

Ingénieur du génie sanitaire

Promotion 2007/2008

Date du Jury : 24 septembre 2008

**Gestion de l'eau suite à un accident nucléaire :
Propositions d'amélioration du contenu des Plans
Particuliers d'Intervention (PPI)**

Présenté par :

Claire GAUVIN (ENSCR)

Lieu du stage :

Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN)

Référents professionnels :

Jean-Luc GODET, Johanna FITE

Référent pédagogique :

Denis BARD

Remerciements

Mes remerciements s'adressent en premier lieu à Mr Jean-Luc GODET, chef de la Division Santé et Rayonnement Ionisant (DIS) de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), pour m'avoir accueillie au sein de son équipe et à Mr Jean-Paul LEGROUX, responsable du Groupe de Travail « eau » du CODIRPA.

Je remercie également, Mr Denis BARD, du département EGERIES de l'EHESP, pour avoir contribué à la définition de la problématique de ce mémoire.

Je tiens plus particulièrement à remercier Johanna FITE et Isabelle MEHL-AUGET pour leur disponibilité, leur aide, leur bonne humeur et leur gentillesse.

Un grand merci à Jean-Pierre GAYRAUD de la DDASS du Tarn et Garonne, Dominique MAISON de la DSDS de Guyane et à Patrick FAVE de la Direction de l'environnement et des situations d'urgence de l'ASN pour avoir répondu à toutes mes questions pendant ces quatre mois.

Je tiens à remercier enfin et surtout l'ensemble de l'unité, mais également de l'ASN, pour leur accueil, leur aide, leur bonne humeur et leurs chouquettes du matin.

Afin de n'oublier personne, je vous dis un grand merci à tous.

Sommaire

INTRODUCTION	- 1 -
I ELEMETS DE CONTEXTE POUR LA GESTION D'UN ACCIDENT NUCLEAIRE.....	- 3 -
I.1 ORGANISATION DE LA GESTION DE CRISE NUCLEAIRE	- 3 -
I.1.1 Le rôle des différents acteurs de la gestion de crise nucléaire	- 3 -
I.1.2 Les outils de gestion des situations de crise.....	- 6 -
I.2 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES D'UN ACCIDENT NUCLEAIRE ...	- 12 -
I.2.1 Déterminants du niveau de contamination de la ressource en eau	- 13 -
I.2.2 Estimation de la contamination de la ressource en eau	- 14 -
I.2.3 Impact sanitaire	- 17 -
I.3 REGLEMENTATION RELATIVE A LA QUALITE RADIOLOGIQUE DE L'EAU	- 20 -
I.3.1 Des indicateurs de la qualité radiologique de l'eau adaptés aux situations de routine	- 20 -
I.3.2 Des valeurs limites adaptées au commerce international suite à un accident nucléaire.....	- 22 -
I.3.3 Des seuils d'intervention destinés à protéger les populations locales en cas d'accident nucléaire.....	- 23 -
II SYNTHESE DES TRAVAUX REALISES.....	- 25 -
II.1 RESULTATS DE L'ETUDE DU CONTENU ACTUEL DES PPI EN MATIERE DE GESTION DE L'EAU	- 25 -
II.2 SYNTHESE DES DONNEES DISPONIBLES DANS LA LITTERATURE	- 28 -
II.2.1 Sources d'informations	- 28 -
II.2.2 Caractérisation de la ressource en eau	- 29 -
II.2.3 Cartographie.....	- 31 -
II.2.4 Données relatives aux alimentations de secours en EP	- 32 -
II.2.5 Description des unités de production	- 32 -
II.2.6 Annuaire et listes	- 33 -
II.2.7 Actions de gestion	- 34 -
II.3 RECUEIL D'INFORMATIONS AUPRES DES SERVICES SANTE-ENVIRONNEMENT DES DDASS	- 35 -
II.3.1 Les documents à disposition des DDASS en cas de pollution de la ressource en eau et en situation d'accident	- 35 -
II.3.2 Gestion d'une pollution accidentelle de la ressource en eau.....	- 37 -
II.3.3 Une demande forte de la part des DDASS	- 38 -

III	GESTION DE L'EAU SUITE A UN ACCIDENT NUCLEAIRE : QUE FAUT-IL AMELIORER ?	- 41 -
III.1	PROPOSITIONS D'AMELIORATION DU CONTENU DES PPI ET DISCUSSIONS.....	- 41 -
III.1.1	Zone d'étude adaptée à la gestion de l'eau dans les PPI	- 41 -
III.1.2	Propositions de contenu à rajouter dans les PPI	- 43 -
III.1.3	PPI et gestion de l'eau à plus long terme	- 47 -
III.2	PRINCIPALES DISPOSITIONS A ANTICIPER	- 48 -
III.2.1	Informations et moyens utiles à la gestion de l'eau à préparer hors PPI ..	- 48 -
III.2.2	Interopérabilité des données	- 49 -
III.2.3	L'alerte des producteurs d'eau	- 49 -
III.2.4	La formation des intervenants	- 50 -
III.2.5	L'information des populations	- 50 -
III.3	PERSPECTIVES DES TRAVAUX SUR LA GESTION DE L'EAU EN CAS D'ACCIDENT NUCLEAIRE	- 50 -
III.3.1	Plan Directeur des Mesures	- 50 -
III.3.2	Définition des niveaux d'intervention	- 51 -
III.3.3	Risques liés aux autres usages de l'eau	- 52 -
III.3.4	Techniques de traitement de la radioactivité dans les eaux	- 52 -
	CONCLUSION.....	- 53 -
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	- 54 -
	LISTE DES ANNEXES.....	I

Liste des figures

- Figure 1 : Cercle de décision de l'organisation de crise [3].....- 3 -
- Figure 2 : Zones d'intervention du PPI pour l'INB de Tricastin [4]- 8 -

Liste des tableaux

Tableau 1 : Valeurs attendues de coefficients de partage eau/sol pour différents radionucléides en fonction de la nature du sol [23].....	- 13 -
Tableau 2 : Période radioactive des radionucléides (AIEA) [23].....	- 14 -
Tableau 3 : Pathologies radio-induites en fonction du radionucléide et de la dose ^(*)	- 18 -
Tableau 4 : doses journalières dues à l'ingestion d'eau [41]	- 19 -
Tableau 5 : Les indicateurs de la qualité radiologique de l'eau définis par l'OMS [43].....	- 21 -
Tableau 6 : Les indicateurs de la qualité radiologique de l'eau en France [5], [44], [45].....	- 21 -
Tableau 7 : Extrait de la réglementation portant sur les niveaux d'intervention [5]	- 22 -
Tableau 8 : Extrait des recommandations du Codex/EURATOM [46], [47], [48].....	- 23 -
Tableau 9 : Recommandations de la CIPR et de Santé Canada [22], [49]	- 24 -
Tableau 10 : Liste des documents relatifs à l'eau et disponibles dans chacun des PPI [50]	- 25 -
Tableau 11 : Propositions d'actions de gestion relatives à l'eau recensées dans les PPI [50] ...	- 27 -
Tableau 12 : Eléments concernant la ressource en eau [14], [51], [52], [53]	- 30 -
Tableau 13 : Liste des cartes généralement disponibles dans le plan ORSEC, l'étude préalable et la BSS [14], [17], [51], [53].....	- 31 -
Tableau 14 : Listes contenues dans le plan ORSEC et SISE-EAUX [17], [52]	- 33 -
Tableau 15 : Liste des documents utiles en situation d'accident nucléaire	- 36 -
Tableau 16 : Liste des actions de gestion relatives à l'eau proposées par les DDASS et applicables en cas de pollution radiologique	- 37 -
Tableau 17 : Liste des informations faisant défaut aux DDASS	- 39 -
Tableau 18 : Echelle de vulnérabilité des ressources en eau vis-à-vis d'un rejet radioactif.....	- 43 -
Tableau 19 : Echelle de vulnérabilité du réseau d'AEP vis-à-vis d'un rejet radioactif	- 44 -
Tableau 20 : Propositions d'actions sur le réseau d'AEP à intégrer aux PPI ([50] : PPI Bugey).-	- 46 -

Liste des sigles utilisés

AEP : Alimentation en Eau Potable

AIEA : Agence Internationale de l'Energie Atomique

ASN : Autorité de Sûreté Nucléaire

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

BSS : Banque du Sous-Sol

CASTEAUR : Calcul Simplifié des Transferts dans les cours d'EAUx Récepteurs

CIPR : Commission Internationale de Protection Radiologique

CMIR : Cellule Mobile d'Intervention Radiologique

CNPE : Centrale Nucléaire de Production d'Electricité

CODIRPA : Comité DIRecteur pour la gestion de la phase Post-Accidentelle d'un
accident nucléaire ou d'une situation d'urgence radiologique

COGIC : Centre Opérationnel de Gestion Interministérielle des Crises

CSP : Code de la Santé Publique

CTC : Centre Technique de Crise

CVA : Cellule Veille et Alerte

DDAF : Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt

DDASS : Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales

DDSV : Direction Départementale des Services Vétérinaires

DRASS : Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales

DDSC : Direction de la Défense et de la Sécurité

DTI : Dose Totale Indicative

DUP : Déclaration d'Utilité Publique

EDCH : Eau Destinée à la Consommation Humaine

EP : Eau Potable

HACCP : Hazard Analysis Critical Control Point

IRSN : Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

ISO : International Organization for Standardization

LI : Limite Indicative

MARN : Mission d'Appui à la gestion du Risque Nucléaire

NMA : Niveau Maximum Admissible

ORSEC : Organisation de la Réponse de Sécurité Civile

PCF : Poste de Commandement Fixe

PCO : Poste de Commandement Opérationnel

PP : Périmètre de Protection

PPI : Plan Particulier d'Intervention

PUI : Plan d'Urgence Interne

SAMU : Service d'Aide Médicale d'Urgence

SGDN : Secrétariat Général de la Défense Nationale

SIG : Système d'Information Géographique

SISE : Système d'Information des Services Santé-Environnement

SSE : Service Santé-Environnement

INTRODUCTION

Historiquement, en France, l'accent a été mis sur la sûreté nucléaire et la prévention des accidents afin de rendre les défaillances le plus improbable possible. La pratique française de la sûreté consiste cependant à anticiper les divers types d'accidents envisageables et les conséquences qui en découlent. Les moyens et dispositions propres à réduire les risques au maximum sont recherchés et des plans de secours spécifiques à la phase d'urgence^{(*)1} sont élaborés (Plan d'Urgence Interne (PUI), Plan Particulier d'Intervention (PPI)) en amont de tout accident.

Après la phase d'urgence, d'autres actions traitant des conséquences des rejets sur le long terme devront être engagées rapidement. Il apparaît nécessaire, en France comme dans les pays étrangers, de mieux préparer la gestion de cette phase "post-accidentelle".

En juin 2005, l'ASN a mis en place un comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire ou d'une situation d'urgence radiologique (CODIRPA). Une doctrine nationale dédiée à la gestion du risque radiologique en situation post-événementielle devant prendre en compte divers aspects de nature organisationnelle, technique et sociétale sera définie. Pour cela, plusieurs groupes de travail (GT) ont été constitués, dont un GT *ad hoc* sur la gestion de l'eau en phase post-accidentelle^(*) (voir annexe 1).

L'objectif du « GT eau » est d'évaluer les conséquences d'un accident nucléaire sur la qualité de l'eau en général et de mettre au point des recommandations sur la gestion post-accidentelle de l'eau (concernant l'eau potable, mais aussi les autres usages de l'eau), après des rejets atmosphériques de substances radioactives, afin de guider l'intervention des pouvoirs publics.

Ce mémoire s'inscrit dans la démarche globale du CODIRPA d'élaboration d'une doctrine post-accident nucléaire. Il a pour objectif de contribuer à l'amélioration de la protection et de la gestion de l'eau en cas d'accident nucléaire, en particulier en proposant un contenu-type relatif à la gestion de l'eau dans les PPI des Centres Nucléaires de Production d'Electricité (CNPE).

Après avoir exposé des éléments de contexte relatifs à la gestion d'un accident nucléaire (organisation de la gestion de crise, impacts sanitaires et environnementaux d'un accident nucléaire et réglementation relative à la qualité radiologique de l'eau), la démarche adoptée pour définir des propositions d'amélioration de la gestion de l'eau sera présentée. Enfin, des suggestions seront faites pour améliorer la gestion de l'eau que ce soit en phase d'urgence ou en phase post-accidentelle d'un accident nucléaire.

¹ Les mots marqués d'une astérisque (*) sont définis dans le glossaire.

I ELEMENTS DE CONTEXTE POUR LA GESTION D'UN ACCIDENT NUCLEAIRE

Cette partie présente les éléments de compréhension disponibles dans la littérature et utiles pour aborder la problématique de la gestion de la ressource en eau en situation d'urgence et post-accidentelle nucléaire.

I.1 ORGANISATION DE LA GESTION DE CRISE NUCLEAIRE

I.1.1 Le rôle des différents acteurs de la gestion de crise nucléaire

Les principaux acteurs de la gestion de crise nucléaire (voir Figure 1) sont l'exploitant de l'installation et les pouvoirs publics, avec, d'une part les autorités nationales (ministères, Secrétariat Général de la Défense Nationale (SGDN), Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) et Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire^(*) (IRSN)) et d'autre part les acteurs locaux et départementaux (préfet). L'action de ces pouvoirs publics en cas d'accident radiologique est exposée dans la directive du 7 avril 2005 sur l'action des pouvoirs publics en cas d'évènement entraînant une situation d'urgence radiologique [1] et dans la loi du 13 juin 2006 relative à la transparence en matière de sûreté nucléaire (dite « loi TSN ») [2].

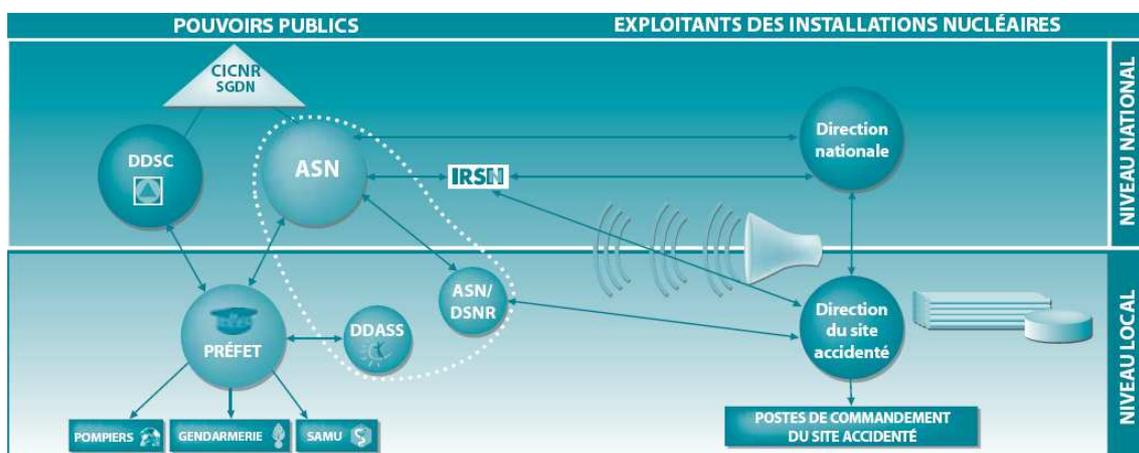


Figure 1 : Cercle de décision de l'organisation de crise [3]

I.1.1.1 Les acteurs nationaux

I.1.1.1.1 Les ministères

La direction de la défense et de la sécurité civiles (DDSC) du ministère de l'intérieur dispose du centre opérationnel de gestion interministérielle des crises (COGIC) et de la mission d'appui à la gestion du risque nucléaire (MARN), pour la mise à la disposition du

préfet de moyens de renfort matériels et humains pour la sauvegarde des personnes et des biens [3].

1.1.1.1.2 Le Secrétariat Général de la Défense Nationale (SGDN)

La cellule de veille et alerte (CVA) du SGDN est informée sans délai de la survenue d'un accident ou d'une menace de nature nucléaire ou radiologique. Elle est chargée, en cas d'événement, de veiller à la cohérence interministérielle des dispositions prises. Les ministères, organismes (ASN et IRSN) et exploitant concernés fournissent au SGDN l'ensemble des informations nécessaires à l'élaboration d'une synthèse destinée au Président de la République et au Premier ministre [1], [3].

1.1.1.1.3 L'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN)

L'ASN participe au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et à l'information du public. En cas de situation de crise nucléaire, l'ASN [1], [2] :

- s'assure des mesures prises par l'exploitant pour maîtriser l'accident, en limiter les conséquences et informer rapidement et régulièrement les pouvoirs publics ;
- conseille le Préfet sur les actions immédiates à prendre pour protéger la population et l'environnement ;
- informe le public de l'état de sûreté de l'installation accidentée, d'éventuels rejets et du risque pour leur santé et l'environnement ;
- conseille l'autorité chargée de la conduite de la situation post-accidentelle sur les dispositions visant à restaurer, sur le moyen et le long terme, les milieux de vie.

1.1.1.1.4 L'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)

L'IRSN, en cas d'événement, active son centre technique de crise (CTC) qui :

- évalue et prévoit la dispersion de produits radioactifs ou chimiques dans l'environnement et son évolution dans le temps par modélisation, ainsi que les conséquences radiologiques associées pour les populations ;
- assure la centralisation de tous les résultats de mesure et d'analyse des prélèvements d'échantillons réalisés dans l'environnement par l'ensemble des acteurs impliqués ;
- fournit à l'ASN une évaluation de la situation et de ses conséquences pour les populations et l'environnement à partir des mesures et des modélisations.

Suite à la sollicitation du préfet, l'IRSN active également sa cellule mobile d'intervention radiologique (CMIR) pour envoyer sur le lieu de l'accident des experts de la mesure de la radioactivité qui assureront la coordination et la gestion technique de toutes les mesures et prélèvements d'échantillons effectués dans l'environnement [1].

I.1.1.2 Les acteurs locaux et départementaux

I.1.1.2.1 L'exploitant

L'exploitant est responsable de la détection d'une situation accidentelle. Dès qu'il a connaissance d'un événement, il doit, tout d'abord, alerter immédiatement le préfet de département, l'ASN et l'exploitant national et les informer régulièrement de l'évolution de la situation. Il active ensuite le Plan d'Urgence Interne (PUI). Ce plan, qu'il a l'obligation de préparer, définit l'organisation interne et les moyens permettant de maîtriser l'accident, d'en évaluer et d'en limiter les conséquences et de protéger les personnes sur le site. En parallèle, il collabore à la mise en œuvre du plan de secours et participe à l'information des élus, des populations et des médias [1], [4], [5].

I.1.1.2.2 Le préfet

Le préfet du département où se trouve l'installation est le directeur des opérations de secours (DOS). Il est le responsable de la gestion de la situation et décide des dispositions essentielles pour assurer la protection de la population et des biens menacés par l'accident. En situation d'urgence, le préfet :

- active le Poste de Commandement Fixe (PCF), centre de décision, et organise à proximité immédiate des lieux un Poste de Commandement Opérationnel (PCO) chargé, en relation constante avec le PCF, de la mise en œuvre des moyens ;
- agit dans le cadre du Plan Particulier d'Intervention (PPI) de l'installation qu'il a l'obligation de préparer. A ce titre, il est responsable de la coordination des moyens engagés dans le PPI dans le but d'informer et de protéger la population ;
- prescrit la mise en œuvre des actions correctives (exemple : restrictions ou interruptions de la distribution d'eau potable (EP)) ;
- apprécie la situation et son évolution à partir des informations ou avis, concernant notamment l'évolution des conditions atmosphériques, la répartition dans le temps et l'espace des substances radioactives et les expositions potentielles pour la population et les intervenants ;
- fait appel sur le terrain à des intervenants pour les secours auprès des personnes : pompiers, gendarmes, policiers, SAMU, etc.

Le préfet est également conseillé dans ses prises de décisions par les directions régionales et départementales des affaires sanitaires et sociales (DRASS/DDASS) pour la distribution des comprimés d'iode stable et l'utilisation des eaux de consommation et par la direction départementale des services vétérinaires (DDSV) pour la commercialisation des denrées alimentaires [1], [3], [4].

I.1.2 Les outils de gestion des situations de crise

Les différentes responsabilités des acteurs sont prévues par la réglementation française et sont décrites, dans les différents plans d'urgence, sous forme de fiches actions réflexes. Elles sont issues des textes suivants :

- loi du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile [6] ;
- décret du 13 septembre 2005 relatif au Plan communal de sauvegarde [7] ;
- décret du 13 septembre 2005 relatif au plan ORSEC [8] ;
- décret du 13 septembre 2005 relatif aux Plans Particuliers d'Intervention (PPI) concernant certains ouvrages ou installations fixes [9].

