eau contaminée, provenant du nettoyage ou du ruissellement dans les zones agricoles ou les lieux de vie, qui peut être récupérée en amont du réseau d'égout, est traitée par « nucléarisation » des stations d'épuration existantes ou par de nouvelles infrastructures dédiées à créer.

Dans les zones où il est difficile de collecter l'eau de nettoyage ou les eaux de ruissellement, des techniques de décontamination des terres en limitant au maximum l'utilisation d'eau (cf. projet DEMETERRES Mousse³) pourraient être prioritairement mises en œuvre afin de limiter le transfert de contamination aux sols et aux nappes, mais nécessiteraient une gestion des déchets induits.

De façon générale, il est conseillé de limiter au maximum l'utilisation d'eau.

Concernant la gestion des eaux de lavage, le GT recommande :

- **d'affiner la stratégie de décontamination par de l'eau en se basant sur une étude prenant en compte la littérature existante puis réalisant une modélisation des écoulements des eaux de ruissellement et de lavage sur le territoire impacté par la contamination afin d'évaluer la contamination éventuelle de l'eau potable et les enjeux sanitaires associés,**
- **en fonction des résultats de cette étude, étudier comment mettre en place le cas échéant des systèmes de récupération et de traitement des eaux issues de la décontamination et des eaux de ruissellement (construction de bassines, stations de récupération et de traitement des eaux contaminées) dans les zones qui possèdent déjà un système de récupération des eaux pluviales, dès la construction de l'installation nucléaire afin de pouvoir les traiter en cas d'accident.**

4.3. La réduction des volumes de déchets radioactifs

Afin de limiter le volume de déchets à entreposer puis stocker, il est nécessaire de réduire le volume des déchets solides générés par les actions de décontamination. Plusieurs options sont envisageables dans cet objectif :

- **L'incinération** : l'usine Centraco, exploitée par Cyclife et située à Marcoule (Gard), permet d'incinérer des déchets solides faiblement à très faiblement contaminés (TFA et FA) tels que des déchets technologiques (gants, combinaisons, etc.) ou des effluents liquides tels que les solutions de lavage. Les volumes de déchets sont ainsi réduits et les résidus de l'incinération sont cimentés, conditionnés en fûts métalliques et expédiés

³ Les projets DEMETERRES et DEMETERRES Mousse : « Développement de méthodes bio et éco technologiques pour la remédiation raisonnée des effluents et des sols » visent à développer un ensemble de technologies innovantes de remédiation des sols et des effluents contaminés par du césium et du strontium.

vers les centres de stockage de l'Andra (Cires ou CSA). Cyclife annonce que l'incinération permet une réduction du volume de déchets solides d'un facteur pouvant atteindre 15, beaucoup plus pour les liquides. Néanmoins, le volume de déchets incinérés actuellement autorisé pour Centraco (3 000 t/an de déchets solides et 3 000 t/an de déchets liquides) est bien inférieur à celui à gérer suite à un accident nucléaire majeur comme celui étudié. Une augmentation des capacités de gestion de Centraco devra être envisagée, et la création d'autres installations dédiées serait nécessaire. Pour celles-ci, les effluents radioactifs devront être maîtrisés, mais également les polluants non radioactifs. Enfin, les incinérateurs d'ordures ménagères devront être surveillés afin de mesurer le niveau de radioactivité de leurs cendres. La réglementation encadrant ces rejets devra donc évoluer en conséquence.

- Le compostage et la méthanisation : ces techniques ont pu être utilisées dans d'autres pays pour gérer des déchets radioactifs organiques. Sans utiliser le compost et le digestat résultants, ces techniques sont efficaces pour réduire le volume des déchets. En France, elles sont utilisées aujourd'hui pour des déchets conventionnels. Une analyse plus approfondie de ces techniques dans le cadre de la gestion de déchets nucléaires serait nécessaire pour pouvoir statuer sur leur pertinence.
- De nouvelles perspectives : Le projet DEMETERRES Mousse est un exemple de projet qui pourrait à terme permettre de réduire les volumes de terres contaminées à gérer. Ce projet étudie une technique de dépollution des sols par piégeage des particules d'argile radio contaminées dans une mousse de flottation. Avec cette technique, le taux de réduction de volume de terres contaminées pourrait atteindre 80 à 90 % selon la nature des sols, et la technologie serait opérable sur site, sans avoir à rassembler de grandes quantités de terre décapée dans des entreposages dédiés. Le sol décontaminé, qui conserverait ses propriétés agronomiques, serait rendu à la parcelle d'origine, et la contamination isolée serait traitée comme un déchet ultime dans une filière adaptée.

Enfin, concernant les productions végétales sur un terrain encore contaminé, les études ont montré que la modification génétique du coefficient de transfert des contaminants du sol vers les végétaux permettrait d'envisager, selon l'usage visé, de favoriser ou au contraire de limiter l'accumulation des contaminants dans les plantes récoltées.

4.4. L'approche séquentielle

0- Evaluer la faisabilité et identifier les moyens nécessaires à la mise en œuvre de la stratégie de réduction de contamination

A titre d'illustration, les simulations menées dans le cadre du CODIRPA aboutissent, pour le scénario étudié (cf. 2.3), à une estimation de la force de travail allant jusqu'à 63 millions de personnes.jours, soit par exemple 31 000 personnes à temps plein pendant 10 années sur une base de 200 jours travaillés par an. Des capacités spécifiques d'entreposage, de traitement et de stockage des déchets doivent également être mises en place.