I.1.2.1 Le plan ORSEC : un dispositif général

Le plan ORSEC (Organisation de la Réponse de Sécurité Civile) s'inscrit dans le dispositif général de la planification de défense et de sécurité civiles. Il est conçu pour mobiliser et coordonner, sous l'autorité unique du préfet, les acteurs de la sécurité civile afin de mettre en place les actions de protection des populations et de lister les éléments nécessaires à la gestion de tout type d'événement. Cette organisation globale comprend :

- un inventaire et une analyse des risques et des effets potentiels des menaces de toute nature pour la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement, recensés par l'ensemble des personnes publiques et privées ;
- un dispositif opérationnel répondant à cette analyse et qui organise dans la continuité la réaction des pouvoirs publics face à l'événement ;
- les modalités de préparation et d'entraînement de l'ensemble des personnes publiques et privées à leur mission de sécurité civile.

Il peut être complété par des dispositions plus spécifiques pour faire face aux conséquences prévisibles de chacun des risques et menaces recensés. Les PPI, présentés ci-après, constituent un volet des dispositions spécifiques du plan ORSEC départemental [10].

I.1.2.2 Les plans d'urgence en situation de crise nucléaire

Les PUI et les PPI sont des plans d'urgence applicables en cas d'accidents nucléaires. Leur but est de fixer les organisations, méthodes et moyens à mettre en œuvre lors de la phase d'urgence (premières heures de la crise), afin d'affronter les conséquences directes de l'accident et d'anticiper les situations post-accidentelles.

1.1.2.2.1 Plan d'Urgence Interne (PUI)

Le PUI est établi et mis en œuvre par l'industriel responsable d'une installation pouvant avoir des conséquences sur la population et l'environnement en cas d'accident majeur. Il a pour objet de protéger le personnel travaillant sur le site nucléaire en cas d'accident et de limiter au maximum les conséquences de l'accident à l'extérieur du site nucléaire en précisant l'organisation et les moyens à mettre en œuvre. Il comprend également les dispositions permettant d'informer rapidement les pouvoirs publics. Il décline les prescriptions nationales en tenant compte des spécificités locales. Les thèmes décrits dans le PUI sont les suivants :

- les situations à couvrir,
- la structure et le dimensionnement des équipes de crises (alerte et mobilisation),
- les compétences et la formation des acteurs,
- les moyens matériels spécifiques au PUI,
- les dispositions pour l'installation des locaux de crise.

Les actions décrites dans les PUI s'appliquent uniquement au site accidenté et ne concernent pas la ressource en eau, c'est pourquoi ils ne feront pas l'objet d'une étude plus approfondie dans le cadre de ce mémoire [3], [11].

1.1.2.2.2 Plan Particulier d'Intervention (PPI)

Le PPI est établi en vue de la protection des populations, des biens et de l'environnement, pour faire face aux risques liés à l'existence ou au fonctionnement d'ouvrages ou d'installations dont l'emprise est localisée et fixe (Installation Nucléaire de Base^(*) (INB), installations classées) [9].

- **Objectifs :**

Le PPI, spécifique à chaque installation, est établi et activé par le préfet du département. Il précise les missions des différents services de l'Etat concernés, les schémas de diffusion de l'alerte des populations et les moyens matériels et humains qui seraient mis en œuvre pour protéger les populations contre les risques d'expositions directe (irradiation) et indirecte (inhalation, ingestion). De plus, il permet d'apporter à l'exploitant l'appui des moyens d'intervention extérieurs (pompiers, police, gendarme, SAMU, etc.).

Ce plan d'urgence, transmis aux différents services de l'Etat concernés, comporte :

- 1) une description du site et de son environnement (nature de la ressource en eau, nature géologique du sol, etc.) ;
- 2) une description des scénarios d'accident et des effets pris en compte ;
- 3) la zone d'application et le périmètre du plan ;

- 4) une présentation du rôle des acteurs et organisations mises en place (le poste « commandement et gestion des moyens » active sa cellule « mesure dans l'environnement » afin d'organiser le relevé des mesures environnementales) ;
- 5) une présentation des fiches actions réflexes par scénario, par service, par cellule et par type d'action (par exemple, arrêt du pompage au niveau d'un captage et mise en place des restrictions de consommation d'EP à la charge des DDASS).

Après rédaction et validation du PPI, chaque acteur doit planifier sa propre réponse opérationnelle en déclinant les actions qui lui sont confiées afin de faciliter l'utilisation du PPI en cas de situation d'urgence [9].

- **Déclenchement :**

Deux types de déclenchement du PPI sont envisagés [4] :

- *PPI en mode réflexe* : le rejet est prévu ou se produit dans les six heures qui suivent l'incident/accident, c'est le cas d'un accident à « cinétique rapide » ; le préfet engage une intervention immédiate au contenu préalablement défini ;
- *PPI en mode concerté* : le risque de rejet est prévu au-delà de six heures, c'est le cas d'un accident à « cinétique lente ». Une *cellule de veille*, mise en place par le préfet, suit l'évolution des événements et se prépare à une aggravation de la situation, sans qu'il soit nécessaire d'engager immédiatement des interventions pour protéger les populations.

- **Actions :**

Les zones théoriques d'intervention du PPI sont définies par plusieurs périmètres circulaires successifs (rayons de 2, 5 et 10 km) (voir Figure 2).

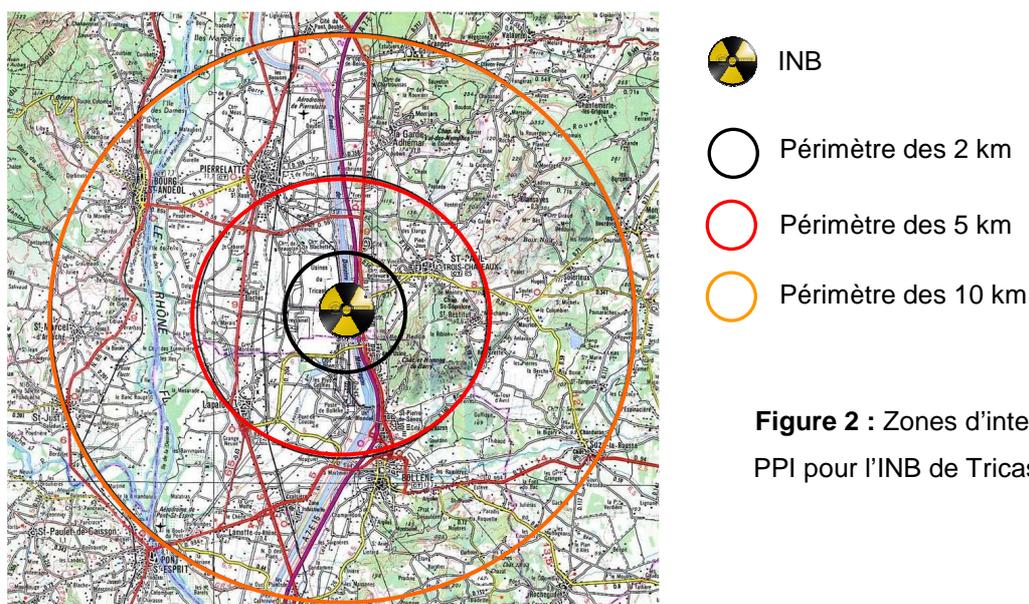


Figure 2 : Zones d'intervention du PPI pour l'INB de Tricastin [4]

La zone des 2 km correspond au périmètre de danger immédiat en cinétique rapide (PPI en mode réflexe). Dans ce cas, la population est alertée par le déclenchement des sirènes du site. Les actions prédéterminées applicables immédiatement sont la mise à l'abri et à l'écoute des médias pour les informations à suivre.

Les autres zones (5 et 10 km) correspondent à des périmètres de danger en cinétique lente (PPI en mode concerté). L'alerte donnée, les actions de protection de la population sont proportionnelles au risque mesuré ou estimé. Ces actions de protection de la population sont associées à des niveaux d'intervention prévus par l'article R.1333-80 du Code de la Santé Publique [5] et par l'arrêté du 13 octobre 2003 relatif aux niveaux d'intervention en situation d'urgence radiologique [12] :

- mise à l'abri et à l'écoute des médias à partir d'une dose efficace prévisionnelle de 10 mSv ;
- évacuation à partir d'une dose efficace prévisionnelle de 50 mSv ;
- prise de comprimé d'iode stable à partir d'une dose équivalente^(*) prévisionnelle à la thyroïde de 100 mSv.

Le PPI couvre la période d'urgence et se termine à la fin des rejets quand l'éventualité d'un rejet ultérieur est écartée. C'est à partir de ce moment là que commence la phase post-accidentelle.

Certains PPI peuvent contenir des annexes (exemples : localisation des captages autour du site et coordonnées des exploitants du réseau de distribution d'EP) [4].

1.1.2.2.3 Les exercices de crise en situation accidentelle nucléaire

Une dizaine d'exercices de crise sont organisés tous les ans au niveau national avec une fréquence d'un exercice tous les 3 ans par INB. Ils permettent de tester, par exemple, en conditions réelles les plans d'urgence (PUI et PPI), l'organisation, les procédures d'alerte, de mise à l'abri et de gestion de la circulation. Ils contribuent également à l'entraînement des agents y prenant part (exploitant, administrations déconcentrées et nationales et organismes d'expertise). Des réunions de retour d'expérience sont organisées immédiatement après chaque exercice en vue d'identifier les dysfonctionnements éventuels et de faire progresser l'ensemble du dispositif.

En dehors des ces plans spécifiques au nucléaire, d'autres plans d'urgence relatifs à la gestion de l'eau existent. Ils concernent, par exemple, les situations d'urgence dues à une pollution accidentelle d'origine industrielle ou agricole ou à un acte de malveillance [13].

I.1.2.3 Les dispositions spécifiques pour faire face aux situations anormales affectant l'alimentation en eau potable

En situation de routine, les périmètres de protection des captages protègent les ressources en EP contre les risques de pollutions ponctuelles et diffuses en interdisant les activités potentiellement polluantes sur une zone définie par un hydrogéologue agréé en fonction de la vulnérabilité de la ressource (article R.1321-6 du CSP [5] et arrêté du 20 juin 2007 relatif au contenu du dossier de demande d'autorisation d'utilisation de l'eau destinée à la consommation humaine (EDCH) [14]). Une seconde disposition visant, cette fois-ci, à protéger la population, consiste au contrôle sanitaire de la qualité de l'EP. La fréquence des analyses de surveillance au point de mise en distribution (arrêté du 11 janvier 2007 relatif au programme de prélèvements et d'analyses du contrôle sanitaire pour les eaux fournies par un réseau de distribution [15]) dépend de la taille de la population desservie. Pour le contrôle de la qualité radiologique de l'eau, elle peut aller de 0,1 prélèvement par an pour une population desservie de moins de 50 habitants jusqu'à 12 par an pour une population de plus de 300 000 habitants.

En situation d'urgence, en cas de pollution accidentelle (non diffuse) de toute nature, le système d'alimentation en eau potable (AEP) (ressource en eau et réseau de production et de distribution), doit faire l'objet, compte tenu de l'enjeu sanitaire pour les populations, d'une réaction et d'une prise de décision, de la part des acteurs de la gestion de l'eau, les plus rapides possibles [16]. Les conduites à tenir par les décideurs et les services intervenants sont définies dans différents plans d'urgence dont les principaux sont le Plan ORSEC volet eau potable (anciennement Plan de Secours Spécialisé), le Plan Communal de Sauvegarde (PCS), le Plan VIGIPIRATE. Il peut exister également un système de management de la qualité du système d'alimentation en eau potable établi et activé par l'exploitant du réseau.

I.1.2.3.1 Plan ORSEC volet eau potable

Le plan ORSEC volet eau potable, élaboré par les services préfectoraux, reprend les objectifs de la circulaire du 27 septembre 1988 relative à la préparation des plans de secours spécialisés ayant pour objet la lutte contre des perturbations importantes sur un réseau de distribution d'eau potable [17]. Il est déclenché par le préfet en cas d'atteinte subite et grave du réseau public de distribution d'EP ou de la qualité des eaux distribuées. Ce plan, dont l'établissement au niveau départemental est une obligation réglementaire (Décret 13 septembre 2005 [8]), complète les périmètres de protection des captages afin d'accroître la sécurité de l'alimentation en eau.

Son objectif est de fournir aux autorités, ainsi qu'aux responsables de la distribution d'eau, une série de dispositions à prendre (alerte des autorités, mise en place des cellules d'évaluation et d'évacuation de la population) ainsi qu'un catalogue de solutions techniques (utilisation de ressources de secours, augmentation de la quantité d'eau fournie, gestion de la pénurie, etc.) afin de limiter autant que possible les conséquences d'une grave perturbation du réseau d'alimentation en EP et d'assurer dans les meilleurs délais un retour au service normal [17], [18].

Les procédures d'intervention proposées dans le plan ORSEC volet eau potable feront l'objet d'une étude plus approfondie dans la deuxième partie de ce rapport.

1.1.2.3.2 Plan Communal de sauvegarde (PCS)

Le PCS, défini sous l'autorité du maire, regroupe l'ensemble des documents contribuant à l'information préventive et à la protection de la population. Il détermine, en fonction des risques connus, les actions immédiates de sauvegarde et de protection des personnes, fixe l'organisation nécessaire à la diffusion de l'alerte et des consignes de sécurité, recense les moyens disponibles et définit la mise en œuvre des mesures d'accompagnement et de soutien de la population. Il comprend :

- le diagnostic des risques et des vulnérabilités locales ;
- les actions devant être réalisées par les services techniques et administratifs communaux ;
- l'inventaire des moyens propres de la commune, ou pouvant être fournis par des personnes privées implantées sur le territoire communal ;
- les dispositions spécifiques devant être prises pour faire face aux conséquences prévisibles sur le territoire de la commune des risques recensés ;
- les modalités de formation des acteurs ;
- les dispositions assurant la continuité de la vie quotidienne jusqu'au retour à la normale.

L'élaboration de ce plan est obligatoire pour les communes comprises dans le champ d'application d'un PPI [6], [7].

1.1.2.3.3 Plan VIGIPIRATE

Le plan VIGIPIRATE est un dispositif de sécurité français destiné à prévenir les menaces ou à réagir face aux actions terroristes. Une partie de ce plan est consacrée aux dispositions en termes d'organisation, de formation, de prévention et de protection des systèmes d'alimentation en EP. Elle est définie par la circulaire du 7 novembre 2003 relative aux mesures à mettre en œuvre en matière de protection des systèmes d'alimentation en eau destinée à la consommation humaine, y compris les eaux conditionnées, dans le cadre de l'application du plan VIGIPIRATE [19].

I.1.2.3.4 Management de la qualité du système d'alimentation en eau potable

En complément de ces plans d'urgence définissant l'organisation des différents acteurs de la crise en cas de pollution affectant la qualité de l'EP et applicables au territoire national, départemental ou communal, il existe un outil de gestion de la qualité défini par l'OMS et mis en place par le gestionnaire du réseau d'alimentation, le *Water Safety Plan* (WSP). Ses objectifs sont les suivants :

- identifier à chaque étape du processus les dangers qui peuvent avoir un effet sur la santé des personnes ;
- examiner la capacité du système de production et de distribution d'eau à maîtriser ces dangers ;
- programmer des améliorations techniques et organisationnelles pour remédier aux vulnérabilités.

Pour pouvoir répondre aux exigences de ce plan, la nouvelle directive cadre sur l'eau potable en cours de discussion préconisera le recours aux normes ISO de qualité ou au système de management provenant de l'industrie agro-alimentaire, l'HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point). L'HACCP identifie les risques sanitaires et améliore leur maîtrise. Sa logique de management est la suivante :

- identification et évaluation des dangers/risques,
- analyse des dispositions de maîtrise existantes,
- établissement des priorités d'action et des moyens disponibles,
- rédaction d'un plan de surveillance pour les risques correctement maîtrisés,
- construction d'un plan d'amélioration pour les risques insuffisamment maîtrisés.

A l'heure actuelle, la mise en place de ce système de management n'est pas obligatoire et son élaboration se fait uniquement au cas par cas [19], [20], [21].

I.2 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES D'UN ACCIDENT NUCLEAIRE

En cas de rejet provoqué par un accident nucléaire, les substances radioactives (généralement les isotopes de l'iode ($^{129/131}\text{I}$), du Strontium ($^{89/90}\text{Sr}$), du Césium ($^{134/137}\text{Cs}$) et du Plutonium ($^{238/239}\text{Pu}$)) se dispersent, se fixent dans divers milieux de l'environnement tels que l'eau, et entraînent une exposition temporaire ou permanente des personnes présentes sur les territoires affectés ou consommant des produits issus de ces zones contaminées [22].

L'exposition de la population par ingestion d'EP est évaluée à partir de mesures environnementales ou à partir de modèles. En fonction de l'exposition à la radioactivité liée aux différents usages de l'eau (boisson, hygiène, loisir, etc.), l'impact sanitaire de chacun est hiérarchisé.

I.2.1 Déterminants du niveau de contamination de la ressource en eau

La contamination radiologique de l'eau au robinet du consommateur est évaluée à partir de la caractérisation du terme source^(*) et de la vulnérabilité de la ressource, du système de production et de distribution d'EP.

I.2.1.1 Mobilité et persistance des radionucléides dans l'environnement

La mobilité des radionucléides dans le sol et dans l'eau est fonction de leurs propriétés physico-chimiques. Le Tableau 1 présente des valeurs attendues de coefficients de partage eau/sol (Kd) en fonction de la nature du sol pour différents radionucléides.

Tableau 1 : Valeurs attendues de coefficients de partage eau/sol pour différents radionucléides en fonction de la nature du sol [23]

Radionucléides	Coefficient de partage eau/sol (Kd en L/kg) en fonction du type de sol					
	Sableux et/ou acide	Argileux	Limoneux ou texture moyenne	Organique (>30% de M.O)	Sol en général	Sols agricoles
Césium (Cs)	$2,7.10^2$	$1,8.10^3$	$4,4.10^3$	$2,7.10^2$	$9,5.10^2$	-
Iode (I)	1	4,5	1,8	27	-	-
Plutonium (Pu)	$5,4.10^2$	$4,9.10^3$	$1,2.10^3$	$1,8.10^3$	-	$2,2.10^3$
Strontium (Sr)	13	110	20	150	17	-

Le Kd représente la distribution de l'élément entre la phase particulaire (Bq/kg) et la phase dissoute (Bq/L). Un radionucléide possédant une valeur de Kd élevée aura tendance à s'accumuler dans la phase particulaire (sol, matières en suspension ou sédiments).

Les isotopes du Cs et du Pu possèdent des valeurs de Kd élevées, comprises entre 10^2 et 10^3 L/kg. Ces valeurs correspondent à une très faible mobilité du Cs et du Pu dans le sol en particulier en présence de minéraux argileux. Etant donnée cette forte rétention de ces deux éléments, leur vitesse de migration en profondeur est très faible. Plusieurs décennies après leur apport, Cs et Pu demeurent dans la couche superficielle (dix premiers centimètres du sol) et ont de faibles chances d'atteindre la nappe phréatique. De plus, si le dépôt se produit sur un fleuve en période d'étiage en eau claire, c'est à dire faiblement chargée de matières en suspension, le Cs et le Pu, non retenus, seront dispersés par dilution. En revanche en eau trouble, une grande partie sera piégée par les matières argileuses [24], [25].

L'I et le Sr ont une affinité vis-à-vis du sol plus faible que le Cs et le Pu et des Kd de 10 à 100 fois inférieurs. L'I et le Sr sont moyennement mobiles et se retrouveront, après dépôt, un peu plus en profondeur, en particulier dans les sols poreux (sableux et limoneux). Dans une ressource superficielle, l'I et le Sr sont plus ou moins solubles dans l'eau en

fonction de leur forme chimique, ce qui modifie leur répartition entre la phase particulaire et la phase dissoute [26], [27].

En outre, la persistance des radionucléides dans l'environnement est un paramètre important dans l'estimation de sa contamination. Elle dépend de leur période radioactive^(*) (voir Tableau 2) qui permet d'estimer la durée de contamination du milieu par ces radionucléides.