T0 : accident

1- Caractérisation et classification des déchets

Il convient de pouvoir disposer rapidement, après la survenue d'un accident, de moyens de mesure permettant de caractériser radiologiquement et chimiquement les déchets, et ainsi de trier les différents types de déchets. Il convient également de s'assurer de la traçabilité des données récoltées sur ces déchets.

1 an

2- Entreposage des déchets radioactifs : Il existe une rubrique ICPE⁴ 2798 dédiée. Il s'agit d'installations soumises à déclaration, qui doivent préciser les caractéristiques et la quantité maximale de déchets entreposés, ainsi que la durée d'entreposage prévisionnelle, qui ne peut dépasser trois ans, renouvelables une fois. L'arrêté du 3 décembre 2014 précise les obligations que doivent remplir ces installations.

6 à 10 ans

3- Réduction des volumes de déchets : l'utilisation de l'installation d'incinération de déchets radioactifs existante (Centraco) n'étant pas suffisante, d'autres installations de ce type pourraient être créées, en mettant toutefois en relation la volumétrie de déchets à gérer et les capacités d'incinération de ce type.

4- Le stockage : Les exutoires actuels des déchets nucléaires sont les suivants : le Cires⁵ pour les déchets TFA⁶ (déchets pouvant être proches de la radioactivité naturelle) et le CSA⁷ pour les déchets FMA-VC⁸ (comme les vêtements utilisés dans les installations nucléaires). Les déchets FA-VL⁹ (majoritairement des déchets radifères et de graphite), MA-VL¹⁰ (ceux issus des opérations de traitements du combustibles) et HA¹¹ (résidus les plus radioactifs du traitement du combustible) font l'objet de centres de stockage à l'étude. La grande majorité volumique des déchets lors d'un accident seront des déchets TFA. En cas d'accident de grande ampleur, les exutoires existants seront saturés : l'estimation du volume des déchets issus des actions de réduction de la contamination dans les travaux du GT « déchets » indique des volumes entre 10 et 300 millions de m³.

⁴ Installation classée pour la protection de l'environnement

⁵ Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage

⁶ Déchet de très faible activité

⁷ Centre de stockage de l'Aube

⁸ Déchet de faible et moyenne activité à vie courte

⁹ Déchet de faible activité à vie longue

¹⁰ Déchet de moyenne activité à vie longue

¹¹ Déchet de haute activité

Les options actuellement étudiées dans le cadre du PNGMDR afin d'accroître les capacités de stockage des déchets TFA pour les installations nucléaires en fonctionnement et en démantèlement sont :

- l'augmentation de la capacité volumique du Cires¹²,
- la création d'un nouveau centre de stockage centralisé de déchets TFA,
- le développement d'installations décentralisées de stockage des déchets TFA (à proximité des installations nucléaires existantes).

Il convient de noter qu'en post-accident, les besoins en entreposage puis en stockage seraient progressifs. Les actions de réduction de la contamination n'auront lieu qu'après une caractérisation précise de l'environnement, une étude de cas des stratégies possibles et la concertation avec la population. Les besoins en zone d'entreposage arriveront environ un an après la fin de l'accident.

La priorité sera donnée à la recherche d'entreposage dans un premier temps.

Le GT recommande trois options qui pourraient être déployées sous réserve qu'elles s'inscrivent dans le cadre des dispositions réglementaires définies à la suite de l'accident :

- **Envisager l'utilisation des installations de stockage de déchets dangereux (ISDD, 13 existantes en France) qui réceptionnent des déchets dangereux pour les enfouir. Le niveau de protection tant pour le public que pour l'environnement offert par une ISDD est équivalent à celui offert par le Cires.**
- **Envisager la mise en place de stockages TFA locaux comme envisagés dans le PNGMDR, à proximité des lieux de l'accident.**
- **En l'absence de l'adoption de seuils de libération conditionnels, construire de nouvelles installations de stockage type Cires, pour gérer 20 millions de m³ de déchets TFA¹³. Cela pourrait représenter l'équivalent d'une vingtaine de Cires¹³ (comprenant une extension de capacité à 950 000 m³), soit un coût de plus de 10 milliards d'euros, et une superficie totale de stockage de l'ordre de 1000 hectares. Ces capacités de stockage seront à mobiliser progressivement, au fur à mesure de l'avancement des actions de traitement des déchets.**

Le GT s'interroge sur la faisabilité d'identifier des lieux d'entreposage de déchets radioactifs en amont de l'accident.

5. L'analyse coût - bénéfice

Afin de définir les actions de réduction de la contamination, le GT a proposé des critères dont les décideurs et la population pourront discuter selon leurs priorités. Sur la base de ces critères, une grille d'analyse permettra une comparaison des différentes options.

Les critères retenus par le GT sont les suivants :

- le gain apporté par les actions de décontamination relatives à la réduction de l'exposition des populations aux rayonnements ionisants,

¹² Le projet Acaci a été autorisé le 12 juillet 2024. Le Cires pourra ainsi accueillir au total environ 950 000 m³ de colis de déchets radioactifs de très faible activité (TFA) au lieu des 650 000 m³ initialement autorisés.

¹³ Sur la base du même type d'accident que celui de Fukushima.

- l'impact dosimétrique pour les personnes chargées de réaliser les opérations de décontamination et de gestion des déchets.
- la durée de mise en œuvre,
- l'impact sur les populations, notamment en termes de déplacement de population, et l'impact sur la qualité de vie (en se basant par exemple sur le retour d'expérience de la crise COVID et sur ce qui a le plus manqué), l'impact social (accès aux lieux de cultes ou de recueillement),
- les besoins exprimés par la population, basés sur la connaissance des critères précédents et portés par une sensibilisation au risque industriel et technologique des populations. Ces besoins sont également liés à l'écart possible entre les souhaits de retour à la normal et ce qui peut être recommandé techniquement,
- le volume de déchets générés et leurs modalités de gestion,
- le coût financier.

Les recommandations du GT

Association et information de la population

Le GT recommande :

- d'impliquer la population dans la démarche de décontamination et de participer au processus décisionnel du choix de la stratégie de réduction de la contamination,
- d'informer et d'associer la population sur la mesure de la contamination ou de l'exposition de son environnement,
- de fournir à la population des grilles de décision mettant en parallèle les niveaux de contamination du sol et la possibilité de le cultiver sans avoir besoin de mesurer les niveaux de contamination et sans risque pour la santé.

Le GT recommande également une information et un accompagnement sur le long terme de la population afin d'éviter le risque que cette dernière décontamine elle-même son habitation sans consignes de radioprotection. Cette information de la population sera complétée par des mesures d'hygiène domestique afin d'éviter la recontamination des lieux de vie.

La réduction de la contamination ou de l'exposition

Le GT recommande une stratégie à organiser par zone, en fonction d'un objectif de réduction de la contamination et de l'exposition radiologique.

Les lieux de vie et zones d'habitation

Suivant les recommandations du panel citoyen, les lieux de vie et les zones d'habitation sont prioritaires pour la réduction de la contamination.

Les zones rurales et agricoles

Le GT recommande que le retrait des premiers centimètres de terre soit priorisé aux zones les plus contaminées. Le changement d'usage des parcelles agricoles contaminées, associé à la gestion de la mémoire sur le long terme, peut aussi être envisagé.

Le GT se questionne sur la gestion possible des gibiers et animaux sauvages qui pourraient se déplacer sur une grande distance et seraient difficiles à surveiller.

Les forêts

Le GT recommande de ne pas procéder au retrait des éléments contaminés du sous-bois, qui serait très peu efficace et susceptible d'endommager le milieu. La réduction de la contamination des zones forestières a donc été jugée non prioritaire par le GT. Toutefois, il convient de prévoir la surveillance de la contamination, la gestion du risque d'intrusion et l'entretien de la zone forestière contaminée afin d'éviter tout déplacement de la contamination, par exemple lors d'incendies.

La gestion des eaux de lavage

Le GT recommande :

- d'affiner la stratégie de décontamination par de l'eau en se basant sur une étude prenant en compte la littérature existante puis réalisant une modélisation des écoulements des eaux de ruissellement et de lavage sur le territoire impacté par la contamination afin d'évaluer la contamination éventuelle de l'eau potable et les enjeux sanitaires associés,
- en fonction des résultats de cette étude, étudier comment mettre en place si nécessaire des systèmes de récupération et de traitement des eaux issues de la décontamination et des eaux de ruissellement (construction de bassines, stations de récupération et de traitement des eaux contaminées) dans les zones qui possèdent déjà un système de récupération des eaux pluviales, dès la construction de l'installation nucléaire afin de pouvoir les traiter en cas d'accident

La gestion des déchets

Le GT recommande trois options qui pourraient être déployées sous réserve qu'elles s'inscrivent dans le cadre des dispositions réglementaires définies à la suite de l'accident :

- Envisager l'utilisation des installations de stockage de déchets dangereux (ISDD, 13 existantes en France) qui réceptionnent des déchets dangereux pour les éliminer par enfouissement. Le niveau de protection tant pour le public que pour l'environnement offert par une ISDD est équivalent à celui offert par le Cires.
- Envisager la mise en place de stockages TFA locaux comme envisagés dans le PNGMDR, à proximité des lieux de l'accident.
- En l'absence de l'adoption de seuils de libération conditionnels, construire de nouvelles installations de stockage type Cires, pour gérer 20 millions de m³ de déchets TFA¹⁴. Cela pourrait représenter l'équivalent d'une vingtaine de Cires (comprenant une extension de capacité à 950 000 m³), soit un coût de plus de 10 milliards d'euros, et une superficie totale de stockage de l'ordre de 1000 hectares. Ces capacités de stockage seront à mobiliser progressivement, au fur à mesure de l'avancement des actions de traitement des déchets

Le GT recommande aux décideurs d'évaluer avec rigueur la quantité de déchets contaminés générés par les différentes stratégies de réduction de la contamination et l'acceptation sur un territoire de la mise en place d'entrepôts et de stockages de déchets radioactifs avant de les mettre en œuvre.

Le GT s'interroge sur la faisabilité d'identifier des lieux d'entreposage de déchets radioactifs en amont de l'accident.

La mémoire à long terme

Le GT recommande de mettre en place un système pour garder la mémoire à long terme en cas de décontamination partielle ou de non décontamination, de façon à ce que les générations futures soient informées si elles souhaitent un changement d'usage.

¹⁴ Sur la base du même type d'accident que celui de Fukushima

Sigles, abréviations et dénominations

ANCCLI : Association nationale des comités et commissions locales d'information

Andra : Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs

ASN : Autorité de sûreté nucléaire

CLI : Commission locale d'information

Cires : Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage.