Tableau 2 : Période radioactive des radionucléides (AIEA) [23]

Radionucléides	Période radioactive (années)
¹³⁴ Cs	2,1
¹³⁷ Cs	30
⁹⁰ Sr	29,1
¹³¹ I	2,2.10 ⁻² (8 jours)
²³⁸ Pu	87,7
²³⁹ Pu	2,41.10 ⁴

En raison de sa courte période radioactive (8 jours), l'¹³¹I n'est préoccupante que dans les premiers jours suivant l'accident. En effet, l'activité produite par l'iode diminue de moitié au bout de 8 jours et est divisée par 1000 au bout de 3 mois.

Pour les trois autres radionucléides, étant données leurs périodes radioactives plus longues, leur présence dans l'environnement sera à considérer pendant plusieurs dizaines voire milliers d'années.

I.2.1.2 Vulnérabilité du système d'alimentation en eau potable

La vulnérabilité d'un système d'alimentation en eau potable (AEP) dépend de l'ensemble de ses installations et ouvrages, de la ressource jusqu'au robinet du consommateur. Ce système comprend : la ressource (superficielle ou nappe libre, captive, alluviale et karstique), le captage, les usines de traitement d'eau, les réservoirs et le réseau de distribution [28].

Les différentes études effectuées sur ce sujet ne permettent pas de prévoir avec certitude les conséquences spécifiques à un rejet atmosphérique radioactif sur les différents ouvrages du système d'AEP.

I.2.2 Estimation de la contamination de la ressource en eau

En fonction de la situation par rapport au moment de l'accident (avant, pendant ou après le rejet), les outils d'évaluation de la contamination de la ressource en eau sont d'abord la modélisation, qui est complétée ensuite par les mesures dans l'environnement.

I.2.2.1 Modélisation et limites d'utilisation

- **Objectifs des modèles prédictifs :**

Les conséquences du rejet autour de l'INB doivent être évaluées le plus tôt possible afin d'aider les autorités à mettre en œuvre les dispositions appropriées de protection des populations et des intervenants le plus précocement possible (article R.1333-10 du CSP) [5]. La mise en place des actions de protection des populations nécessite donc une évaluation anticipative, à réaliser avant le début des rejets, de paramètres utiles à la modélisation qui permettra de disposer d'une estimation :

- des doses efficaces et des doses équivalentes à la thyroïde qui seraient engagées par les populations résidant sur le territoire au cours des différentes phases de l'accident ;
- des activités massives et volumiques susceptibles d'être observées dans les différents milieux de l'environnement, notamment les denrées agricoles locales et l'eau potable.

- **Modélisation du transfert de radionucléides dans les cours d'eau :**

Le code CASTEAUR (CALcul Simplifié des Transferts dans les cours d'EAUx Récepteurs) est un outil pour les études d'impact sur les cours d'eaux des rejets accidentels ou de routine des installations nucléaires. Il calcule l'évolution, dans le temps et l'espace, du transfert des radionucléides en phase dissoute et en phase particulaire. Ce logiciel permet d'obtenir, à partir du terme source, les concentrations qui seront retrouvées soit dans la chaîne trophique, soit dans la rivière à un point aval défini. Pour cela, les principaux compartiments physiques (eau, matières en suspension, sédiments de fond) et biologiques (phytoplanctons, poissons) d'un cours d'eau sont pris en compte. Les mécanismes de transfert considérés sont la diffusion et le dépôt/érosion au niveau des sédiments et la sorption/désorption au niveau des matières en suspension et des sédiments. Ce modèle permet d'obtenir une bonne vue d'ensemble de la contamination à long terme.

Il peut être adapté, le cas échéant, aux situations de crise en l'associant à d'autres modèles (dispersion atmosphérique, transferts vers les végétaux, etc.), ce qui permet d'estimer au bout de combien de temps un captage d'eau superficielle situé en aval du lieu de l'accident sera atteint par l'eau contaminée. Cette estimation permettra, dès la phase d'urgence, de préparer les actions de protection de la ressource en eau [29].

- **Limites d'utilisation des modèles prédictifs :**

Les résultats de modélisation sont entachés de nombreuses sources d'incertitudes au niveau, par exemple, du terme source (type de radionucléides rejetés, concentration, durée du rejet, etc.), des conditions météorologiques (vent, pluie, etc.), des caractéristiques du sol (porosité, composition, perméabilité, etc.) et des propriétés physico-chimiques des radionucléides. Ces incertitudes peuvent être partiellement levées au fil du temps. En effet, grâce à l'insertion de valeurs de terrain obtenues par les mesures environnementales, les résultats sont consolidés [30].

Les paramètres de modélisation en début de phase d'urgence et post-accidentelle permettent d'être le plus protecteur pour la population en choisissant les conditions les plus pessimistes. Il y a de ce fait un risque de surestimation de l'exposition et donc de mise en place de contre-mesures surdimensionnées.

I.2.2.2 Mesures environnementales et limites d'utilisation

- **Objectifs des mesures de la radioactivité dans l'eau :**

Les mesures de la radioactivité sont essentielles pour une caractérisation aussi objective et crédible que possible de la contamination de la ressource en eau suite à un accident nucléaire. Elles peuvent être faites in situ à l'aide de balises fixes ou de moyens portatifs, ou de manière différée à partir de prélèvements d'échantillons [31].

- **Réseau de mesure – HYDROTELERAY – Mesures de routine :**

Le réseau de télémessure (balises fixes) HYDROTELERAY assure une veille environnementale en temps réel au moyen d'appareils autonomes de mesure en continu de la radioactivité dans les cours d'eau. Il est constitué de 6 stations automatiques situées sur les grands fleuves français. Dès qu'une augmentation de la radioactivité est détectée par ce réseau, l'IRSN est immédiatement alerté et une investigation est menée.

Le réseau de mesure HYDROTELERAY permet de lancer l'alerte en cas de pollution mais il ne permet pas un suivi dans le temps et l'espace de l'évolution de la contamination. Cela est dû à sa faible implantation géographique (uniquement sur les grands fleuves) et à son encombrement [32].

- **Mesures en situation accidentelle :**

Les mesures en situation accidentelle sont essentielles. Elles constituent, avec la modélisation, un outil d'aide à la décision pour la mise en place et la levée des actions de protection en fonction du temps écoulé depuis l'accident. Les prélèvements sont réalisés par la CMIR de l'IRSN et des pompiers en phase d'urgence et par les Services Santé Environnement des DDASS et l'exploitant du réseau d'AEP en phase post-accidentelle. Les analyses sont réalisées par des laboratoires agréés.

La fréquence des mesures environnementales est renforcée en phase d'urgence et post-accidentelle sur une zone géographique plus ou moins importante autour du site accidenté. L'organisation de ce suivi doit être prédéfinie dans un document afin d'avoir un fonctionnement le plus optimum possible. C'est dans ce cadre que l'IRSN a pour projet d'établir un guide à l'attention des Préfets sur la mise en place d'un Plan Directeur de Mesures (PDM).

- **Limites d'utilisation des mesures environnementales :**

Les mesures environnementales fournissent une indication globale intégrant la pollution historique du site et les apports des autres sources de pollution. Elles ne permettent pas d'évaluer la part strictement attribuable au fonctionnement d'une installation [33].

Elles sont limitées par la nature et la capacité des techniques disponibles (moyens matériels et humains) et par les contraintes opérationnelles de réalisation sur une zone très étendue et dans un cadre temporel restreint en particulier pour les radionucléides à vie courte comme l'iode [30].

De plus, comme toutes mesures analytiques, les mesures de radioactivité posent des problèmes de limites de détection, de durée d'analyse, de représentativité de l'échantillonnage et d'incertitudes. En effet, en fonction de la précision voulue, la durée d'analyse peut passer de quelques heures (spectrométrie gamma avec une limite de détection de 5 Bq/L) à quelques jours (spectrométrie alpha avec une limite de détection de 0,05 Bq/L) [34].

Le volume à prélever pour réaliser les différentes analyses peut atteindre 10L. Le temps de prélèvement peut être assez long en fonction du matériel à disposition au moment de l'accident. Or, ces échantillons d'eau doivent être prélevés le plus rapidement afin d'être représentatifs de l'état de contamination à un instant t.

Enfin, ces mesures ne sont pas suffisantes pour appréhender la variabilité des situations sur des territoires étendus. Pour une évaluation complète de l'état de l'environnement et des risques pour les personnes qui s'y trouvent, les mesures doivent être combinées à l'utilisation de modèles et de bases de données [35].

1.2.3 Impact sanitaire

En temps normal, la dose efficace moyenne due à l'ingestion d'aliments et d'eau est de 0,3 mSv/an. En phase post-accidentelle, l'ingestion d'eau ou d'aliments préparés ou irrigués avec une eau contaminée devient une des sources principales d'exposition de la population avec cependant, des niveaux d'exposition restant dans le domaine des faibles voire très faibles doses (< 1 Sv). L'exposition par voie orale entraîne donc des effets aléatoires ou stochastiques qui apparaissent pour des faibles doses.

En vue de faciliter la gestion du risque pour des faibles doses, la relation retenue entre le niveau d'exposition et la probabilité d'apparition d'un effet stochastique (cancer radio-induit) est considérée linéaire sans seuil. Ces effets stochastiques dépendent du radionucléide ingéré, du débit de dose^(*), de l'usage de l'eau et de la classe de population touchée [36].

I.2.3.1 Selon les radionucléides

Les radionucléides sous forme soluble et chimiquement analogues à des éléments nutritifs essentiels auront tendance à suivre les mêmes voies que leurs analogues. Les isotopes du Strontium se comportent comme le calcium qui se fixe sur les os. Le ¹³⁷Cs suit le mouvement général du potassium dans tout l'organisme. Les isotopes de l'iode se comportent comme l'iode stable qui s'accumule dans la thyroïde [37]. La toxicité radiologique de ces radionucléides vis-à-vis de leur(s) organe(s) cible(s) est présentée dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Pathologies radio-induites en fonction du radionucléide et de la dose^(*)

Radionucléides	Organes cibles	Effet sur la santé	Référence
Iode 131	Thyroïde	Pour des fortes à très fortes doses (> 1 Sv) : hypothyroïdie ^(*) radio-induite allant jusqu'au cancer de la thyroïde	[38]
Césium 137	Irradiation globale	Pour des faibles doses (< 1 Sv) : asthénie, nausée, vomissement, anorexie Pour des fortes doses (> 1 Sv) : symptômes hémorragiques et infectieux Pour des très fortes doses (> 3 Sv) : atteintes des fonctions intestinales, pulmonaires, neurologiques entraînant la mort	[39]
Strontium	Os	Pour des faibles doses (< 1 Sv) : diminution des fonctions immunitaires par irradiation de la moelle osseuse Pour des fortes doses (> 1 Sv) : lésions nécrotiques et cancer des os et des tissus adjacents	[27]
Plutonium	Os et foie	Pour des fortes doses (> 1 Sv) : cancer des os et du foie	[25]

Certains radionucléides ont une toxicité chimique plus importante que leur toxicité radiologique. C'est le cas de l'uranium naturel qui est un néphrotoxique. Il détruit les cellules du foie sans entraîner de mutation [40].

I.2.3.2 Selon l'usage de l'eau

La principale voie d'exposition à l'eau est l'ingestion d'EP. Les autres voies d'exposition sont l'inhalation (douche), le contact cutané (loisirs aquatiques, hygiène) et l'ingestion involontaire (brossage des dents, préparation des aliments). Peu de données étant disponibles dans la littérature sur les risques liés à ces autres usages, en particulier le contact cutané et l'inhalation, il est difficile de les hiérarchiser en fonction de leur impact sanitaire.

Cependant, dans le cadre du CODIRPA, l'IRSN a publié en juillet 2008 les premiers résultats de l'étude d'impact d'un accident nucléaire sur la dose reçue par l'homme *via* la « voie eau » à court et long terme. L'impact à l'homme dû à la consommation d'eau de boisson mais également à l'utilisation de l'eau en cuisine a été déterminé à partir du calcul de l'activité volumique des radionucléides dans le fleuve. Le cas le plus pénalisant a été considéré avec un cours d'eau à faible débit et une consommation et une utilisation d'eau de rivière sans traitement. Le Tableau 4 présente les doses journalières dues à l'ingestion d'eau.

Tableau 4 : doses journalières dues à l'ingestion d'eau [41]

Usage de l'eau	Paramètres d'étude	Dose d'ingestion journalière (mSv/j)	Rapport dose journalière/ valeur repère 0,1 mSv ²
Boisson	Eau de rivière non traitée 3 L/j	$4,4 \cdot 10^{-2}$	0,44
Cuisine	Eau de rivière non traitée 1 L/j Totalité de l'eau passe dans les aliments	$1,4 \cdot 10^{-2}$	0,14

De manière schématique, l'IRSN conclut que la dose engagée par l'ingestion d'eau, quelque soit l'usage, est inférieure à la dose repère de 0,1 mSv. Par ailleurs, parmi les utilisations de l'eau, l'ingestion de boisson contaminée entraîne l'impact dosimétrique le plus important pour l'homme (représente 76% de la dose total due à l'ingestion d'eau). L'étude indique également que l'irrigation, par de l'eau contaminée, de parcelles ayant déjà été soumises aux rejets entraînerait une contamination secondaire faible, et donc un impact sur l'homme négligeable. Pour les populations vivant hors zone contaminée et alimentées par de l'eau potentiellement polluée, la « voie eau » pourrait être la seule voie d'exposition, d'où l'intérêt de la surveiller, même si la dose reçue reste faible [41].

I.2.3.3 Selon les populations touchées

Les effets des rayonnements ionisants sur la santé des personnes varient d'un individu à l'autre. La même dose n'a pas le même effet selon qu'elle est reçue par un enfant en période de croissance ou par un adulte. Par exemple, après l'accident de Tchernobyl, les enfants ont été plus sensibles aux cancers radio-induits que les adultes [42].

En plus de ces disparités bien connues, certains individus pourraient présenter une hypersensibilité aux rayonnements du fait de déficiences dans les mécanismes de réparation cellulaire commandés par la machinerie génétique. Il s'agit par exemple des hypothyroïdiens qui ont un taux d'assimilation d'iode par la thyroïde faible mais une période biologique de l'iode accrue. Si l'on considère un isotope radioactif de l'iode, la

² La valeur repère de 0,1 mSv est habituellement utilisée pour les expositions chroniques et elle est intégrée sur une année (voir I.3)

dose radiologique résultante sera plus importante que pour un sujet euthyroïdien ayant un taux d'assimilation normal [38].

Enfin, les femmes enceintes sont également considérées comme une population sensible vis-à-vis de leur embryon ou fœtus. L'effet des radiations sur l'embryon et le fœtus dépend du stade de développement. L'œuf fécondé est très sensible aux radiations avant le 9^{ème} jour. Une exposition pendant cette période peut entraîner la perte de l'œuf. Pendant la phase de développement de l'embryon, la mort ou la mutation d'une cellule peut entraîner un défaut dans l'organogenèse et être à l'origine de malformations. Le tissu nerveux est très sensible aux radiations pendant la période de développement du système nerveux (8^{ème} à 16^{ème} semaine). Des malformations ou des retards mentaux peuvent résulter de l'irradiation de l'embryon pendant cette période (Hiroshima) [42].

I.3 REGLEMENTATION RELATIVE A LA QUALITE RADIOLOGIQUE DE L'EAU

Les indicateurs de la qualité radiologique de l'eau destinée à la consommation humaine sont des outils qui permettent de mettre en évidence une contamination radiologique de l'eau et de déclencher les procédures de gestion *ad hoc*. Le chapitre qui suit présente une synthèse des différentes valeurs réglementaires applicables en France et à l'international.

I.3.1 Des indicateurs de la qualité radiologique de l'eau adaptés aux situations de routine

Les indicateurs de la qualité radiologique de l'eau adaptés aux situations de routine sont fournis par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et par la réglementation française.

L'OMS définit, dans sa directive de qualité pour l'eau de boisson [43], quatre indicateurs de la qualité radiologique des eaux (l'activité alpha globale (α_{globale}), l'activité bêta globale résiduelle (β_{globale} résiduelle), le tritium (^3H) et le « reference dose level » (RDL)) et des valeurs guide pour différents radionucléides. Ils sont destinés à évaluer, en routine, la dose d'exposition aux rayonnements ionisants d'origine naturelle attribuable à l'ingestion régulière de 2L/j d'EP pendant 1 an. Ils sont utilisables en situation de routine mais également un an après un accident nucléaire (voir Tableau 5).

Tableau 5 : Les indicateurs de la qualité radiologique de l'eau définis par l'OMS [43]

	Paramètres	Valeurs guides
Indicateurs	α_{globale}	0,5 Bq/L
	β_{globale} résiduelle	1 Bq/L
	RDL	0,1 mSv/an
Radionucléides	^3H	10000 Bq/L
	^{129}I	1000 Bq/L
	^{89}Sr	100 Bq/L
	^{90}Sr , ^{131}I , ^{137}Cs , ^{134}Cs	10 Bq/L
	$^{238/239}\text{Pu}$	1 Bq/L

La réglementation française, partiellement transposée de l'OMS, définit également quatre indicateurs de la qualité radiologique des eaux dans l'annexe II.C de l'arrêté du 11 janvier 2007 [15] : l'activité alpha globale (α_{globale}), l'activité bêta globale résiduelle (β_{globale} résiduelle), le tritium (^3H) et la dose totale indicative^(*) (DTI). De plus, les articles 4 et 5 de l'arrêté du 12 mai 2004 [44] et la circulaire du 13 juin 2007 [45] précisent les mesures complémentaires qui doivent être réalisées en cas de dépassement des valeurs guides α et β (voir Tableau 6). La stratégie d'analyse applicable au contrôle de la qualité radiologique de l'eau potable en France et utilisant ces indicateurs est présentée en annexe 2.

Tableau 6 : Les indicateurs de la qualité radiologique de l'eau en France [5], [44], [45]

Indicateurs	Valeurs	Actions engagées en cas de dépassement de l'indicateur
α_{globale}	Valeur guide : 0,1 Bq/L	Recherche des radionucléides naturels ³ puis artificiels, le cas échéant, en vue du calcul de la DTI
β_{globale} résiduelle	Valeur guide : 1 Bq/L	
Tritium (^3H)	Référence de qualité : 100 Bq/L	Recherche des radionucléides artificiels ⁴ en vue du calcul de la DTI
DTI	Référence de qualité : 0,1 mSv/an	Modalités de gestion définies dans la circulaire du 13 juin 2007

Comme le précise le titre de ce chapitre, ces indicateurs sont valables uniquement en situation de routine. En cas d'accident nucléaire, ce qui est le sujet de ce mémoire, d'autres valeurs doivent être définies en tant que niveaux d'intervention servant à déclencher l'alerte.

Dans le chapitre du CSP traitant des rayonnements ionisants [5], il est fait mention de niveaux d'intervention définis par l'ASN en situation d'urgence (voir Tableau 7). A l'heure actuelle, ces niveaux d'intervention applicables à l'eau potable n'ont pas encore été établis.

³ Radionucléides naturels : ^{234}U , ^{238}U , ^{226}Rd , ^{228}Rd , ^{210}Po , ^{210}Pb .

⁴ Radionucléides artificiels : ^{14}C , ^{90}Sr , ^{60}Co , ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Am .

Tableau 7 : Extrait de la réglementation portant sur les niveaux d'intervention [5]

SOURCE	ARTICLE	REGLEMENTATION
Code la Santé Publique	R.1333-80	En situation d'urgence, le préfet se tient prêt à mettre en œuvre des actions de protection de la population dès lors que les prévisions d'exposition aux rayonnements ionisants [...] dépassent les niveaux d'intervention définis par une décision de l'ASN [...].
Livre III Titre III Chapitre III Rayonnement ionisant	R.1333-90	[...] En cas d'exposition durable, [...] un arrêté des ministres chargés de la santé, de l'agriculture et de l'environnement, après avis de l'ASN, détermine les niveaux de dose à partir desquels ces actions sont mises en œuvre. [...]

La France, n'ayant pas déterminé de valeurs de référence pour les radionucléides dans l'eau en situation d'urgence ou post-accidentelle nucléaire, il est utile de consulter d'autres sources internationales.

I.3.2 Des valeurs limites adaptées au commerce international suite à un accident nucléaire

Le *Codex Alimentarius*, l'AIEA et EURATOM fournissent des valeurs limites qui s'appliquent aux radionucléides contaminant les aliments (dont l'eau potable) faisant l'objet d'un commerce international en situation post-accidentelle nucléaire (voir Tableau 8). Elles sont établies pour protéger la santé des populations éloignées de la zone contaminée.