CODIRPA : Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle

CSA : Centre de stockage de l'Aube

FA : Déchet de faible activité

FA-VL : Déchet de faible activité à vie longue

FMA-VC : Déchet de faible et moyenne activité à vie courte

GT : Groupe de travail

HA : Déchet de haute activité

ICPE : Installation classée pour la protection de l'environnement

ISDD : Installation de stockage de déchets dangereux

IRSN : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

ISDD : Installation de stockage de déchets dangereux

MA : Déchet de moyenne activité

MA-VL : Déchet de moyenne activité à vie longue

NMA : Niveau maximal admissible

PNGMDR : Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs

PNRANRM : Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur

PPI : Plan particulier d'intervention

TFA : Déchet de très faible activité

Annexes

Annexe 1 - Critères spécifiques aux zones

Critères spécifiques aux lieux de vie

- Acceptabilité d'une remédiation par les habitants,
- Acceptabilité d'une remédiation par la famille ou amis ne vivant pas sur le territoire contaminé,
- Présence de potager, verger ou puits sur le terrain,
- Proximité avec un bois ou une forêt.

Critères spécifiques aux zones agricoles

Critères environnementaux (rapidité de migration des radionucléides)

- Présence d'aquifère en sous-sol,
- Pédologie/Type de sol : imperméabilité, fraction d'argile,
- Saison : croissance des couverts végétaux ou terre nue,
- Climat : pluviométrie,
- Usage des sols : élevage, culture,
- Type de culture : saisonnière, pérenne, sous-abri ou en plein champ, profondeur des systèmes racinaires. Référence utile : Guide d'aide à la décision pour la gestion du milieu agricole en cas d'accident nucléaire de l'IRSN,
- Géographie : bassin versant.

Critères économiques

- Dépendance économique régionale à l'agriculture, fraction d'agriculteurs dans la population, organisation et influence des acteurs agricoles (lobbies agricoles professionnels ou syndicaux),
- Dépendance de la population à l'agriculture locale, dépendance d'autres régions aux exportations, facilité à importer,
- Impact des cahiers des charges et de leurs évolutions potentielles relatives aux appellations (AOP, AOC, IGP...) et aux divers labels (agriculture biologique AB...).

Critères techniques en vue d'une reconquête

- Fraction de terres agricoles dans le paysage ; surface totale à décontaminer,
- Profondeur à décontaminer,
- Accessibilité des terres : taille de parcelle, relief.

Critères sociologiques

- Acceptabilité d'une remédiation par les agriculteurs,
- Acceptabilité d'une remédiation par la population (consommateurs),
- Mise en place d'un système d'indemnisation pour les agriculteurs,
- Confiance dans les systèmes de mesure de la décontamination (confiance des agriculteurs dans le fait qu'ils peuvent « recultiver »),
- Confiance dans les systèmes de traçabilités des intrants : compost, eau, etc.

Critère spécifique aux zones forestières

Le critère principal pour cette zone est la capacité à cloisonner une zone ou non (forêt gérée par l'ONF ou non).

Critères spécifiques aux zones aquatiques continentales

Les milieux aquatiques continentaux peuvent être catégorisés en trois grands ensembles :

- les eaux vives de surface (rivières et fleuves),
- les eaux stagnantes (marais, lacs et étangs),
- les eaux souterraines.

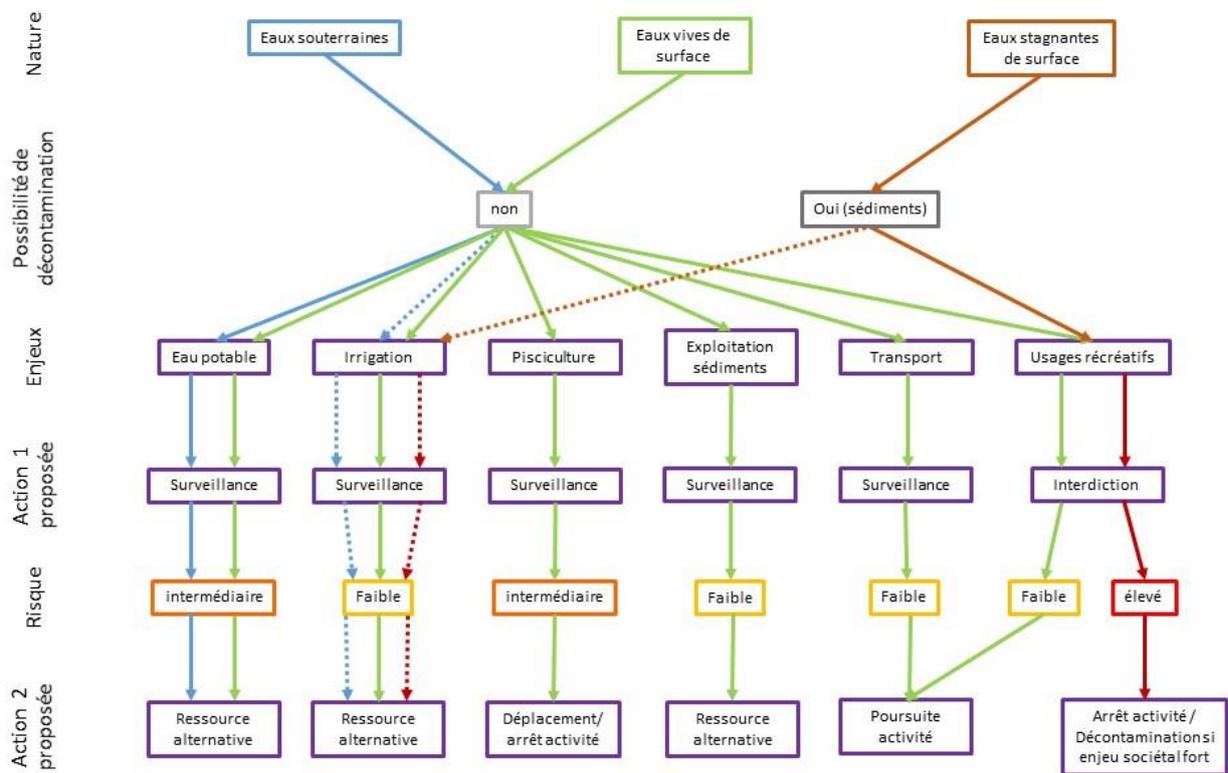
Les enjeux associés aux milieux aquatiques continentaux sont pour l'essentiel les suivants :

- La fourniture de la ressource nécessaire pour l'adduction d'eau potable,
- L'irrigation,
- La pisciculture et l'élevage en milieu aquatique sous toutes ses formes,
- L'exploitation des sédiments fluviaux (gravières et sablières en particulier),
- Le transport par voie fluviale,
- Les usages récréatifs des plans d'eau (baignade, navigation de plaisance).

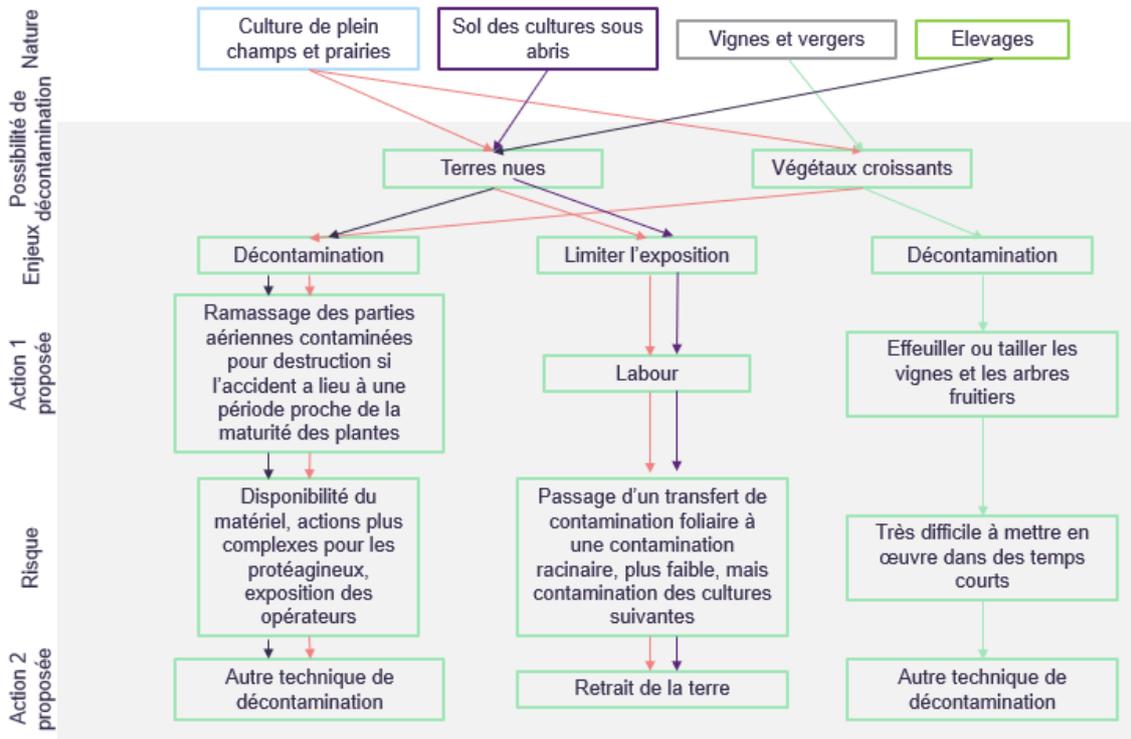
L'enjeu quasiment unique pour les eaux souterraines est la ressource en eau potable, alors que les eaux vives de surface sont concernées par tous les enjeux identifiés.