La commission du *Codex Alimentarius*⁵ et l'AIEA ont adopté des limites indicatives (LI) applicables la première année après un accident. Elles sont basées sur une dose limite de 1 mSv par an et ont été établies pour une population consommant 10 % de denrées contaminées [46], [47].

Le règlement (Euratom) n°3954/87 du Conseil du 22 décembre 1987⁶ fixe des Niveaux Maximaux Admissibles (NMA) de contamination radioactive pour les denrées alimentaires. Ils sont basés sur une dose limite de 5 mSv et ont été établies pour une population consommant 10 % de denrées contaminées [48].

⁵ Créée en 1963 conjointement par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

⁶ Modifié par le règlement CEE n°2219/89 du Conseil du 18 juillet 1989, relatif aux conditions particulières d'exportation des denrées alimentaires et des aliments pour bétail après un accident nucléaire ou dans toute autre situation d'urgence radiologique.

Tableau 8 : Extrait des recommandations du Codex/EURATOM [46], [47], [48]

Radionucléides	LI Codex (Bq/kg ou Bq/L) aliments destinés à la consommation (y compris eau de boisson)	NMA Euratom (Bq/kg ou Bq/L) liquides destinés à la consommation
^{134}Cs , ^{137}Cs	1000	1000
^{131}I	100	500
^{90}Sr	100	125
$^{238/239}\text{Pu}$	10	20

Les denrées alimentaires dont la contamination radioactive dépasserait ces valeurs limites ne pourront pas être exportées vers les pays tiers. L'application de ce règlement ne doit pas excéder trois mois et doit être relayée ensuite par des dispositions spécifiques.

I.3.3 Des seuils d'intervention destinés à protéger les populations locales en cas d'accident nucléaire

La Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) et Santé Canada ont établi des seuils d'intervention^(*) destinés à protéger les populations locales en cas d'accident nucléaire (voir Tableau 9).

La CIPR a déterminé des niveaux appropriés pour lesquels l'intervention devrait être envisagée. Pour le contrôle des aliments et de l'eau contaminés par la radioactivité, la CIPR 60 recommande d'utiliser une dose efficace évitée^(*) de 10 mSv en un an comme niveau d'intervention^(*) [49].

Les lignes directrices de Santé Canada visent à conseiller les organismes d'intervention d'urgence sur les décisions concernant le retrait et le remplacement des aliments commerciaux et de l'EP publique contaminés. Fondés sur le concept de la limitation des risques pour la santé, les seuils d'intervention ont été établis pour une dose efficace^(*) de 1 mSv par an. Pour la consommation d'EP, qui est généralement produite localement, il est supposé que toute l'eau consommée est contaminée. Ces seuils d'intervention sont basés sur des hypothèses ne prenant pas en compte la décroissance radioactive au cours du temps et considérant l'existence d'une population plus sensible, ce qui les rend majorants en surestimant les doses [22].

Tableau 9 : Recommandations de la CIPR et de Santé Canada [22], [49]

Radionucléides	Seuils d'intervention CIPR (Bq/kg ou Bq/L)	Seuils d'intervention Santé Canda (Bq/kg ou Bq/L)
¹³⁷ Cs	1000 – 10000	100
¹³⁴ Cs	-	100
¹³¹ I	1000-10000	100
⁹⁰ Sr	-	30
⁸⁹ Sr	-	100
²³⁹ Pu	10 – 100	1
²³⁸ Pu	-	1

En général, des niveaux plus élevés ne sont justifiés que si l'on ne dispose pas d'approvisionnement de remplacement adéquat pour l'eau et les aliments essentiels ou lorsque l'intervention peut provoquer une pénurie de vivres, le danger pour la santé résultant d'un apport alimentaire insuffisant ne devant pas dépasser le risque radiologique en l'absence d'intervention.

II SYNTHÈSE DES TRAVAUX RÉALISÉS

Cette partie présente les résultats des travaux réalisés dans le but de faire des propositions d'amélioration de la gestion de l'eau en situation d'urgence et post-accidentelle nucléaire.

II.1 RESULTATS DE L'ÉTUDE DU CONTENU ACTUEL DES PPI EN MATIÈRE DE GESTION DE L'EAU

Le PPI est le plan de gestion de crise qui est utilisé par tous les acteurs en cas d'accident nucléaire susceptible d'avoir des répercussions sur l'environnement ou les populations à l'extérieur du site nucléaire. C'est pourquoi son contenu en matière de gestion de l'eau a fait l'objet d'une étude particulière. Le CODIRPA, dans la réflexion duquel s'intègre ce mémoire, a basé ses travaux sur des scénarios d'accidents sur un Centre Nucléaire de Production d'Electricité (CNPE) avec des rejets atmosphériques de substances radioactives. Afin de rester cohérent avec ce choix, un état des lieux du contenu des PPI relatif à l'eau a été réalisé à partir des 20 PPI (et leurs annexes) des CNPE présents sur le territoire français (voir annexe 3). Le Tableau 10 présente la liste des documents, relatifs à l'eau, disponibles dans chacun des PPI. Les informations entre parenthèses correspondent au rayon de la zone centrée sur le CNPE pour laquelle les différentes données fournies ont été recensées.

Tableau 10 : Liste des documents relatifs à l'eau et disponibles dans chacun des PPI [50]

Liste des documents relatifs à l'eau potable		CNPE								
		Chooz	Creys	Cruas	Flamanville	Golfech	Gravelines	Paluel	Penly	Tricastin
Plans	Zone d'alimentation de la population en fonction de la nature de la ressource en eau					X (50km)				
	Localisation des captages		X	X		X (50km)	X (50km)	X (10km)	X (10km)	
	Périmètre de protection			X				X	X	
Liste nominative	Code d'identification des captages	X (10km)	X		X			X (10km)	X (10km)	X (40km)
	Exploitants des captages							X (10km)	X (10km)	
	Exploitants des unités de traitement				X					
	Réservoirs	X (10km)								
	Exploitants des unités de distribution	X (10km)								
Coordonnées	Exploitants des captages		X	X		X (50km)				
	Exploitants des unités de distribution					X (10km)				

La liste nominative renvoie à un listing simple des différentes personnes ou ouvrages sans information complémentaire autre que leur nom ou numéro d'identification. La partie « coordonnées » regroupe les PPI fournissant les coordonnées postales et téléphoniques des exploitants.

Seuls 9 PPI sur 20 contiennent des documents relatifs à l'EP (carte des captages ou des réservoirs d'EP et/ou coordonnées téléphoniques des gestionnaires d'AEP). De plus, la nature et le nombre de documents contenus dans ces 9 PPI ne sont pas homogènes entre eux. Par exemple, le PPI de Tricastin fournit uniquement la liste des captages, alors que le PPI de Golfech fournit, quant à lui, la localisation de ces captages accompagnée du type d'eau prélevée ainsi que les coordonnées des exploitants des captages et des unités de distribution.

La zone pour laquelle les captages sont cartographiés ou listés est délimitée par le rayon des 10 km autour du CNPE, à l'exception de 3 PPI qui recensent ces ouvrages sur plusieurs dizaines de kilomètres. Il s'agit des PPI de Golfech et de Gravelines avec une cartographie sur une zone de 50 km de rayon et du PPI de Tricastin dont le rayon d'étude est de 40 km.

Les données fournies par les PPI concernent, pour la grande majorité d'entre eux, uniquement la production et la distribution d'eau potable. Les autres usages de l'eau (pompage pour l'irrigation, pêche, baignade, etc.) ne sont pratiquement pas mentionnés à l'exception des PPI de Paluel et Penly qui sont des CNPE situés en front de mer. Etant donnée leur localisation, leur PPI recense de façon synthétique les activités de pêche ainsi que les plages situées sur une zone de 10 km de rayon.

Concernant les voies fluviales, elles sont considérées dans les PPI comme moyens de transport et non comme lieux de loisir (baignade, activité nautique) et de pêche.

Les PPI fournissent également, par le biais des fiches d'actions réflexes, des propositions d'actions de gestion relatives à l'eau en situation d'urgence nucléaire voire en situation post-accidentelle (voir Tableau 11).

Tableau 11 : Propositions d'actions de gestion relatives à l'eau recensées dans les PPI [50]

Propositions d'actions de gestion relatives à l'eau		Belleville	Bugey	Chinon	Flamanville	Golfech	Paluel	Penly	Tricastin
Urgence	Alerter la population et les distributeurs d'eau potable (EP) en aval de la centrale			X				X	
	Activer le plan de secours applicable au réseau de distribution d'EP		X		X				
	Surveiller le réseau d'AEP			X				X	
	Intensifier les mesures de contrôle de la qualité de l'eau				X				
	Préparer les mesures palliatives à une interruption de distribution d'EP			X				X	
	Utiliser des ressources de secours plus en profondeur		X						
	Pomper l'eau pour faire des réserves		X						
	Arrêt de l'alimentation par les sources superficielles		X						
	Protéger les points d'eau (château d'eau)		X						
	Evaluer les conditions de maintien de la distribution d'EP dans les zones de mise à l'abri	X							
Phase post-accidentelle	Continuer les mesures environnementales (caractériser la zone réellement contaminée)					X	X	X	
	Définir le périmètre concerné par l'interdiction de consommation d'EP								X

Des actions de gestion de la ressource en eau ou du réseau AEP, regroupées dans le tableau 11, sont proposées dans 8 PPI sur 20, dont 5 traitant de la phase d'urgence et 4 de la phase post-accidentelle.

La nature des actions de gestion proposées en phase d'urgence varie d'un PPI à l'autre. Par exemple, le PPI de Bugey prescrit des actions techniques telles que le remplissage ou le confinement des réservoirs d'EP, alors que le PPI de Flamanville mentionne l'activation du plan de secours applicable au réseau d'AEP sans préciser les actions qui en découlent.

En ce qui concerne la phase post-accidentelle, les recommandations portent soit sur l'interdiction de consommation d'eau potable soit sur le renforcement des mesures environnementales. De plus, les PPI peuvent également recenser les questions qu'il faut se poser lors de la préparation de la phase post-accidentelle. Il s'agit des PPI de Cattenom, Belleville, Chooz, Cruas, St Laurent et Paluel qui soulèvent les questions de zone et de délai d'application des interdictions de consommation d'EP.

Cette synthèse du contenu des PPI révèle un manque important d'homogénéité d'un PPI à un autre vis-à-vis des documents et des propositions d'actions de gestion de l'eau. En

effet, certains proposent de nombreuses actions de protection mais ne fournissent pas les documents annexes utiles à leur mise en place et inversement.

Afin d'avoir une idée plus précise sur les informations qui pourraient être intégrées aux PPI, une recherche dans la littérature de plans, rapports ou bases de données relatifs à la gestion de l'eau a été réalisée.

II.2 SYNTHÈSE DES DONNÉES DISPONIBLES DANS LA LITTÉRATURE

La littérature est riche de plans, de rapports et de bases de données dans lesquels sont regroupées une multitude d'informations pouvant être utiles à la gestion de la ressource en eau et du réseau d'AEP en cas d'accident nucléaire. Cette dispersion d'informations dans différentes sources documentaires rend leur accessibilité délicate notamment en phase d'urgence. Afin de faciliter leur recherche, une présentation des sources documentaires étudiées a été réalisée, suivie d'une synthèse de leur contenu.

II.2.1 Sources d'informations

Les sources étudiées sont : le plan ORSEC volet eau potable, l'étude préalable à la mise en place des périmètres de protection (PP) des captages, la base de données SISE-EAUX et la banque de données du Sous-Sol (BSS). Le plan ORSEC est présenté dans la partie I.1.2.3.1 de ce rapport.

II.2.1.1 L'étude préalable à la mise en place des PP

L'étude préalable est réalisée par un bureau d'étude. Elle est obligatoire pour les captages dont le débit maximal horaire est supérieur à 8 m³/h et porte sur les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques du secteur aquifère ou du bassin versant concerné, sur la vulnérabilité de la ressource et sur les mesures de protection à mettre en place. Elle fournit à l'hydrogéologue agréé une partie des éléments nécessaires en matière d'hygiène publique pour définir les PP. Elle doit permettre de répondre aux questions suivantes : origine et qualité de l'eau, modalités d'alimentation, conditions d'écoulement et conditions de protection naturelle. Toutefois, le contenu de l'étude dépend en général du contexte hydrogéologique et de la vulnérabilité des ressources. C'est pourquoi, la quantité et la qualité des informations recensées peuvent être hétérogènes d'une étude à l'autre [51].

II.2.1.2 SISE-EAUX

La base de données SISE-eaux est exploitée par les DDASS. Elle permet d'apporter une aide à l'interprétation et à la décision, tant en fonctionnement normal qu'en situation d'urgence. Elle recense un grand nombre d'informations relatives à la gestion des installations du réseau d'AEP et en particulier sur [52] :

- les installations (captages, stations de traitement et production, réseau d'adduction),
- les liens entre installations (entre captages et stations de traitement et production),
- les organismes concernés par la gestion du réseau (mairies, communes, syndicats),
- les organismes prestataires de service : les laboratoires d'analyse.

II.2.1.3 BSS

La Banque des données du Sous-Sol (BSS) est la base de données nationale des ouvrages souterrains déclarés sur le territoire français. Elle regroupe les informations techniques et géologiques, acquises lors des forages et collectées auprès des foreurs et des maîtres d'ouvrages. Elle permet de localiser les différents ouvrages sur des cartes géologiques de France. A chaque forage, une fiche descriptive est disponible. Elle regroupe le code BSS, la localisation et les coordonnées Lambert du forage, l'utilisation (piézomètre, prélèvement d'eau, etc.), la coupe géologique du sous-sol au niveau de l'ouvrage et les résultats des essais de nappe.

La synthèse du contenu de ces différentes sources d'informations aborde les thématiques suivantes : caractérisation de la ressource en eau, cartographies, données relatives aux ressources de secours en EP, données relatives aux unités de production d'EP, listes de contact, des actions de gestion de l'eau [53].

II.2.2 Caractérisation de la ressource en eau

Les éléments de caractérisation de la ressource en eau permettent d'estimer la vulnérabilité du milieu vis-à-vis d'une pollution radiologique (rejet liquide ou atmosphérique). Ils permettent par exemple, en cas d'accident, d'estimer la vitesse de circulation du radionucléide rejeté dans la ressource en eau et ainsi de pouvoir prévoir à quel moment un captage sera touché par cette pollution. Les données relatives aux ressources en eau sont essentiellement répertoriées dans l'étude préalable à l'instauration des PP. D'autres peuvent être consultées sur SISE-EAUX et sur BSS. Le Tableau 12 présente la liste des éléments concernant la ressource en eau.

Tableau 12 : Eléments concernant la ressource en eau [14], [51], [52], [53]

	Contenu de l'étude préalable à l'instauration des PP	SISE-EAUX	BSS
Contexte hydrogéologique	type d'aquifère (poreux, socle, karst, etc.), type de nappe	X	X
	perméabilité et porosité de l'aquifère	X	X
	relations éventuelles avec des eaux de surface (cours d'eau, plan d'eau) ou de profondeur	-	-
	sens d'écoulement de la nappe	-	-
	résultats des essais de pompage et de traçage (ordre de grandeur des vitesses d'écoulement)	-	-
	synthèse des essais de nappe (hauteur de la nappe, limite d'alimentation, drainance, etc.)	-	X
	zone d'appel et aire d'alimentation	-	X
	courbes isochrones en précisant la méthode employée (traçage, calcul)	-	-
Contexte hydrologique (eau de surface)	caractéristiques du bassin versant	X	-
	débit caractéristique du cours d'eau à la prise	X	-
	vitesse d'écoulement à différentes saisons	X	-
	temps de séjour dans le plan d'eau	-	-
	zones inondables	-	-
Environnement et vulnérabilité	échelle de vulnérabilité	-	-
	présence de zones d'infiltration rapide (bétoires, gouffres, puits, ouvrages absorbants, etc.)	-	-
	couverture pédologique, perméabilité et épaisseur des terrains superficiels	X	X
	zones d'affleurement	-	-

L'étude préalable à l'instauration des PP est globalement très riche de données relatives à la ressource en eau mais elle est peu accessible et n'est pas encore, à l'heure actuelle, disponible pour tous les captages en exploitation.

Au 3 mars 2008, seulement 52% des captages faisaient l'objet d'une Déclaration d'Utilité Publique (DUP) pour laquelle une étude préalable a été réalisée par un bureau d'étude. Toutefois, l'action prioritaire n°10 du Plan National Santé-Environnement (PNSE), « améliorer la qualité de l'EP en préservant les captages d'EP des pollutions ponctuelles et diffuses », a pour objectif de protéger 80 % des captages en 2008, et la totalité d'ici 2010 [54].

La base de données SISE-EAUX est, quant à elle, alimenté en majorité par les DDASS, ce qui permet d'assurer une mise à jour régulière des données. Néanmoins, l'utilisation de cette base de données peut s'avérer compliquer pour une personne non expérimentée étant donnée la multitude de paramètres à compléter. Contrairement à SISE-EAUX, la banque de données BSS est accessible au public via le site internet <http://infoterre.brgm.fr>. Elle est facilement exploitable pour une personne non expérimentée. Cependant, le contenu des fiches descriptives vari en fonction de l'ouvrage et les captages en eau superficielle ne sont pas considérés.

II.2.3 Cartographie

Les cartes répertoriant les différentes structures du réseau de production et de distribution d'eau potable sont des outils indispensables à la gestion de la ressource en eau en cas de crise. Localisant les différents ouvrages du réseau, elles permettent d'identifier efficacement les zones les plus à risque en cas de rejet accidentel radioactif. Elles sont généralement disponibles soit dans le plan ORSEC volet eau potable soit dans l'étude préalable, soit dans la BSS. Le Tableau 13 liste les différentes cartes qui ont été recensées.

Tableau 13 : Liste des cartes généralement disponibles dans le plan ORSEC, l'étude préalable et la BSS [14], [17], [51], [53]

Cartographies	Plan ORSEC volet eau potable	Etude préalable	BSS
Plan du réseau d'AEP	X	-	-
Plan des interconnexions	X	-	-
Localisation des unités de production	X	-	-
Zones d'influence des centres de production (importance de la population desservie)	X	-	-
Localisation des ressources en eau en fonction de leur origine	X	X	-
Localisation des captages d'EP	X	X	X
Localisation des périmètres de protection	-	X	-
Localisation des systèmes karstiques	-	X	-
Localisation des puits privés	X	-	X
Localisation des fontaines publiques	X	-	-
Localisation des captages utilisés pour l'irrigation	-	-	X

La même remarque que précédemment peut être faite pour cette partie du mémoire concernant l'étude préalable. Cette étude fournit quelques cartes utiles en cas d'accident, comme la localisation des nappes karstiques qui sont une des ressources les plus vulnérables. Mais ces cartes ne sont pas toujours disponibles (pas de périmètre de protection) ou alors sous des formats peu opérationnels (photocopies noir et blanc par exemple).

Pour le plan ORSEC volet eau potable, une étude de son contenu a été réalisée en 2002 par l'Office International de l'Eau [55]. Cette étude a mis en évidence une importante hétérogénéité des documents fournis entre les différents départements le mettant en place. Ainsi, les données listées dans cette partie du mémoire ne sont pas obligatoirement retrouvées dans le plan ORSEC.

Les DDASS et les exploitants peuvent également détenir ces cartes.

II.2.4 Données relatives aux alimentations de secours en EP

Les alimentations de secours en EP permettent de pallier un arrêt de la distribution d'eau en cas de contamination de l'eau. Les identifier au préalable permet aux acteurs de la gestion de l'eau de les mettre en place plus rapidement et ainsi d'assurer à la population concernée une alimentation en continu en eau propre à la consommation.

Les sources documentaires faisant mention de ces ressources de secours sont les suivantes [14], [17], [51] :

- le plan ORSEC volet eau potable fournit un catalogue des solutions techniques de secours : mesures internes à l'unité de distribution, utilisation de ressources de secours, utilisation d'interconnexions permanentes ou d'urgence, augmentation de la quantité d'eau fournie par des ressources non contaminées (augmentation du débit, augmentation de la durée quotidienne de prélèvement), distribution d'eau extérieure au réseau (citerne, bache, eaux embouteillées), traitement sur place de l'eau, gestion de pénurie ;
- l'étude préalable décrit les solutions de substitution (captage, interconnexion, etc.) et caractérise la ressource de substitution (origine, qualité, etc.).