Annexe 2 - Analyse multicritères

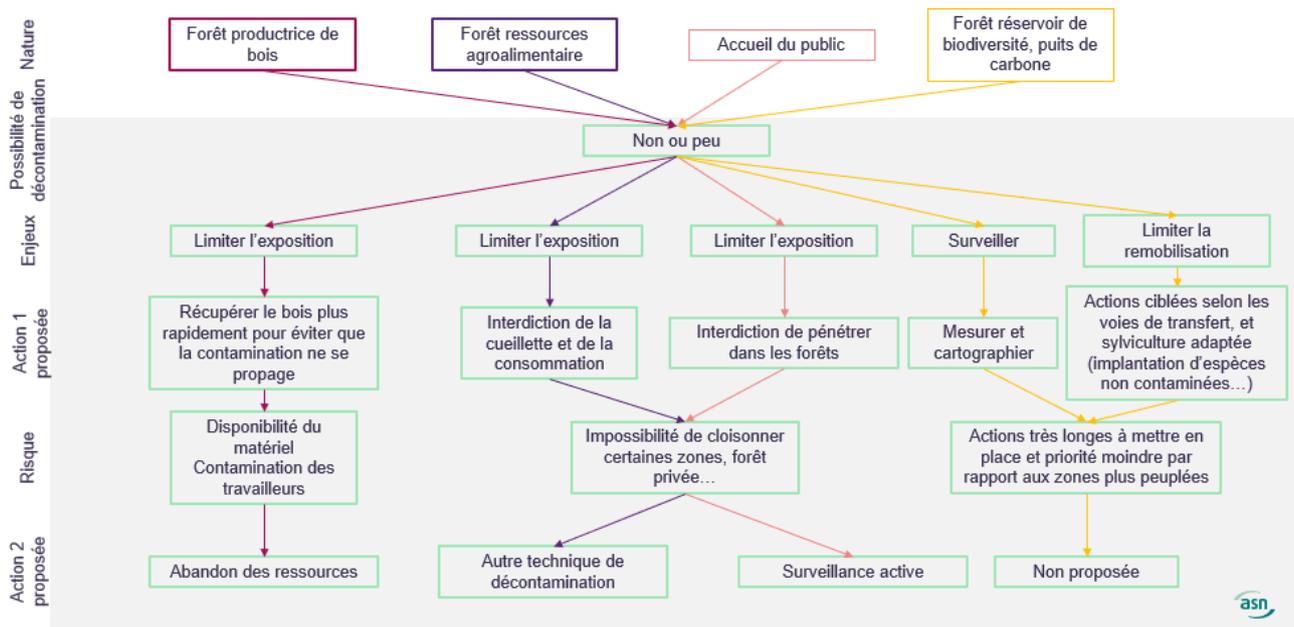
Zone aquatique



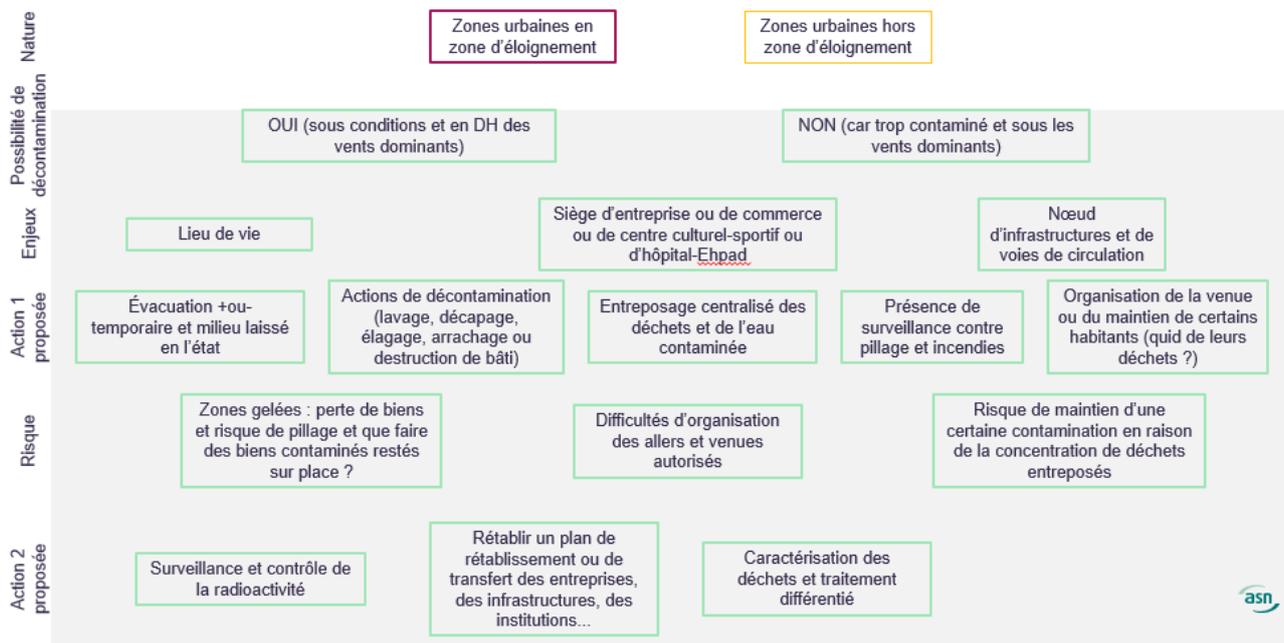
Zone agricole



Zone forestière



Zone urbaine



Annexe 3 – Synthèse du panel citoyen de Golfech

Description du panel citoyen de Golfech

Le panel citoyen de Golfech s'est tenu le mercredi 22 mai 2024, à la salle Calypso de Golfech. Les porte-paroles du panel auprès du CODIRPA sont M. Gaillard et Mme Laroussinie, membres de la CLI de Golfech.

16 participants :

- 1/3 de retraités, 1/3 d'actifs et 1/3 de membres de la CLI
- 50 % de femmes, 50 % d'hommes
- 15 participants habitent dans un rayon de 10 km autour de la centrale nucléaire, 1 participant vit au-delà de 20 km

Le panel était composé de :

- 1 cadre
- 1 collégienne
- 1 élu
- 1 entrepreneuse
- 1 professeur et élu
- 5 retraités dont un chasseur
- 6 membres de la CLI

Synthèse des échanges

La phase d'urgence

Concernant la phase d'urgence, les participants ont souhaité avoir des éclaircissements et des détails sur les consignes à respecter en phase d'urgence.