Les solutions techniques proposées par le plan ORSEC au niveau départemental doivent être adaptées aux communes avoisinant le CNPE. En effet, en zone rurale, il y a moins d'interconnexions du fait de l'étalement géographique de la population.

Le rapport de l'hydrogéologue est, quant à lui, spécifique à un captage, aussi les ressources de secours mentionnées peuvent être appliquées immédiatement.

Les mêmes remarques que précédemment peuvent être faites pour cette partie du mémoire (problèmes de disponibilité, de mise à jour et d'utilisation).

II.2.5 Description des unités de production

Les fiches de description des unités de production sont disponibles dans le plan ORSEC, dans l'étude préalable et dans la base de données SISE-EAUX. Ces fiches présentent les différents procédés de traitement utilisés dans les usines de production [14], [17], [51], [52].

Ce listing des différentes techniques de traitement utilisées permet d'estimer la capacité de l'usine de traitement à éliminer les radionucléides qu'ils soient sous forme dissoute ou particulaire. Par exemple, une eau provenant d'une nappe phréatique peut être très peu traitée (chloration). De ce fait, en cas de pollution d'une nappe phréatique par des radionucléides, l'usine de traitement qui est alimentée par cette ressource n'aura pas les équipements nécessaires pour traiter l'eau et la rendre potable.

Les exploitants possèdent également ces données. Toutefois, chaque commune d'un département possède son propre réseau géré soit par un exploitant privé soit par la commune elle-même. Cette diversité de gestionnaire aboutit à une dispersion des informations. Elle s'observe en particulier pour un département rural composé d'une multitude de petites communes. Cette remarque s'applique également aux données relatives aux ressources de secours en EP.

II.2.6 Annuaire et listes

Les listes et annuaires permettent d'obtenir les coordonnées de la structure responsable soit du captage, soit du réseau de distribution, soit de l'usine de traitement. Le plan ORSEC et la base de données SISE-EAUX en regroupent quelques unes (voir Tableau 14). La préfecture et les DDASS détiennent également ces listings.

Tableau 14 : Listes contenues dans le plan ORSEC et SISE-EAUX [17], [52]

Documents	Plan ORSEC volet eau potable	SISE-EAUX
Liste des exploitants des unités d'exploitation et de production	X	X
Liste des exploitants des unités de distribution	X	X
Liste des laboratoires agréés	X	-
Liste des unités de production	-	X
Liste des captages	-	X
Population desservie par une unité de distribution	-	X

Les coordonnées des différents exploitants sont indispensables en cas d'accident nucléaire, car ce sont eux qui mettent en place les actions de gestion décidées par les pouvoirs publics. Pour être opérationnelles, elles doivent être mises à jour régulièrement. Cette condition ne s'applique pas au plan ORSEC car sa mise à jour se fait en cas de refonte complète du plan, ce qui se produit assez rarement.

SISE-EAUX, qui est régulièrement remis à jour, fournit les coordonnées d'organismes liés à un point de surveillance et non à une installation. Dans certains cas, les organismes gérant ces deux points sont différents. Néanmoins, la base de données fournit une liste nominative (sans les coordonnées postales et téléphoniques) des exploitants des unités d'exploitation et de production, et de distribution.

II.2.7 Actions de gestion

En dehors des documents cités précédemment, des propositions d'actions de gestion de l'eau en cas de pollution accidentelle sont également disponibles dans le plan VIGIPIRATE et le plan ORSEC volet eau potable.

Le plan VIGIPIRATE [19] énumère les différentes missions à la charge de l'exploitant du réseau d'AEP. Il s'agit d' :

- un renforcement de la capacité d'intervention en urgence : sensibilisation des opérateurs ;
- une activation des dispositions techniques préventives ;
- un renforcement de la surveillance des installations et de la vigilance : équiper les laboratoires de surveillance des exploitants de moyens analytiques de terrain ;
- une préparation de la communication auprès des abonnés et de la liaison avec la préfecture ;
- un renforcement de la surveillance des points les plus vulnérables des systèmes d'AEP : inspection du système d'alimentation en eau potable (captage, production et distribution) ;
- un renforcement et extension des analyses de surveillance de la qualité de l'eau ;
- une vérification du bon fonctionnement des interconnexions du réseau et de la mise à jour des consignes des plans d'intervention en situation d'urgence ;
- une préparation de l'organisation des permanences des services ;
- une constitution de stocks d'eau potable de secours.

Le plan ORSEC volet eau potable, quant à lui, propose des actions vis-à-vis de la population et de la ressource en eau. Il s'agit [17] :

- d'évacuation de la population,
- de plan d'installation des barrages mobiles pour la protection des prises d'eau,
- de schéma directeur des analyses.

Toutes ces propositions d'actions proviennent de plans non spécifiques au nucléaire. Il est donc utile de vérifier leur adaptabilité vis-à-vis d'un accident nucléaire. L'applicabilité de trois actions de gestion de l'eau en cas de pollution non radiologique sera discutée dans la partie suivante.

Afin d'avoir une idée plus précise sur les informations qui pourraient être intégrées aux PPI, les services santé-environnement des DDASS, qui sont les acteurs principaux concernés par la gestion de l'eau, ont été interrogés.

II.3 RECUEIL D'INFORMATIONS AUPRES DES SERVICES SANTE-ENVIRONNEMENT DES DDASS

Au cours du mois de juin 2008, les 18 DDASS concernées par un CNPE sur leur département ont été interrogées, via un questionnaire (voir annexe 4), sur leur méthode de gestion de l'eau en situation de crise due à une pollution accidentelle quelle qu'en soit la nature. Sur les 18 DDASS contactées, 10 ont répondu au questionnaire soit par entretien téléphonique soit par e-mail. La liste des personnes contactées est présentée en annexe 5. Le questionnaire établi pour cette enquête avait pour objectif de recueillir des informations concernant :

- les outils à disposition du service santé-environnement (SSE) des DDASS en cas de pollution de la ressource en eau et utilisables en situation d'accident nucléaire,
- les méthodes de gestion de la ressource en eau et du réseau d'AEP en cas de pollution accidentelle.

II.3.1 Les documents à disposition des DDASS en cas de pollution de la ressource en eau et en situation d'accident

Sur les 10 DDASS ayant répondu au questionnaire, toutes avaient déjà participé à au moins un exercice de crise nucléaire au cours des trois années précédentes, pendant lequel la gestion de la ressource en eau avait été traitée. Jusqu'à récemment (2008), ces exercices ne concernaient que la phase d'urgence. Néanmoins, 30 % des DDASS ont déjà participé à un exercice de crise nucléaire qui testait également la phase post-accidentelle. Ce nombre restreint s'explique par la prise en compte récente de la phase post-accidentelle dans la gestion des accidents nucléaires, suite à la mise en place du CODIRPA en 2005.

- **Sources d'information des DDASS :**

La participation du SSE des DDASS aux exercices de crise comprend une phase préparatoire destinée à regrouper toutes les informations qui leur semblent nécessaires pour mener à bien l'exercice. La première partie du questionnaire a permis de recenser ces informations. Elles sont regroupées dans le Tableau 15 et marquées d'un double astérisque (**). Il s'agit, par exemple, de cartes permettant de localiser les captages et les réservoirs d'EP (châteaux d'eau) et des listes avec les coordonnées des exploitants d'AEP et des laboratoires agréés qui réalisent les analyses de qualité radiologique de l'EP.

Il leur a été également demandé de noter parmi une liste préétablie de documents relatifs à l'eau ceux qu'ils avaient soit directement soit indirectement (doit en faire la demande auprès de l'entité détentrice) à disposition dans leur service. Le Tableau 15 rassemble

toutes ces informations en précisant leur format, la source documentaire dont elles sont issues et les entités qui les détiennent.

Tableau 15 : Liste des documents utiles en situation d'accident nucléaire

Document	Sources documentaires	Entités détentrices	Format disponible
Zone d'alimentation de la population en fonction de la nature de la ressource en eau **	SISE-EAUX, PPI	Agence de l'eau, DDAF, DDASS	SIG ^(*) ou papier
Localisation et liste des captages **	BSS, SISE-EAUX, PPI	DDASS, DDAF	SIG, informatique ou papier
Localisation et liste des réservoirs d'EP **	SISE-EAUX, PPI	-	Informatique ou papier
Localisation et liste des unités de production **	SISE-EAUX, PPI	DDASS	Papier
Plan du réseau d'AEP avec les interconnexions **	Plan ORSEC volet eau potable	Exploitant AEP	Informatique ou SIG
Liste des exploitants de distribution d'AEP **	PPI	DDASS	Papier
Liste des laboratoires agréés **	-	DDASS	-
Arrêté de restriction, d'interdiction et d'information **	-	DDASS	-
Plan de mesure et protocole d'échantillonnage	-	Pompier, laboratoire agréé	
Etude de vulnérabilité des ressources ^(*)	-	Exploitant AEP, BRGM, DRASS, DDASS	Informatique ou papier
Rapport des hydrogéologues (périmètre de protection des captages)	-	Exploitant AEP, BRGM, DRASS, DDASS	Informatique ou papier

(Source : enquête réalisée auprès des DDASS en juin 2008)

- **Disponibilité des documents :**

Tout d'abord, il ressort de cette enquête que la plupart des documents utiles en cas de pollution de l'eau sont directement ou indirectement à la disposition des DDASS et sous des formats différents. En prenant pour exemple le rapport des hydrogéologues, ce dernier est en possession soit du BRGM, soit de l'exploitant, soit de la DRASS ou de la DDASS.

- **Mise à jour des documents :**

L'enquête a également mis en évidence un problème de mise à jour des cartes (par exemple, allongement du réseau d'eau potable ou nouvelle construction d'un puits privé non répertoriés).

- **Interopérabilité :**

La dispersion d'informations entre les acteurs nécessitant une mise à jour régulière s'accompagne d'un manque d'interopérabilité lié aux incompatibilités de formats utilisés par les différents acteurs de la gestion de l'eau.

Toutes ces lacunes compliquent la mise en place des actions de gestion de l'eau et de ce fait sont susceptibles d'augmenter les conséquences environnementales et sanitaires d'un accident nucléaire.

II.3.2 Gestion d'une pollution accidentelle de la ressource en eau

La partie du questionnaire dédiée à la gestion des pollutions accidentelles de la ressource en eau a permis de recenser toutes les propositions d'actions de gestion de la ressource en eau (souterraine ou superficielle) faites par les DDASS et applicables à toute pollution accidentelle (chimique, microbiologique ou radiologique).

- **Actions adaptables au volet radiologique**

Les actions de gestion de l'eau fournies par les DDASS sont applicables, pour la plupart, aux pollutions radiologiques (voir Tableau 16).

Tableau 16 : Liste des actions de gestion relatives à l'eau proposées par les DDASS et applicables en cas de pollution radiologique

Phase de l'accident	Nature de la Ressource	Actions de gestion proposées concernant l'eau potable
Phase d'urgence	Souterraine ou superficielle	Protéger les réservoirs (colmater les événements ou mettre sous pression les châteaux d'eau)
		By-passer les châteaux d'eau et alimenter directement la population depuis l'usine de traitement
		Remplir au maximum les réservoirs d'eau à des fins de stockage en cas d'interruption de pompage
	Mettre en place les restrictions ou interdictions de consommation d'eau du réseau	
	Superficielle	Arrêter le(les) captage(s) situé(s) sous le panache et dans la zone des 10 km pendant le rejet
Phase post-accidentelle	Souterraine et superficielle	Mettre en place les alimentations de secours (interconnexions, eaux embouteillées, citernes d'eau potable)
		Suivre régulièrement la qualité de l'eau
		Déterminer les conditions de levée des restrictions

(Source : enquête réalisée auprès des DDASS en juin 2008)

Les actions proposées en phase d'urgence doivent pouvoir être mises en place rapidement et facilement par les exploitants du réseau d'AEP. Elles dépendent essentiellement de la vulnérabilité des ouvrages du réseau d'AEP et portent essentiellement sur l'isolement des réservoirs et sur l'arrêt du pompage au niveau du captage d'une ressource superficielle. Pour la phase post-accidentelle, la mise en application de ces propositions n'est plus immédiate. Elle demande un certain délai de préparation. Par exemple, l'approvisionnement en eaux embouteillées dépendra du délai de livraison du distributeur. La phase post-accidentelle doit être préparée dès la phase d'urgence pour permettre aux intervenants de se munir des moyens techniques et humains nécessaires à une action efficace.

- **Actions non adaptables au volet radiologique**

Certaines actions mises en place lors de pollutions accidentelles par des pesticides ou des hydrocarbures ont été évoquées. Il s'agit de la dilution de la pollution avec une eau provenant d'une ressource non contaminée, de la mise en place d'un barrage hydraulique et de l'adaptation de la chaîne de traitement de l'eau avant distribution. Ces dernières propositions ne sont pas, à l'heure actuelle, applicables aux accidents radiologiques.

En effet, comme le mentionne la circulaire du 13 juin 2007 [45], la dilution d'une pollution radiologique n'est pas tolérée en cas de contamination artificielle. Cette circulaire est applicable aux situations de routine. En cas d'accident nucléaire de grande ampleur, elle serait vraisemblablement difficilement applicable.

Les barrages hydrauliques, permettant de retenir les nappes d'hydrocarbures restant en surface, ne peuvent être utilisés en cas de pollution radiologique car, contrairement aux hydrocarbures, les radionucléides sont majoritairement très solubles en eau claire et ainsi se dispersent à l'intérieur du cours d'eau (par exemple, après l'accident de Tchernobyl 70 à 90% des radionucléides dans l'eau étaient sous forme dissoute [35]).

En ce qui concerne la chaîne de traitement, il existe quelques procédés de réduction de la contamination radiologique pouvant conduire à une réduction significative de la radioactivité, mais ces derniers sont actuellement peu répandus au niveau des usines de traitement. En effet, les techniques fournissant les abattements les plus forts vis-à-vis de la pollution radiologique (40-70%) sont les filtres à zéolithe, les résines d'échange d'ions et l'osmose inverse. Elles sont peu utilisées dans le domaine du traitement de l'eau et ont un coût de fonctionnement important car gourmandes en énergie. Par contre, les techniques de traitement habituelles comme le filtre à sable et la coagulation/floculation/décantation/clarification fournissent des abattements de l'ordre de 10-40% et peuvent donc être efficaces en cas de faible contamination [56].

Par ailleurs, ces techniques épuratoires produisent des boues aux différentes étapes du traitement. Elles doivent être considérées comme des déchets contaminés dont la gestion devra être prise en compte.

II.3.3 Une demande forte de la part des DDASS

L'enquête, après avoir recensé ce qui était à la disposition des SSE des DDASS, s'est également intéressée aux données qui leur faisaient défaut dans la mise en place des actions de gestion en cas de pollution accidentelle de la ressource en eau.

Le Tableau 17 liste les interrogations des DDASS vis-à-vis des conséquences d'un accident nucléaire et des conditions d'application des actions de gestion.

Il a également été fait mention lors des entretiens téléphoniques, dans un contexte plus général qu'une pollution radiologique, des moyens techniques et humains à disposition

des exploitants du réseau d'AEP pour agir. Il s'agissait de l'existence ou non d'un système d'astreinte et de la durée nécessaire au confinement des châteaux d'eau.

Tableau 17 : Liste des informations faisant défaut aux DDASS

Thèmes	Informations manquantes
Comportement des radionucléides dans l'environnement	Temps de migration des radionucléides vers les nappes phréatiques ?
	Contamination de l'eau en fonction du type d'accident (modélisation) ?
Impact des rejets sur la ressource en eau et le réseau d'AEP	Risque de contamination des réservoirs et des usines de traitement ?
	Risque de contamination des nappes par ruissellement ?
	Risque de contamination des eaux superficielles par dépôt atmosphérique ?
Niveaux d'intervention	A partir de quels niveaux de contamination et dans quelle zone doit-on mettre en place une restriction ou une interdiction de consommation d'eau ?
Conditions d'intervention	Plans de prélèvements et de mesures environnementaux (qui fait quoi, quand et où ?)
	Lignes directrices pour l'action des intervenants sur le réseau (qui, quand, où et comment intervenir ?)

(Source : enquête réalisée auprès des DDASS en juin 2008)

Ces informations collectées montrent une grande demande de la part des DDASS concernant :

- les niveaux et zones d'intervention,
- la vulnérabilité des différentes parties du réseau,
- la réalisation d'un plan d'échantillonnage en cas d'accident nucléaire,
- la protection des intervenants de terrain.

Les différents travaux réalisés au cours de ce mémoire ont permis d'élaborer des premières propositions d'amélioration de la gestion de la ressource en eau en cas d'accident nucléaire. Celles-ci tiennent compte des besoins exprimés par les SSE des DDASS et des outils déjà à disposition des acteurs de la crise au travers des différents plans présentés précédemment.

III GESTION DE L'EAU SUITE A UN ACCIDENT NUCLEAIRE : QUE FAUT-IL AMELIORER ?

La consommation d'EP contaminée suite à un accident nucléaire est une voie d'exposition de la population aux rayonnements ionisants. Le PPI dont le contenu est défini dans le décret du 13 septembre 2005 [9], est un outil opérationnel fixant les organisations, méthodes et moyens à mettre en œuvre lors de la phase d'urgence afin, notamment, de protéger la population contre les risques d'exposition aux radionucléides rejetés par la centrale. Afin de respecter les fonctions du PPI au cours des premières 24h, les moyens et actions de gestion à mettre en œuvre sur le système d'AEP pour limiter l'exposition des usagers devraient systématiquement y être intégrés. Pourtant, l'étude réalisée sur le contenu de ces plans d'urgence a révélé un manque de « considération » pour la problématique liée à la gestion de l'eau. Elle est évoquée dans moins de la moitié des 20 PPI des CNPE étudiés et elle est traitée de façon très hétérogène d'un document à l'autre. Cela montre qu'il serait utile de proposer un contenu type concernant la gestion de l'eau à intégrer aux PPI.

Le contenu type proposé ci-après est basé sur un accident de cinétique moyenne avec des conséquences sur l'environnement au-delà des 10 km du PPI.

III.1 PROPOSITIONS D'AMELIORATION DU CONTENU DES PPI ET DISCUSSIONS

Afin de garder le caractère opérationnel du PPI, il est proposé de rester dans la simplicité en n'intégrant que les informations essentielles en matière de gestion de l'eau.

III.1.1 Zone d'étude adaptée à la gestion de l'eau dans les PPI

Les informations intégrées aux PPI doivent être délimitées dans l'espace par une zone d'étude centrée sur le CNPE. Actuellement, trois rayons sont pris en compte pour l'élaboration des PPI autour des installations nucléaires (2, 5 et 10 km). La zone des 10 km correspond à la distance maximale pour laquelle les autorités auraient le temps, c'est-à-dire en 24h, de concerter les décisions et d'organiser leur mise en application.

Les PPI étudiés recensent les données relatives à la gestion de l'eau sur la zone des 10 km, à l'exception des PPI de Golfech et Gravelines qui utilisent un rayon de 50 km. Le choix d'étendre cette zone d'étude dans ces deux PPI est basé sur le « plan type du PPI » défini par la MARN en 2000 [57]. La MARN suggère une zone d'étude pouvant aller jusqu'à 50 km pour les données relatives aux réseaux d'AEP sans fournir de justification.

Le but de ce mémoire étant d'homogénéiser le contenu du PPI, un choix doit être fait entre les 10 km et les 50 km pour la zone d'étude adaptée à la gestion de l'eau. Une piste

de réflexion sur ce choix va être présentée ci-après. Cependant la décision finale appartient au GT eau.

- **Piste de réflexion sur le choix de la zone d'étude**

La piste de réflexion se base sur un accident de cinétique moyenne avec des rejets se produisant en condition de diffusion faible avec un vent de 5 m/s. De plus, le lien distance/temps qui existe entre les 10 km et le temps nécessaire à l'évacuation et à la mise à l'abri de la population peut être appliqué à la gestion de l'eau.

Le délai à disposition des pouvoirs publics pour intervenir, après les premiers rejets, sur un ouvrage du réseau d'AEP situé à 10 km de la centrale et sous le panache est considéré comme égal au temps nécessaire pour que le nuage radioactif atteigne cet ouvrage. En diffusion faible, ce délai est estimé à 30 min environ.

L'une des principales mesures de gestion de l'eau, c'est à dire remplir au maximum les châteaux d'eau⁷, n'est pas envisageable sur une durée aussi courte (30 min). Pour un réservoir d'une capacité d'alimentation de 24h, le temps nécessaire pour le remplir entièrement en condition normale de consommation peut atteindre les 24h. Il ressort donc que pour cette action, le rayon des 10 km n'est pas adapté.

C'est pourquoi, le rayon de 50 km pour la zone d'étude peut être envisagé. Cette distance correspond à un délai d'action des pouvoirs publics de 3h environ (accident de cinétique moyenne et diffusion faible). L'exercice de crise du CNPE de Golfech réalisé en juin 2008 permet d'étayer cette proposition avec un délai de 3h⁸ environ entre l'alerte et la fin du remplissage des deux châteaux d'eau (au moment de l'exercice, les châteaux d'eau n'étaient pas vides).

Cependant, ce délai ne permet pas de remplir au maximum un château d'eau initialement vide, mais il fournit un délai de manœuvre supplémentaire aux pouvoirs publics et à l'exploitant du réseau d'AEP pour agir. Ce délai peut être particulièrement utile en cas d'accident se produisant en pleine nuit car, à ce moment là, ni les pouvoirs publics ni l'exploitant sont sur place et ne peuvent donc pas agir immédiatement.

Un rayon de la **zone d'étude adaptée à la gestion de l'eau** d'environ **50 km** autour du CNPE a pu être envisagé dans le cas des PPI de Golfech et Gravelines bien que la zone couverte couvre près de 8000 km² autour du site. Cependant n'étant qu'une estimation moyenne obtenue pour ces cas particuliers, ce rayon pourra être réévalué au cas par cas

⁷ Le remplissage des châteaux d'eau est une action de gestion qui ne dépend pas du type de la ressource en eau touchée. Elle peut être mise en place quel qu'en soit l'accident. Le délai nécessaire pour intervenir sur cet ouvrage sera donc pris comme référence.

⁸ Les 3 h correspondent au temps nécessaire pour alerter les différents acteurs locaux (dont l'exploitant) et nationaux (estimé à 1h) et celui pour remplir les châteaux d'eau (1h à 2h pour les réservoirs situés dans le périmètre PPI de Golfech, dont les volumes totaux sont compris entre 2800 et 7500 m³). Afin de rester prudent le temps le plus long a été conservé soit 2h.

en fonction du contexte local. Il en est de même en début de phase de transition, où le territoire impacté sera élargi du fait de la diffusion de la contamination vers les cours d'eau et au sein des nappes captives. Le nouveau rayon d'étude pourra être estimé par modélisation.

III.1.2 Propositions de contenu à rajouter dans les PPI

Les résultats des travaux réalisés lors de ce mémoire (voir partie II) ont permis de synthétiser les outils qui semblent utiles à la gestion de l'eau en cas d'accident nucléaire et également ceux faisant défaut aux SSE des DDASS. A partir de l'étude des différents plans d'urgence actuellement en place, un contenu minimum souhaitable pour la gestion de l'eau peut être proposé et classé en quatre domaines : la vulnérabilité des ressources, celle du réseau d'AEP et celle des autres usages de l'eau. Il sera complété par des propositions d'action de gestion de l'eau pouvant être appliquées. Les différentes listes d'informations à rajouter aux PPI sont les plus exhaustives possibles. Elles pourront être adaptées par le(s) préfet(s) en fonction du contexte local.

III.1.2.1 Informations sur la vulnérabilité des ressources

Chaque ressource en eau présente des caractéristiques hydrogéologiques particulières qui la rendent plus ou moins vulnérables vis-à-vis d'un rejet atmosphérique. N'ayant pas d'étude à disposition permettant d'identifier leur vulnérabilité vis-à-vis d'un rejet atmosphérique, une échelle de vulnérabilité (faible à forte) a été établie (voir **Tableau 1818**) à partir du Guide technique eau et santé du ministère de la santé et de la solidarité [28].

Tableau 18 : Echelle de vulnérabilité des ressources en eau vis-à-vis d'un rejet radioactif

Installations/Ouvrages	Vulnérabilité	Commentaires
Nappe captive	Faible	Couche superficielle en argile protège la nappe (barrière naturelle) - capacité de filtration importante du sol (rétention du polluant avant d'atteindre la nappe) - isolation par un horizon géologique étanche Risque de contamination <i>via</i> les puits ouverts
Nappe libre	Moyenne	- pas de couche superficielle en argile (pas de barrière naturelle) - épaisseur de la zone non saturée - rétention plus faible mais non négligeable
Nappe karstique	Forte	- faible capacité de filtration - présence de fissures ouvertes qui servent de conduits souterrains pour les eaux de ruissellement - vitesse de circulation forte donc contamination et propagation rapides
Ressource superficielle	Forte	- contamination directe par dépôt et ruissellement - propagation rapide de la pollution - dilution variable, selon le débit des cours d'eau
Nappe alluviale	Moyenne	- zone non-saturée plus ou moins épaisse (rétention) - échange nappe/ressource superficielle (drainage)

L'identification et la localisation des ressources en eau accompagnées d'une description de leur vulnérabilité intrinsèque (établie lors de la mise en place des périmètres de protection) permettront d'estimer qualitativement l'impact d'un accident nucléaire sur ces ressources et également d'adapter et de hiérarchiser les actions à mettre en place sur le système d'AEP afin de protéger la population du risque d'exposition dû à la contamination de l'eau. Dans le cas où la zone de dispersion atmosphérique correspond à un cours d'eau, l'alimentation en eau d'un captage situé sous le panache sera coupée contrairement aux nappes captives où il est estimé que cette ressource est protégée par la couche superficielle de sol.

Afin de donner la possibilité aux pouvoirs publics d'estimer eux-mêmes cette vulnérabilité, les documents suivants pourront être intégrés aux PPI :

- une carte des zones d'alimentation de la population en fonction de la nature de la ressource en eau (nappe captive, libre, karstique, alluviale) ; document fourni par le PPI du CNPE de Golfech sur un rayon de 10 et 50 km,
- une carte identifiant les sens d'écoulement des nappes d'alimentation des captages avec les vitesses de circulation (débit de point et d'étiage),
- des fiches descriptives des caractéristiques géologiques du sol et sous-sol pour chaque ressource identifiée (sol argileux, limoneux, sableux, etc.).

III.1.2.2 Description du réseau d'AEP

Les actions de gestion de l'eau peuvent également concerner le réseau d'AEP (par exemple, remplir au maximum les châteaux d'eau à des fins de stockage). Elles dépendent en premier lieu de la ressource en eau identifiée (voire partie précédente) mais également de la vulnérabilité des différents ouvrages du réseau (captages, châteaux d'eau et usines de production d'EP) vis-à-vis du rejet.

Comme pour la vulnérabilité des ressources en eau, une échelle de vulnérabilité du réseau d'AEP a été établie (voir Tableau 19) à partir du même document [28].

Tableau 19 : Echelle de vulnérabilité du réseau d'AEP vis-à-vis d'un rejet radioactif

Installations/Ouvrages	Vulnérabilité	Commentaires
Captage	Grande	- contact direct avec la ressource polluée
Station de traitement	Moyenne	- injection d'air contaminé dans certaines étapes de traitement (aération, bullage) - ouvrage ouvert à l'air libre - effet positif de rétention par les filtres et les décanteurs - production de sous-produits contaminés
Réservoir	Moyenne	- présence d'événements : risque d'intrusion de particules atmosphériques contaminées - eau directement envoyée au consommateur après une simple chloration

Le recensement des ouvrages du réseau devrait également être intégré aux PPI, afin de localiser les plus sensibles et ainsi définir les futures actions de gestion concernant le réseau d'AEP. Il s'agit :

- d'une carte de localisation des captages publics et des puits privés ; le PPI du CNPE de Golfech fournit une carte localisant les captages en fonction du type de ressource en eau prélevée sur des rayons de 10 et 50 km,
- d'une carte de localisation des réservoirs (châteaux d'eau, réservoirs enterrés ou à l'air libre, etc.),
- d'une carte de localisation des unités de production,
- d'un listing des numéros d'enregistrement des captages, réservoirs et unités de production appliqués dans les DDASS (codes SISE-eaux).

Les SSE des DDASS possèdent, quant à eux, les coordonnées des différents exploitants du réseau d'AEP et peuvent les contacter directement en cas de besoin. Elles sont également disponibles en partie sous SISE-EAUX.

Intégrer la totalité des coordonnées des exploitants dans SISE-EAUX permettrait d'améliorer leur accessibilité et, de ce fait, leur réactivité mais également celle des pouvoirs publics en cas d'accident.

Ces coordonnées pourraient également être intégrées aux PPI. Néanmoins, elles nécessitent une mise à jour fréquente qui n'est pas réalisée actuellement sur les PPI. En effet, un PPI n'est pas remis à jour régulièrement.

III.1.2.3 Informations et actions à mener en phase d'urgence sur les usages de l'eau autres que l'eau de boisson

La population peut être exposée à une eau contaminée via des usages de l'eau autres que l'eau de boisson. C'est pourquoi, en attendant les résultats des premières mesures environnementales, il faut les identifier et pouvoir restreindre, le cas échéant, leur accès ou utilisation. Ces autres usages sont notamment l'irrigation des cultures, l'alimentation du bétail, la pêche, les sports aquatiques (aviron, canoë, etc.) et la baignade (mer, lac, etc.). Par exemple, les PPI des CNPE de Paluel et Penly, situés sur la côte de la Manche, fournissent une carte des zones de pêche et une liste des zones de baignade.

Les documents qui pourront être intégrés aux PPI sont les suivants :

- la localisation des points de prélèvement de l'eau pour l'irrigation et pour l'alimentation du bétail,
- la localisation des zones de pêche,
- la localisation des zones de baignade.

Les coordonnées des gestionnaires de ces différentes activités sont en générales à la disposition de la DDASS.

III.1.2.4 Les actions de gestion de l'AEP à mener en phase d'urgence

En complément du recensement des ressources les plus vulnérables, les actions de gestion doivent permettre de limiter l'exposition de la population aux rayonnements ionisants via l'ingestion d'eau de boisson. Pour être efficace, la mise en place de ces actions doit être la plus précoce possible. C'est pour cela qu'elles doivent être à disposition des décideurs en les intégrant aux PPI.

Le PPI de Bugey étant le plus complet à cet égard, le contenu à rajouter aux PPI sera défini à partir de celui-ci (voir Tableau 20).

Il est important de préciser que ces actions ne doivent pas aboutir à une interruption de la distribution d'eau dans le réseau, dans la mesure du possible. Le remplissage des réservoirs permet de maintenir temporairement la distribution aux abonnés après l'arrêt des captages. A partir du moment où le réservoir ne peut plus assurer cet approvisionnement, son alimentation à partir du captage doit être relancée. Il est préférable de laisser circuler de l'eau non potable dans le réseau que de l'interrompre, ce qui pourrait avoir des conséquences sanitaires et techniques assez importantes. Une eau, même non potable, est utile à l'hygiène de la population. De plus, la stagnation de l'eau dans le réseau favorise la prolifération bactérienne, qui lors du redémarrage, exige une importante désinfection.

Tableau 20 : Propositions d'actions sur le réseau d'AEP à intégrer aux PPI ([50] : PPI Bugey)

Nature de la Ressource	Propositions d'actions sur le réseau d'AEP
Souterraine ou Superficielle	Alerter les exploitants des différents ouvrages du réseau d'AEP situés sous le panache pour qu'ils activent leur plan de secours eau
	Informers la population sur les restrictions ou interdictions éventuelles de consommation d'eau du réseau public et des puits privés
	Informers la population sur les restrictions ou interdictions éventuelles concernant les autres usages de l'eau (irrigation, loisir, pêche)
	Protéger les réservoirs (colmater les événements ou mettre sous pression les châteaux d'eau). Le confinement se fait soit à l'aide d'un système de fermeture automatique des événements soit par simple bâchage qui demande alors un déplacement des intervenants.
	Remplir au maximum les réservoirs d'eau à des fins de stockage en cas d'interruption de pompage
	Mettre en place un réseau de surveillance en liaison avec l'IRSN en fonction de la ressource contaminée *
	Evaluer les conditions de maintien de la distribution d'EP dans les zones mises à l'abri
	Préparer les ressources de secours (captage de secours, interconnexion, distribution d'eau embouteillée ou approvisionnement par citerne)
Superficielle	Arrêter le(les) captage(s) pendant le passage du nuage radioactif
Souterraine	By-passer les châteaux d'eau et alimenter directement la population depuis l'usine de traitement. Cet action est possible, car en phase d'urgence, il est considéré que les nappes captives ne sont pas touchées par le dépôt de radionucléides.

* Les eaux superficielles qui sont les plus exposées aux retombées radioactives, doivent avoir un suivi plus régulier que les nappes captives protégées par une couche imperméable.

III.1.3 PPI et gestion de l'eau à plus long terme

La contamination de l'eau après un accident nucléaire doit être considérée comme une pollution diffuse qui va évoluer sur le long voire très long terme (par exemple, la période radioactive peut atteindre des dizaines d'années pour le Cs à quelques milliers d'années pour le Pu). En revanche, le PPI est un outil de gestion de l'urgence limité dans le temps (les 24 premières heures de l'accident). C'est pourquoi les actions de protection de la population qui doivent être mises en place en phase post-accidentelle ne relèvent plus du PPI. Il serait donc intéressant d'envisager l'élaboration d'un plan « post-accidentel », qui doit être la suite logique au PPI. Pour cela, l'activation de ce plan devra être mentionnée dans les PPI.

Le plan « post-accidentel » regroupera toutes les actions à entreprendre dès la fin des rejets. Elles auront pour but d'améliorer les conditions de vie des populations, lorsque c'est possible, et de continuer à les protéger notamment en leur fournissant de l'eau potable par la mise en place des ressources de secours en eau, en élaborant un plan d'analyses de la radioactivité et en définissant des niveaux d'intervention qui permettront de décider de la levée ou non des interdictions de consommation d'eau. Ce plan devra également identifier les risques de pollutions secondaires de l'eau dus à la pluie et également au nettoyage des bâtiments à l'aide de lances à incendie par exemple. Le ruissellement sur les sols, sur les sols et sur les murs contaminés concentre en effet les radionucléides dans le réseau des eaux pluviales et peut engendrer une exposition externe de la population via l'émission de rayonnements ionisants.

Toutefois, le début de la phase post-accidentelle (phase de transition) commençant immédiatement après la phase d'urgence, quelques actions à anticiper peuvent être incluses dans les PPI afin qu'elles puissent être applicables dès la phase d'urgence. Elles permettront d'assurer une gestion correcte de la phase de transition. Ces actions à anticiper ont été citées dans la partie précédente. Il s'agit notamment de :

- la mise en place d'un réseau de surveillance de la qualité radiologique des ressources en eau,
- la préparation des ressources en eau de secours.

Le suivi de la qualité radiologique permettra aux pouvoirs publics de décider, par comparaison avec les niveaux d'intervention préalablement définis, du maintien ou de la levée des restrictions ou interdictions portant sur l'EP et les autres usages de l'eau.

Les ressources de secours permettent d'alimenter la population en eau potable. Mais mettre en place des captages et des interconnexions, peut nécessiter plusieurs jours. Il est, de ce fait, essentiel de lancer les travaux correspondants dès la phase d'urgence afin qu'ils soient opérationnels le plus tôt possible au début de la phase post-accidentelle

(contacter les différents gestionnaires des réseaux interconnectés avec celui contaminé afin d'estimer les quantités d'eau qui peut être fournies en dépannage).

L'élaboration de la doctrine de ce plan post-accidentel fait l'objet des travaux du CODIRPA (notamment du Groupe de Travail sur l'eau).

III.2 PRINCIPALES DISPOSITIONS A ANTICIPER

En plus de l'amélioration du contenu des PPI, certaines actions relatives au réseau et à l'organisation de la crise doivent être anticipées, de sorte que les acteurs de la gestion de l'eau (DDASS et producteurs d'eau notamment) aient toutes les cartes en main pour intervenir efficacement en cas d'accident nucléaire.

III.2.1 Informations et moyens utiles à la gestion de l'eau à préparer hors PPI

En amont d'un accident, les informations qui ne sont pas intégrées aux PPI mais qui sont utiles aux SSE des DDASS pour la gestion de l'eau doivent être recensées. Il est préférable de réaliser cette identification en listant uniquement les entités et les plans et bases de données possédant ces informations, cela permet d'éviter les multiples reproductions et donc de simplifier leur mise à jour.

Les documents et moyens à recenser peuvent être par exemple :

- des données concernant la vulnérabilité des ressources (porosité et perméabilité du sous-sol, vitesse de circulation, aire d'alimentation, etc.) ; elles sont disponibles dans l'étude préalable à la mise en place d'un périmètre de protection et dans la BSS ;
- des données concernant les ressources de secours (plan du réseau avec les interconnexions, localisation des captages de secours, etc.) ; elles sont disponibles dans le plan ORSEC volet eau et également chez l'exploitant d'AEP ;
- des fiches descriptives des usines de production établies par l'exploitant ;
- les coordonnées des différents exploitants du réseau d'AEP qu'ils soient publics ou privés ; elles sont en partie disponibles sur SISE-EAUX ;
- la liste des populations sensibles présentes sur le réseau (malade recevant des soins à domicile par exemple) ; cette information est disponible dans les mairies ou à la DDASS ; SISE-EAUX indique uniquement la présence ou non de personnes sensibles sur le réseau ;
- les moyens techniques à disposition des exploitants et des communes en périphérie du CNPE en cas d'intervention en urgence (astreinte, formation du personnel, tenue de protection individuelle en cas de besoin , etc.).

La préparation de ces documents dépend de la disponibilité des données, de la capacité d'échange entre entités et de la possibilité des DDASS de les exploiter.

III.2.2 Interopérabilité des données

Etant donné le nombre d'entités détenant des informations sur l'eau, la multiplicité des plans d'urgence, la diversité des formats de données disponibles (SIG, pdf, word, excel, papier) et les problèmes de compatibilité des fichiers, les échanges de données en cas de crise peuvent s'avérer complexes, ce qui complique la mise en place des actions de gestion de l'eau.

Afin d'optimiser les échanges et l'exploitation de ces informations, et de ce fait d'améliorer la réactivité des acteurs de la gestion de l'eau, il paraît essentiel de rendre les supports de données compatibles entre eux en utilisant par exemple un système d'information géographique (SIG) commun (Arc view, Mapinfo). Il permettra de collecter, échanger ou stocker, visualiser et analyser des données géographiques traitant des éléments majeurs du réseau d'AEP (du captage au robinet du consommateur).

Les efforts doivent également se porter sur les relations entre entités. Des accords peuvent être établis entre elles pour garantir l'accès aux informations détenues, leur qualité, leur mise à jour régulière et une efficacité dans leurs échanges en situation d'urgence.

III.2.3 L'alerte des producteurs d'eau

L'alerte est décisive pour la suite des opérations et repose essentiellement sur des aspects organisationnels.

Les services techniques du domaine de l'eau sont, en général, alertés d'un accident nécessitant l'activation du PPI au moment où leur appui est nécessaire afin de mettre en application les décisions prises par le préfet.

Les producteurs d'eau⁹ demandent à être prévenus dès l'accident afin d'avoir le temps de mettre en place une cellule de crise et d'activer le plan d'urgence eau. Ils souhaitent également être consultés lors de la prise de décision concernant les actions à entreprendre sur le réseau afin qu'ils puissent donner leur opinion vis-à-vis de la faisabilité des propositions en termes de moyens techniques et humains et en termes de durées d'intervention. Le GT eau du CODIRPA devra s'interroger, en collaboration avec les exploitants d'AEP, sur les moyens à mettre en œuvre pour qu'ils puissent être prévenus, et ainsi réagir, le plus tôt possible.

La disponibilité des coordonnées des exploitants influe également sur la rapidité de l'alerte (voir III.1.2.2). C'est en période d'astreinte que l'alerte doit être la plus précoce car

⁹ Ces informations ont été recueillies au cours d'un entretien téléphonique avec Mme Nadia Bahria de la fédération professionnelle des entreprises de l'eau (FPEE) de la Lyonnaise de eaux.

le personnel n'est pas mobilisable immédiatement. C'est pourquoi, il serait intéressant de savoir si les coordonnées d'astreinte des différentes unités sont disponibles au niveau des sièges sociaux des exploitants privés (SAUR, Veolia et la Lyonnaise des Eaux).

III.2.4 La formation des intervenants

Les acteurs de la gestion de l'eau susceptibles d'intervenir sur le terrain en cas d'accident ne sont pas, pour certains, formés à la gestion de crise nucléaire et ils ne savent pas forcément où trouver les informations demandées par les autorités décisionnaires pendant les premières heures de l'urgence. Il est, de ce fait, essentiel de mettre en place des formations au sein des différentes entités servant d'appui technique, sur le thème de la réaction face à une urgence nucléaire.