De nombreuses questions ont porté sur les mesures de mise à l'abri et à l'écoute et d'évacuation, en particulier sur les risques de contamination ou d'irradiation pendant les rejets atmosphériques. A ce sujet, les animatrices ont rappelé que, pour les animaux d'élevages privés ou domestiques, en cas de mise à l'abri ou d'évacuation demandées à la population par le Préfet, il convient de ne pas aller chercher les animaux.

Les questions ont également porté en partie sur l'iode stable. A cet égard, les animatrices ont précisé :

- que la distribution d'iode stable est gratuite (sur justificatif de domicile) dans une pharmacie du périmètre PPI (plan particulier d'intervention),
- qu'en cas de difficultés, il convient de contacter la préfecture,
- que les allergies à l'iode sont rares et qu'il est inutile de donner de l'iode aux animaux.

Enfin, l'alerte via FR-Alert a été évoqué, ainsi que les sirènes de la centrale, la radio ou le téléphone fixe, notamment pour les personnes ne disposant pas de téléphone portable.

La réduction de la contamination en post-accident

La présentation de la méthodologie pour définir la stratégie de réduction de la contamination a suscité de nombreux commentaires :

- Les participants ont abordé la décroissance radioactive des contaminants, en se référant au retour d'expérience de Fukushima dont le territoire est en partie toujours interdit d'accès ;

- L'utilisation du bois contaminé comme bois de chauffage dans les cheminées individuelles et la contamination consécutive des cendres ont été envisagées ;
- Les participants ont pris conscience du potentiel volume de déchets radioactifs généré par un accident ;
- Les participants ont également évoqué la dissémination de la contamination par des animaux sauvages, comme les sangliers ou les oiseaux.

Lors de la présentation des mesures qui seront effectuées dans l'environnement, notamment par l'IRSN, la CLI de Golfech a répondu aux questions concernant les balises de mesure de radioactivité présentes autour de la centrale nucléaire.

La définition des zones de protection par le Préfet et la présentation de l'évolution spatiale et temporelle de ces zones n'ont pas amené de commentaires particuliers.

Lors de l'évocation d'exemples de consignes de nettoyage de l'intérieur des habitations juste après l'accident, des questions sur la VMC, la climatisation réversible et les purificateurs d'air ont été posées (ces dispositifs permettent-ils de filtrer les radio-contaminants ?).

La mise en situation proposée avec une carte fictive a permis aux participants de prendre conscience qu'ils pourront être amenés à vivre sur un territoire contaminé et que des zones plus contaminées pourraient aussi être situées un peu plus loin de la centrale (« tâches de léopard »).

Cette carte fictive a suscité de nombreuses remarques : la question de la circulation des personnes (hors zone d'éloignement) a été discutée, ainsi que la stigmatisation des personnes vivant sur un territoire contaminé. L'image des produits locaux, même s'ils respectent les Niveaux Maximums Admissibles ou NMA, serait altérée en cas de contamination du territoire. Le retour d'expérience de Tchernobyl à ce sujet a été demandé.

A la question concernant la priorisation des actions de réduction de la contamination, l'ensemble des participants pense qu'il faut commencer par les lieux de vie, en particulier les habitations. Les forêts leur semblent être les lieux à décontaminer en dernier car ces opérations seraient très coûteuses et sans garantie d'efficacité.

Concernant la décontamination des habitations, le lavage des toitures et des murs directement par les habitants sont débattus. Les participants pensent qu'ils seraient amenés à faire ces premières actions de décontamination de leurs habitations eux-mêmes mais ils ont conscience que les eaux contaminées par ce nettoyage s'écouleraient soit dans la rivière, soit dans la nappe et les puisards, ce qui pose problème. Ils s'interrogent notamment sur l'éventuel écoulement de cette eau contaminée dans les puisards individuels (nombreux dans la région, qui puisent l'eau dans la nappe phréatique) pour arroser les jardins.

Pour l'ensemble des participants, si une décontamination n'est pas la plus poussée possible, il faut trouver un moyen de garder « la mémoire de la contamination résiduelle » du territoire sur plusieurs générations. Enfin, les participants considèrent que l'on déplace le « problème » en transportant les déchets radioactifs issus de la décontamination des territoires ailleurs et que l'on « contamine » un autre territoire pour les mettre dans des stockages.

Stratégies de réduction de la contamination en milieu rural

Les participants se sont posés la question de savoir s'il valait mieux enlever les terres au risque de les rendre infertiles ou bien procéder à un labour pour enfouir la contamination. Le changement d'usage des parcelles semble constituer une alternative intéressante pour les participants, avec par exemple un labour profond et l'établissement d'une prairie en lieu et place de cultures, la contamination restant en profondeur.

La question de la mémoire à long terme est devenue prégnante avec la notion de labour profond, laissant la contamination sur le territoire. Qui se souviendra dans 200 ans qu'il y a eu un accident nucléaire sur ce territoire ? « Ce ne sera probablement pas dans les livres scolaires d'histoire ».

Les agriculteurs ne seront probablement pas d'accord pour laisser de la contamination dans leurs champs ou pour mettre ces derniers en jachère trop longtemps. Cela peut orienter le choix de technique de réduction de la contamination.

Les panelistes ont insisté sur le besoin de formation, de communication et d'information de la population en cas de contamination du territoire. La population a en effet besoin d'être informée et de connaître les bonnes pratiques, afin de mieux se protéger. Les participants indiquent notamment qu'ils auront besoin de résultats de mesures pour apprécier le niveau de contamination de leur terre et adapter la technique de réduction de la contamination : par exemple, ils auront besoin de savoir s'ils peuvent manger les légumes de leur potager s'ils ont procédé à un labour profond et si oui, pendant combien de temps avant que la contamination ne refasse surface. La mise à disposition des habitants d'une grille est évoquée, qui présenterait les techniques à privilégier en fonction du niveau de contamination et de l'usage des terres, en particulier pour les usages privés dans un premier temps.

Associer la population au choix de la stratégie de décontamination retenue est important et permettra de favoriser l'acceptation locale.

Dans un premier temps, 4 participants sont favorables à un retrait des terres sur plusieurs centimètres de profondeur, 7 à un labour profond avec changement d'usage, le reste des panelistes ayant besoin de connaître le niveau de contamination pour agir au cas par cas.

Après discussions, un consensus s'est dessiné : il faut **décontaminer là où la terre est la plus contaminée et labourer le reste de la parcelle, en changeant d'usage et en gardant la mémoire de la contamination.**

Aucun consensus ne s'est dégagé sur la priorisation entre parcelles privées (potagers notamment) et terrains agricoles.

Stratégies de réduction de la contamination en milieu urbain

La présentation des différentes techniques de réduction de la contamination en milieu urbain a engendré les réactions suivantes :

- Comme pour les terres, la notion de mémoire est évoquée en cas de recouvrement de la contamination par du béton par exemple.
- Les participants pensent que le lavage fonctionnera bien mais générera beaucoup d'effluents contaminés qui iront à leur tour polluer les rivières, la nappe phréatique...

Les participants sont unanimes sur le fait que la population n'attendra pas longtemps avant de décontaminer elle-même ses habitations sans attendre les consignes et en prenant éventuellement des risques pour sa propre santé. La question de l'impact de la pluie est posée : est-ce un bon moyen de décontamination des maisons par exemple ? Le devenir de l'eau des piscines est également posé. Les participants attendent des pouvoirs publics des consignes, des conseils et beaucoup d'informations pour pouvoir gérer au mieux leurs lieux de vie.

Concernant la priorisation à apporter aux actions de décontamination, il y a consensus des participants sur le fait qu'il faut décontaminer les lieux où les gens vivent (les habitations, les écoles, la mairie...) avant les terres agricoles. Les participants insistent sur le fait qu'il ne faut pas forcément parler de « milieu urbain » car de nombreux petits villages de quelques maisons, voire des maisons isolées existent dans la région et qu'il faudra tout autant prioriser la décontamination de ces lieux de vie que celle des villes.

Une personne estime que la priorité doit être donnée à la décontamination des potagers pour l'alimentation, et précise que le taux d'autoconsommation dans cette région est élevé.

Le fait de prioriser les lieux de vie dans une région où l'habitat est dispersé a suscité des remarques sur l'efficacité des mesures : on se recontamine avec la circulation des voitures, le déplacement des animaux sauvages ou le brassage par exemple dans les écoles. En complément de la décontamination des lieux de vie, les participants pensent qu'il conviendra sans doute de mettre en place des mesures d'hygiène pour éviter la

recontamination des lieux de vie par déplacement de la contamination des autres lieux qui n'auront pas encore été décontaminés.

Stratégies de réduction de la contamination en milieu aquatique et dans les forêts :

Les participants notent qu'avec la pluie et le ruissellement consécutif, les rivières risquent d'être contaminées. Comme aucune technique de décontamination ne semble aujourd'hui applicable à grande échelle, les participants estiment qu'il faudrait réduire le risque à la source. Ainsi, ils reviennent sur la décontamination des lieux de vie par lavage et indiquent qu'il faudrait que des usines de traitement des eaux ainsi que des systèmes de collecte soient construits pour éviter de rejeter directement l'eau de décontamination des lieux de vie dans l'environnement.

En lien avec la décontamination par lavage, les participants s'accordent sur la nécessité de mettre en place des systèmes de récupération d'eaux contaminées en amont de l'accident.

Pour les panelistes, « l'urbanisation » devrait permettre d'anticiper et de construire des systèmes de récupération, type bassines, et des stations de traitement des eaux contaminées.

Recommandations du panel sur la stratégie de décontamination après un accident sur le site de Golfech :

- Il faut informer la population de cette contamination et en garantir la mémoire à long terme.
- La population doit être associée au processus décisionnel du choix de la stratégie de réduction de la contamination / exposition.
- Il semble nécessaire de mettre en place des systèmes de récupération/traitement des eaux de ruissellement et des eaux issues de la décontamination (construction de bassines, stations de récupération et de traitement des eaux contaminées) dès la construction de l'installation nucléaire afin de pouvoir les traiter en cas d'accident.
- La décontamination doit se faire au cas par cas, en fonction des usages ultérieurs envisagés et en accompagnant la population.
- Il faut fournir à la population des grilles de décision mettant en parallèle les niveaux de contamination de la terre et la possibilité de la cultiver cette terre ou de consommer les productions locales sans avoir besoin de mesurer ces produits et sans risque pour la santé.
- La population doit pouvoir être impliquée dans la démarche de décontamination, notamment de son habitation.