III.2.5 L'information des populations

Les moyens permettant d'informer la population à l'aide des médias lors d'un accident sont prévus dans les PPI. En cas d'accident, l'exploitant de l'unité de distribution doit avoir en sa possession une liste, mise à jour, des abonnés au réseau public et le maire doit avoir estimé les moyens techniques et humains qui seront nécessaires à la diffusion de l'information par téléphone, par porte à porte ou à l'aide des médias locaux et nationaux.

III.3 PERSPECTIVES DES TRAVAUX SUR LA GESTION DE L'EAU EN CAS D'ACCIDENT NUCLEAIRE

L'étude des PPI, la synthèse des données disponibles dans la littérature et l'enquête réalisée auprès des DDASS ont soulevé des interrogations qui n'ont pas pu être traitées dans le cadre de ce mémoire. Certaines d'entre elles méritent néanmoins d'être prochainement étudiées, notamment dans le cadre des travaux du GT eau du CODIRPA. Il s'agit principalement de la mise en place d'un plan de mesures de la radioactivité, de la définition de niveaux d'intervention, de l'estimation des risques liés aux autres usages de l'eau (loisir, hygiène, irrigation) et de l'étude de l'efficacité des traitements de l'eau potable sur les radionucléides.

III.3.1 Plan Directeur des Mesures

Lors des entretiens téléphoniques avec les ingénieurs des DDASS, des questions récurrentes sont apparues :

- Qui fait les mesures environnementales, où, comment et quand ?

- Faut-il une protection individuelle particulière des intervenants et des flacons de prélèvement spéciaux lors des déplacements sur site pour réaliser les mesures ?
- Quelle précision doit-on atteindre pour les mesures des radionucléides dans l'eau sachant qu'en phase d'urgence, on ne peut pas attendre plusieurs jours pour avoir une meilleure précision ?

Les structures spécialisées pour les mesures de radioactivité sont l'IRSN, les laboratoires agréés par l'ASN pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement et les laboratoires agréés par le ministère chargé de la santé pour les analyses de la qualité radiologique des EDCH.

En cas de rejet de substances radioactives dans l'environnement, les premières mesures sont réalisées par l'exploitant du CNPE à l'aide de ses balises de surveillance situées autour de la centrale. Après avoir reçu l'alerte, l'IRSN ainsi que les pompiers activent leur cellule mobile d'intervention radiologique afin de réaliser les premiers échantillons sur place. Ensuite, en fonction de l'étendue de la contamination, d'autres moyens de mesures (impliquant d'autres intervenants) seront nécessaires. C'est pourquoi il est essentiel de préparer en amont de tout accident un plan de mesures environnementales qui fixera l'organisation, les lieux de prélèvements, les techniques et les moyens de protection individuelle si besoin. A l'heure actuelle, l'IRSN est en cours de rédaction d'un guide d'aide au préfet pour l'élaboration de ce type de plan. Il s'agit d'un Plan Directeur des Mesures (PDM).

III.3.2 Définition des niveaux d'intervention

Il n'existe actuellement pas de critères opérationnels pour le contrôle de la qualité radiologique de l'eau en situation accidentelle. En effet, la réglementation française en vigueur se base sur des valeurs d'activité volumique limites ou sur une DTI qui sont définies pour des situations de routine et ne sont pas adaptées aux situations accidentelles. En effet, la DTI est calculée pour une ingestion chronique annuelle. Il convient donc de réfléchir à la définition de critères pertinents pour les phases d'urgence et post-accidentelle. La mission du GT eau du CODIRPA sur ce sujet est de définir des valeurs limites ou niveaux d'intervention pour l'eau brute et l'EP, au-dessus desquels des restrictions d'usage et des interdictions de consommation devront être appliquées.

Le GT eau pourra s'aider des lignes directrices de santé Canada et des seuils d'intervention fournis par la CIPR pour commencer sa réflexion (voir Tableau 9).

III.3.3 Risques liés aux autres usages de l'eau

Comme il a été précisé dans ce mémoire, les usages de l'eau autres que la boisson peuvent présenter un risque sanitaire pour la population. A l'heure actuelle, ces risques n'ont pas encore été clairement évalués. Il s'agit notamment de l'irrigation, de la pêche, des loisirs aquatiques, de l'hygiène corporelle (douche, brossage des dents) et de la décontamination des bâtis. Le risque d'exposition externe dû aux réseaux des eaux pluviales qui concentre les radionucléides par temps de pluie et après nettoyage des surfaces bâties doit également être pris en compte.

Afin de hiérarchiser ces usages de l'eau en fonction de l'exposition aux rayonnements ionisants qu'ils engendrent et ainsi de mettre en place les restrictions ou interdictions adaptées, il faudra évaluer les risques sanitaires associés à ces usages.

Les actions qui pourront être mises en place pour réduire ces risques sont par exemple :

- restriction ou interdiction de l'irrigation des champs par une eau de surface,
- restriction ou interdiction d'alimentation en eau du bétail par une eau de surface,
- mesures palliatives à une interruption d'alimentation en eau du bétail,
- restriction ou interdiction de pêche à pied et en pleine mer,
- restriction ou interdiction d'accès aux lieux de baignade et aux centres nautiques situés sous le rejet,
- interdiction de l'utilisation de l'EP pour le remplissage des piscines publiques et privées,
- interdiction de récupération de l'eau de pluie pour des usages ménagers.

L'efficacité de ces mesures de gestion devra également être étudiée.

III.3.4 Techniques de traitement de la radioactivité dans les eaux

Une synthèse des éléments disponibles dans la littérature en matière d'efficacité des techniques de potabilisation sur la qualité radiologique de l'eau a été réalisée par l'IRSN (basé sur [56]). Cette étude a montré que les procédés les plus efficaces étaient rarement disponibles dans les usines, à savoir l'osmose inverse, l'échange d'ions et la filtration sur zéolithe avec un rendement de 70 % environ. La faisabilité de la mise en place de ces procédés de rétention des radionucléides dans les usines de production d'EP situées autour des centrales devra être étudiée à l'aide d'une étude coût-bénéfice.

Certains points concernant le traitement de l'eau restent encore à étudier. Il s'agit notamment de :

- la récupération et la gestion des boues (qui concentrent les radionucléides) issues du traitement des eaux contaminées ;
- la possibilité de relargage des radionucléides adsorbés sur les filtres.

CONCLUSION

La gestion de la phase post-accidentelle consécutive à une situation d'urgence radiologique est une problématique complexe, où divers aspects de nature organisationnelle, technique et sociétale sont pris en compte.

La problématique de l'eau en phase post-accidentelle est tout aussi complexe. Elle fait appel à beaucoup d'acteurs (pouvoirs publics et entreprises privées) et soulève de nombreuses interrogations telle que : la part de l'eau dans l'exposition des populations est-elle un vrai problème ? Quelle que soit la réponse, l'eau étant d'importance vitale, sa qualité radiologique sera considérée dans tous les cas comme préoccupante par la population. Il est donc nécessaire de chercher à améliorer sa gestion en situation post-accidentelle nucléaire, dès la phase d'urgence.

Ce mémoire a permis d'aboutir à des propositions d'amélioration de la gestion de l'eau en phase d'urgence. Il s'agit d'homogénéiser le contenu des PPI relatif à l'eau, afin de les rendre plus opérationnels, de réfléchir à une zone d'étude mieux adaptée à la gestion de l'eau dans les PPI et de rendre les échanges d'informations plus opérationnels entre les acteurs de l'eau.

Des propositions d'actions applicables pendant les premières heures de l'accident sont également faites. Le préfet, qui est responsable de leur mise en place, devra, au delà de la faisabilité technique, considérer également leur acceptabilité sociétale.

Ce travail sur la phase d'urgence a mis en évidence différents points concernant la préparation de la gestion de l'eau à long terme (définition de niveaux d'intervention). Ils seront approfondis au cours des futurs travaux du GTeau du CODIRPA. Les différents documents qui seront établis afin d'aider les pouvoirs publics à gérer cette phase post-accidentelle pourront être regroupés soit dans un plan « post-accidentel » soit en annexe du PPI.

Références bibliographiques

[1] Directive interministérielle du 7 avril 2005 sur l'action des pouvoirs publics en cas d'événement entraînant une situation d'urgence radiologique, NOR : PRMX0407829X, JORF n°84 du 10 avril 2005, texte 1, p.6478

[2] Loi n°2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire, NOR : DEVX0100081L, version consolidée au 31 mars 2007

[3] Site internet de l'Autorité de Sûreté Nucléaire : www.asn.fr

[4] Plan Particulier d'Intervention du CNPE de Tricastin et annexes, Préfecture de la Drôme, octobre 2004

[5] Code de la Santé Publique, version consolidée du 20 août 2008 (disponible sur : <http://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?cidTexte=LEGITEXT000006072665&dateTexte=20080821>)

[6] Loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile, NOR : INTX0300211L, version consolidée au 7 mai 2005

[7] Décret n° 2005-1156 du 13 septembre 2005 relatif au plan communal de sauvegarde (PCS) et pris pour application de l'article 13 de la loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile, NOR : INTE0500251D, JORF n°215 du 15 septembre 2005, texte n°2, page14945

[8] Décret n°2005-1157 du 13 septembre 2005 relatif au plan ORSEC et pris pour application de l'article 14 de la loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile, NOR : INTE0500252D, consolidée au 15 décembre 2005

[9] Décret n° 2005-1158 du 13 septembre 2005 relatif aux plans particuliers d'intervention concernant certains ouvrages ou installations fixes et pris en application de l'article 15 de la loi n° 2004-811 du 13 août 2004 relative à la modernisation de la sécurité civile, NOR: INTE0500253D, JORF n°215 du 15 septembre 2005, texte n°4, page 14949

[10] Direction de la Défense et de la Sécurité Civiles (DDSC), Orsec Départemental – Plan Particulier d’Intervention – PPI – Etablissements « SEVESO SEUIL HAUT », Guide, Tome S.1.2, août 2007, 127 p.

[11] Plan d’Urgence Interne du CNPE de Saint Alban

[12] Arrêté du 13 octobre 2003 relatif aux niveaux d’intervention en situation d’urgence radiologique, NOR : SANY0324119A, JORF n°255 du 4 novembre 2003, page 18766

[13] Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), Rapport de l’ASN sur l’état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2007 - Chapitre 3 : Réglementation, 2007, pp.85-123

[14] Arrêté du 20 juin 2007 relatif à la constitution du dossier de la demande d'autorisation d'utilisation d'eau destinée à la consommation humaine mentionnée aux articles R.1321-6 à R. 1321-12 et R. 1321-42 du code de la santé publique, NOR : SJSP0757834A, JORF n°158 du 10 juillet 2007, texte n°15, page 11669

[15] Arrêté du 11 janvier 2007 relatif au programme de prélèvements et d'analyses du contrôle sanitaire pour les eaux fournies par un réseau de distribution, pris en application des articles R. 1321-10, R. 1321-15 et R. 1321-16 du code de la santé publique , NOR : SANP0720202A, J.O. du 11 février 2007

[16] PLATEAU Astrid, La gestion des pollutions accidentelles de l'alimentation en eau potable dans le département de l'Eure, Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique, Rapport IES, 2005, 44 p.

[17] Circulaire du 27 septembre 1988 relative aux instructions relatives à la préparation de plans de secours spécialisés ayant pour objet la lutte contre des perturbations importantes sur un réseau de distribution d'eau potable, NOR : INTE8800341C

[18] HOMER S., Proposition de guide méthodologique d'aide à la gestion sanitaire des situations d'urgence dans le domaine des eaux destinées à la consommation, Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique, Rapport IGS, 1997

[19] Circulaire DGS/SD7A n° 2003-524/DE/19-03 du 7 novembre 2003 relative aux mesures à mettre en œuvre en matière de protection des systèmes d'alimentation en eau destinée à la consommation humaine, y compris les eaux conditionnées, dans le cadre de l'application du plan Vigipirate, NOR : SANP0330621C

[20] POTELON J.L., la gestion des risques liés à l'eau : principes et évolution, module de gestion des risques en santé environnementale, Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique, 2008

[21] DUPUY C., Risque sanitaires et distribution d'eau potable, module de gestion des risques en santé environnementale, Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique, 2008

[22] Santé Canada, Lignes directrices canadiennes sur les restrictions concernant les aliments et l'eau contaminés par la radioactivité à la suite d'une urgence nucléaire : Lignes directrices et justification, 2000, 35p.

[23] IAEA, Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in temperate environments, Technical reports series 364. IAEA (ed), 1994

[24] IPSN, fiche radionucléide Césium 137 + Baryum 137m, 2001 (disponible sur : http://net-science.irsn.org/net-science/liblocal/docs/docs_DPHD/fiches_RN_DPHD/CS137SAN.pdf)

[25] Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Toxicological Profile for Plutonium, Draft for Public Comment, September 2007

[26] IPSN, fiche radionucléide Iode 131, 2001 (disponible sur : http://net-science.irsn.org/net-science/liblocal/docs/docs_DPHD/fiches_RN_DPHD/I131SAN.pdf)

[27] Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Toxicological Profile for Strontium, Avril 2004

[28] Ministère de la Santé et de la Solidarité, Guide Technique Eau et Santé : Les systèmes d'alimentation en eau potable – Evaluer leur vulnérabilité, mars 2007, 103p.

[29] FITE J., CODIRPA/GT eau restreint « vulnérabilité » - Présentation du modèle CASTEAUR, Relevé de décision, Réunion du 28 mars 2008, 5 p.

[30] Comité Directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire ou d'une situation radiologique (CODIRPA), Groupe de travail n°3, « Évaluation des conséquences radiologiques et dosimétriques en situation post-accidentelle », Rapport d'étape des travaux 2006-2007, 2 décembre 2007, 72 p.

[31] Directive interministérielle du 29 novembre 2005 relative à la réalisation et au traitement des mesures de radioactivité dans l'environnement en cas d'évènement entraînant une situation d'urgence radiologique, NOR : PRDMD0550014X, JO n°279 du 1^{er} décembre 2005

[32] Site internet de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire : www.irsn.fr

[33] SAINT-OUEN M., Etude d'impact sur le site nucléaire du Tricastin à l'aide du logiciel COMODORE, Mémoire de l'Ecole Nationale de la Santé Publique, Rapport IGS, 2005, 92p.

[34] LOYEN J., Les techniques de mesures de la radioactivité dans l'eau, présentation power-point lors du GT eau du 25 janvier 2007

[35] RENAUD P., CHAMPION D., BRENOT J., Les retombées radioactives de l'accident de Tchernobyl sur les territoires français : Conséquences environnementales et exposition des personnes, IRSN, 2007, 190p.

[36] FITE J., Réflexions sur le rôle des services santé-environnement du ministère de la santé en matière de radioprotection, Mémoire de titularisation de l'Ecole Nationale de la Santé Publique, IGS, 2007, 43p.

[37] Health Canada, Caractéristiques radiologiques, 1995, 9p (disponible sur : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/radiological_characteristics/index_fra.php)

[38] CEA, Fiche radionucléide : Iode 131, 2005 (disponible sur : <http://www-carmin.cea.fr/espace-pedagogique/rayonnements-ionisants-et-sante/les-radionucleides/l-iode-i>)

[39] CEA, Fiche radionucléide : les isotopes du Césium, 2005 (disponible sur : <http://www-carmin.cea.fr/espace-pedagogique/rayonnements-ionisants-et-sante/les-radionucleides/les-isotopes-du-caesium>)

[40] Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Toxicological Profile for Uranium, 1999

[41] NAVARRO E., Analyse des études sur la contamination des eaux de surface par voie atmosphérique suite à un accident nucléaire, Direction de l'Environnement et de l'Intervention, DEI/SESUC n°2008-044, DEI/SECRE n°2 008-23, 2008-08-01

[42] BARTHEZ P., Radiobiologie - Effets Biologiques des Radiations Ionisantes, (disponible sur :

<http://www2.vet-lyon.fr/ens/imagerie/D1/09.Radiobiologie/Radiobiologie.html>)

[43] Arrêté du 12 mai 2004 fixant les modalités de contrôle de la qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine, NOR : SANY0421802A, version consolidée au 5 mai 2008-06-24

[44] World Health Organization, Guidelines for Drinking-Water Quality – 9.Radiological aspects, Recommendations, 3th edition, Volume 1, pp.197-209

[45] Circulaire n°DGS/E/2007/232 du 13 juin 2007 relative au contrôle et à la gestion du risque sanitaire liés à la présence des radionucléides dans les eaux destinées à la consommation humaine, à l'exception des eaux conditionnées et des eaux minérales naturelles

[46] Codex alimentarius – Nouveau projet de révision des limites indicatives pour les radionucléides dans les aliments applicables dans le commerce international à la suite d'une situation d'urgence nucléaire ou radiologique (CX FAC 06/38/38), octobre 2005.

[47] Normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants - BSS115 - AIEA, 1996

[48] Règlement (Euratom) n°3954/87 du Conseil du 22 décembre 1987 fixant les Niveaux Maximaux Admissibles (NMA) de contamination radioactive pour les denrées alimentaires et les aliments pour bétail après un accident nucléaire ou toute autre situation d'urgence radiologique, Journal officiel n°L 371 du 30/12/19 87 p. 0011 – 0013

[49] CIRP 60, Recommendations de la Commission Internationale de Protection Radiologique, ICRP Publication 60, Pergamon Press, 1991

[50] Plans Particulier d'Intervention des 20 CNPE : Blayais, Bugey, Cattenom, Belleville, Chooz(B), Cruas, St Laurent, Chinon, Civaux, Creys, Dampierre, Fessenheim, St Alban, Gravelines, Flamanville, Golfech, Nogent sur Seine, Paluel, Penly, Tricastin

[51] Circulaire n°DGS/SD7A/MEDD/DE/MINT/DGCL/2006 concernant l'application de l'arrêté du 26 juillet 2002 relatif à la constitution des dossiers mentionnés aux articles 5, 10, 28 et 44 du décret n°2001-1220 du 20 décembre 2001 concernant les eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles

[52] SISE-EAUX Version 2.0, Manuel d'utilisateur, 27 mars 2002

[53] Banque des données du Sous-Sol (BSS), consultable sur : <http://terreinfo.brgm.fr>

[54] Ministère de la Santé et de la Protection sociale, Ministère de l'Écologie et du Développement durable, Ministère de l'Emploi, du Travail et de la Cohésion sociale, Ministère délégué à la Recherche, Plan National Santé-Environnement - Franchir une nouvelle étape dans la prévention des risques sanitaires liés à l'environnement, Action n°10, 2004-2008, pp.62-64

[55] BERLAND J-M., Elaboration des dispositions locales de secours pour la distribution d'eau potable – Méthodologie pour l'étude et la préparation des mesures à prendre en local en cas de pollution accidentelle d'un réseau de distribution d'eau potable, Document technique FNDAE n°4, Office Internationale de l'eau SNIDE, Décembre 2002

[56] REAL J., Bourrasse M., Feuerstein J. et Rouxel R., Influence des techniques de potabilisation sur la qualité radiologique de l'eau, Radioprotection, 2000, vol.35, no.1, pp.31-34

[57] MARN, Guide pratique pour la gestion de la crise nucléaire et l'élaboration des plans particulier d'intervention nucléaires, DDSC/SDPPP/MARN, 2001, 49p.

Glossaire

(Source : Ministère de la culture et de la communication, *Vocabulaire de l'ingénierie nucléaire – Enrichissement de la langue française*, 2006, 118 p.)

Débit de dose : C'est la dose absorbée rapportée à une unité de temps (Gy/h).

Dose : C'est la quantité d'énergie cédée par un rayonnement par unité de masse de matière. C'est une grandeur physique qui s'exprime en Gray (Gy) : 1 Gy = 1 J/kg.

Dose efficace évitée : écart entre la dose que recevrait une personne exposée à un rayonnement en l'absence de protection et la dose qu'elle recevrait si elle était protégée.

Dose efficace : C'est la somme des doses équivalentes pondérées dans tous les tissus et les organes du corps. Elle correspond à « une dose équivalente au corps entier ». L'unité est le Sievert (Sv).

Dose équivalente : L'apparition d'effet biologique dépend non seulement de la dose adsorbée mais aussi de la nature et de l'énergie du rayonnement. Pour une même dose absorbée, deux rayonnements de nature différente peuvent avoir des effets biologiques différents. Afin d'en tenir compte la notion de dose équivalente pour un tissu ou organe donné a été introduite. L'unité est le Sievert (Sv).

Dose prévisible : Dose évaluée a priori en supposant qu'aucune action protectrice ou correctrice n'est entreprise.

Dose résiduelle : Dose qui se produirait même si une mesure de protection était effectuée.

Dose Totale Indicative (DTI) : Dose efficace résultant de l'incorporation des radionucléides présents dans l'eau durant une année de consommation. Son calcul est effectué selon les modalités de l'article R.1321-20 du Code de la Santé Publique [5].

Hypothyroïdie : L'hypothyroïdie correspond à la surmortalité des cellules thyroïdiennes.

Installation Nucléaire de Base (INB) : C'est une installation nucléaire qui, de par sa nature, ou en raison de la quantité ou de l'activité de toutes substances radioactives qu'elle contient, est soumise à une réglementation spécifique.

IRSN : L'IRSN est un établissement public à caractère industriel et commercial placé sous la tutelle conjointe des ministères chargés de l'Environnement, de la Santé, de l'Industrie, de la Recherche et de la Défense. Il est l'appui technique de l'ASN.

Niveau d'intervention : Le niveau d'intervention est la valeur repère de dose prévisionnelle, selon le cas « efficace » ou « équivalente », à partir de laquelle un type d'intervention ou mesure de protection des populations doit être envisagé. Les niveaux d'intervention sont utilisés dans la préparation des plans d'urgence et servent de guide pour le choix des actions à mettre en œuvre au titre de ceux-ci. Leur utilisation peut être modulée pour tenir compte des divers facteurs rencontrés localement, notamment si le préjudice associé à l'intervention devait être disproportionné par rapport au bénéfice attendu.

Période radioactive : Elle se définit comme étant le temps au bout duquel l'activité de la source a décru d'un facteur deux. La période radioactive est une donnée intrinsèque à un radioélément. Elle varie donc d'un radioélément à l'autre.

Phase d'urgence : La phase d'urgence est caractérisée par une émission, durant laquelle des actions sont engagées de manière rapide et organisée, notamment dans le cadre des plans de secours pris en application de la loi relative à la modernisation de la sécurité civile, de façon à limiter les conséquences d'un événement.

Phase post-accidentelle : La phase post-accidentelles correspond à la phase de traitement des conséquences de l'événement. Elle commence dès la fin des rejets, l'installation étant ramenée dans un état sûr, et peut durer plusieurs mois ou années en fonction de l'ampleur et de la persistance de la contamination radiologique des territoires.

Seuil d'intervention : Les seuils d'intervention pour les radionucléides correspondent aux activités volumiques dans les produits alimentaires consommés (Bq/L pour l'eau potable).

Système d'Information Géographique : Le SIG est un outil informatique permettant d'organiser et de présenter des données spatialement référencées ainsi que de produire des plans et des cartes.

Terme source : Le terme source définit la nature, la quantité et la cinétique de rejet des produits radioactifs d'une installation nucléaire soit en conditions normales de fonctionnement, soit au cours d'un accident réel ou supposé.

Vulnérabilité des ressources : La vulnérabilité des ressources correspond à l'ensemble de caractères qui déterminent la plus ou moins grande facilité d'accès à un réservoir aquifère et de propagation dans celui-ci d'une substance considérée comme indésirable.

Liste des annexes

ANNEXE 1 : PRESENTATION DU CODIRPA

**ANNEXE 2 : STRATEGIE D'ANALYSE APPLICABLE AU CONTROLE DE LA QUALITE
RADIOLOGIQUE DE L'EAU POTABLE EN France**

**ANNEXE 3 : LES CENTRES NUCLEAIRES DE PRODUCTION D'ELECTRICITE
PRESENTS SUR LE TERRITOIRE FRANÇAIS**

ANNEXE 4 : QUESTIONNAIRE A DESTINATION DES DDASS

ANNEXE 5 : LISTE DES CONTACTS

Le comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire ou d'une situation d'urgence radiologique (CODIRPA)

Jean-Luc GODET, Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN)

Depuis plusieurs années, les pouvoirs publics ont défini une organisation adaptée pour gérer les situations d'urgence radiologique consécutives à un accident sur une installation nucléaire. Cette organisation a été définie dans la directive interministérielle du 7 avril 2005 sur l'action des pouvoirs publics en cas d'événement entraînant une situation d'urgence radiologique.

Jusqu'à présent, la gestion du risque en phase post-accidentelle n'a, quant à elle, pas été explorée avec la même attention. En tout état de cause, aucune formalisation de la doctrine qui servirait de base aux actions des pouvoirs publics n'est à ce jour disponible.

L'ASN, en relation avec les départements ministériels concernés, a donc été chargée par la directive interministérielle susvisée, d'établir le cadre, de définir, de préparer et de mettre en œuvre les dispositions nécessaires pour répondre à la situation post-accidentelle.

En juin 2005, l'ASN a mis en place un comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire ou d'une situation d'urgence radiologique (CODIRPA). La définition d'une doctrine nationale dédiée à la gestion du risque radiologique en situation post-événementielle devant prendre en compte divers aspects de nature organisationnelle, technique et sociétale, 7 groupes de travail ont été constitués (début 2006) :

- GT1 : Levée des actions d'urgence de protection des populations et réduction de la contamination en milieu du bâti (ASM) ;
- GT2 : Vie dans les territoires ruraux contaminés, agriculture, eau (DGAL) ;
- GT3 : Evaluation des conséquences radiologiques et dosimétriques (IRSN) ;
- GT4 : Surveillance sanitaire des victimes et des populations (InVS) ;
- GT5 : Indemnisation (DGEMP) ;
- GT6 : Gestion des déchets, produits et terres contaminés (ASM) ;
- GT7 : Organisation des pouvoirs publics et implication des « parties prenantes » (SGDN).

Deux autres groupes de travail *ad hoc* ont vu le jour en 2007 :

- GT *ad hoc* : Hypothèses sur les scénarios d'exposition (IRSN) ;
- GT *ad hoc* : Eau (DGAL).

Pour chacun de ces groupes, une entité pilote a été proposée (*en italique*¹⁰). Ensuite, chaque pilote a constitué son groupe de travail réunissant des membres de l'ASN, de l'IRSN, des ministères concernés, des exploitants nucléaires, des associations, etc.

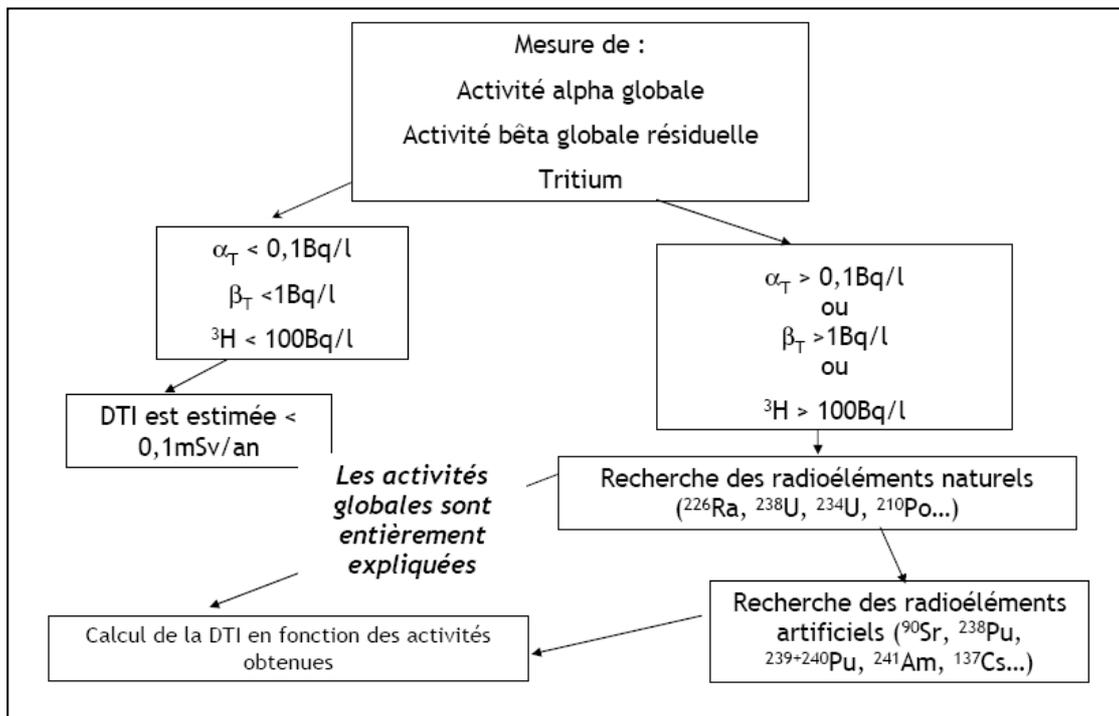
Pour mener la 1^{ère} phase des travaux du CODIRPA (début 2006-juin 2007), il a été proposé de mandater les groupes de travail sur la base de deux scénarios « moyens ». Les scénarios qui ont servi de support aux travaux du CODIRPA et les premiers éléments de doctrine font l'objet de présentations spécifiques.

Durant la 2^{nde} phase des travaux (juillet 2007-janvier 2009), les premiers éléments de doctrine seront consolidés et de nouveaux scénarios vont être étudiés (un scénario aggravé et un scénario avec des radionucléides émetteurs alpha). En parallèle, une procédure de concertation des acteurs locaux doit être élaborée.

¹⁰ DGAL : Direction Générale de la Santé, IRSN : Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire, InVS : Institut de Veille Sanitaire, DGEMP : Direction Générale de l'Energie et des Matières Premières, SGDn : Secrétariat Général de la Défense Nationale.

ANNEXE 2 : STRATEGIE D'ANALYSE APPLICABLE AU CONTROLE DE LA QUALITE RADIOLOGIQUE DE L'EAU POTABLE EN FRANCE

Schéma de la stratégie d'analyse (source : IRSN)



ANNEXE 3 : LES CENTRES NUCLEAIRES DE PRODUCTION D'ELECTRICITE PRESENTS SUR LE TERRITOIRE FRANCAIS

Centrales nucléaires, sites nucléaires et sites de stockage des déchets radioactifs en France (source : www.wikipedia.fr)



Les 20 CNPE présents sur le territoire français sont : Blayais, Bugey, Cattenom, Belleville, Chooz(B), Cruas, St Laurent, Chinon, Civaux, Creys, Dampierre, Fessenheim, St Alban, Gravelines, Flamanville, Golfech, Nogent sur Seine, Paluel, Penly, Tricastin.

ANNEXE 4 : QUESTIONNAIRE TELEPHONIQUE A DESTINATION DES DDASS

DDASS du

Contact :

Fonction :

N°Tel :

Adresse e-mail :

Date :

I. Eléments de gestion d'un accident nucléaire

1) Avez-vous déjà réfléchi sur la gestion de la ressource en eau en cas d'accident nucléaire ?

Oui (aller à la question 3)

Non (aller à la question 2)

En projet

2) Si non, connaissez-vous quelqu'un en charge de cette problématique ?

Oui (Contact :))

Non (fin du questionnaire)

3) Si oui, quelle phase de l'accident avez-vous étudiée ?

Phase d'urgence

Phase post-accidentelle

4) Avez-vous déjà participé à un exercice de crise nucléaire ?

Oui (aller à la question 5)

Non (aller à la question 12)

Prochainement (date prévue de l'exercice : .././....)

5) Si oui, la gestion de la ressource en eau a-t-elle été ou sera-t-elle considérée ?

Oui

Non

6) Qu'avez-vous fait pour vous préparer en amont de l'exercice (en matière de gestion de la ressource en eau) ?

.....
.....
.....
.....

7) Quels sont les documents qui ont été préparés ? (cartes des captages, listes des laboratoires d'analyses agréés...)

.....
.....
.....
.....

8) Si l'exercice a déjà eu lieu, y-a-t-il eu des propositions de gestion de la ressource en eau faites lors de l'exercice en question ?

- Oui
- Non

9) Si oui, quelles sont ces propositions ? Quelles conclusions en tirez-vous ?

.....
.....
.....
.....
.....

10) Vous a-t-il manqué des informations ? Des éléments de doctrine ?

- Oui
- Non

11) Si oui, lesquelles ?

.....
.....
.....
.....

12) Si vous n'avez pas participé à un exercice de crise, avez-vous déjà été impliqué dans la gestion d'une pollution accidentelle de la ressource en eau quelle que soit la nature ?

- Oui
- Non

13) Si oui, de quelle nature ?

.....
.....
.....
.....

14) Quelles mesures de gestion ont été prises ?

.....
.....
.....
.....

15) Quelles conclusions tirez-vous de cette expérience ?

.....
.....
.....
.....

16) Quels documents vous-ont été utiles ? Quels documents vous ont manqué ?

.....
.....
.....
.....

17) Qu'avez-vous fait depuis pour vous préparer à ce type d'événement ?

.....
.....
.....
.....

II. Ressource en eau

18) Quel type de ressource en eau utilisez-vous ?

- Eau souterraine
- Eau de surface
- Eau mélangée

19) Des études de vulnérabilité des différentes ressources en eau (nappe souterraine, nappe karstique, nappe alluviale et eau superficielle) ont-elles été réalisées dans votre département ?

- Oui
- Non

20) Si oui, avez-vous accès aux résultats de ces études ?

Oui

Non

21) Sous quel format sont-ils disponible (dossier papier, base de données informatique, ...) ?

.....
.....
.....
.....

22) Avez-vous des données concernant les vitesses d'écoulement des nappes ?

Oui

Non

23) Sont-elles facilement accessibles ?

Oui

Non

24) Si oui, lesquelles ? (données obtenues par essai de pompage, par traçage, ...)

.....
.....
.....
.....

25) Quelle est la part des captages ayant un périmètre de protection dans votre département ? Quelle est la part eau souterraine/eau de surface ?

.....
.....
.....
.....

26) Y-a-t-il des captages présents dans la zone des 10km du PPI ?

Oui

Non

27) Si oui, concernent-ils des eaux souterraines ou des eaux superficielles ?

Eau souterraine

Eau superficielle

28) Si non, à quelle distance de la centrale se trouvent les captages les plus proches ?

.....
.....
.....
.....

III. Réseau de distribution

29) Selon vous, quelles sont les structures vulnérables à une pollution radiologique ?

- Captages
- Usine d'eau potable
- Château d'eau
- Réservoir
- Réseau de distribution

30) En cas d'accident, l'alimentation de secours en eau potable se fera par :

- Interconnexion
- Captage de secours
- Approvisionnement par citerne
- Distribution d'eau en bouteille

IV. Documents disponibles

31) Parmi les documents suivants, lesquels avez-vous à votre disposition ?

Localisation des différentes ressources en eau utilisées pour l'alimentation en eau potable (superficielles, souterraines, alluviales et karstiques)

Liste des captages

Localisation de ces captages sur le département (carte)

Liste des unités de production d'eau potable avec descriptif des techniques épuratoires utilisées

Liste des captages alimentant chacune de ces unités de production

Plan des réseaux de distributions indiquant l'existence ou non d'interconnexions entre eux

Liste des réservoirs/châteaux d'eau

Localisation de ces réservoirs/châteaux d'eau sur le département

Temps de résidence moyen de l'eau dans ces réservoirs/châteaux d'eau

Plan de mesure de l'eau (localisation des échantillons)

Protocole d'échantillonnage de l'eau en cas d'accident nucléaire

Les documents cités ci-dessus sont disponibles sous format SIG (Système d'Information Géographique)

32) Seriez-vous intéressé par une formation sur la gestion de la ressource en eau en cas d'accident nucléaire ?

Oui

Non

ANNEXE 5 : LISTE DES CONTACTS

ETABLISSEMENT	ADRESSE MAIL	COORDONNEES
DDASS de l'Ain	damien.brelivet@sante.gouv.fr nelly.nabyl@sante.gouv.fr	BRELIVET Damien (IGS) NABYL Nelly 33 bis avenue du Mail 01012 BOURG EN BRESSE Standard : 04.74.32.80.60
DDASS d'Ardeche	christophe.duchen@sante.gouv.fr	DUCHEN Christophe (IGS) 2 bis rue de la Recluse 07007 PRIVAS Cedex Standard : 04.75.20.28.60
DDASS des Ardennes	florence.chemin@sante.gouv.fr	CHEMIN Florence (IGS) 18 Avenue François Mitterand 08105 CHARLEVILLE MEZIERES Cedex N°Tel : 03.24.59.72.46
DDASS de l'Aube	cecile.bodin@sante.gouv.fr	BODIN Cécile (IES) Cité Administrative de Vassaulles BP 763 10025 TROYES Cedex N°Tel : 03.25.76.21.46
DDASS du Cher	bernard.montavont@sante.gouv.fr	MONTAVON Bernard (IGS) 4 Bd de l'Avenir 18016 BOURGES N°Tel : 02.48.23.71.60
DDASS de la Drôme	brigitte.vitry@sante.gouv.fr	VITRY Brigitte (IGS) 13 avenue Maurice Faure BP 1126 26011 VALENCE Cedex N°Tel : 04.75.79.71.62
DDASS de Gironde	jean-francois.causse@sante.gouv.fr eric.berat@sante.gouv.fr	CAUSSE Jean-François (IGS) BERAT Eric 103 bis rue de Belleville BP 922 33062 BORDEAUX Cedex Standard : 05.57.01.91.00
DDASS du Haut-Rhin	amelie.michel@sante.gouv.fr	MICHEL Amelie (IGS) 3 rue Fleischhauer 68026 COLMAR Cedex N°Tel : 03.89.24.81.64
DDASS d'Indre et Loire	francois.viguie@sante.gouv.fr annie.goleo@sante.gouv.fr	VIGUIE François (IGS) GOLEO Annie Cité Administrative Champ Girault 38 rue Edouard Vaillant 37042 Tours Cedex Standard : 02.47.60.44.44
DDASS de l'Isère	agnes.alexandre-bird@sante.gouv.fr	ALEXANDRE-BIRD Agnès (IGS) 17-19 rue du Commandant l'Herminier 38032 GRENOBLE Cedex 1 N°Tel : 04.76.63.64.68
DDASS du Loiret	garance.maurint@sante.gouv.fr	MAURIN Garance (IGS) 131 Faubourg Bannier 45042 ORLEANS N°Tel : 02.38.42.42.50

DDASS du Loir et Cher	alain.chateau@sante.gouv.fr	Alain Château (cellule prévention et gestion de crise) 41 rue d'Auvergne 41018 BLOIS Standard : 02.54.55.78.79
DDASS de la Manche	joel.dufils@sante.gouv.fr jean.bodin@sante.gouv.fr	DUFILS Joël (IGS) IES eau potable : BODIN Jean Place de la Préfecture BP 569 50008 St LÔ Cedex N°Tel : 02.33.06.56.66
DDASS de Moselle	helene.robert@sante.gouv.fr	ROBERT Hélène (IGS) 27 place Saint-Thiebault 57036 METZ Cedex Standard : 03.87.37.56.00
DDASS du Nord	helene.galle@sante.gouv.fr	Hélène Gallé (IES) 175 Rue Gustave Delory 59011 LILLE Cedex N°Tel : 03.20.18.37.46
DDASS de Seine Maritime	philippe.romac@sante.gouv.fr stephanie.langloff@sante.gouv.fr	ROMAC Philippe (IGS) LANGLOFF Stéphanie 31 rue Malouet Immeuble le Mail 76040 ROUEN Cedex N°Tel : 02.32.18.32.66
DDASS du Tarn et Garonne	jean-pierre.gayraud@sante.gouv.fr	GAYRAUD Jean-Pierre (IGS) 7 allée de Montarieu BP 768 82013 MONTABAN Cedex N°Tel : 05.63.21.18.44
DDASS de la Vienne	joel.robert@sante.gouv.fr	ROBERT Joël (plan de secours et évaluation des risques) Avenue de Northampton 86021 POITIERS Cedex N°Tel : 05.49.44.83.50
Direction Générale de la Santé	thierry.paux@sante.gouv.fr	PAUX Thierry (IGS)
Lyonnaise des eaux	nadia.bahria@lyonnaise-des-eaux.fr	Nadia Bahria
DSDS Guyane	dominique.maison@sante.gouv.fr	Dominique Maison (IGS)

Water management after a nuclear accident: Proposals for improvement of “Plans Particuliers d’Intervention” (PPI)

In the event of a nuclear accident, water management is currently considered of secondary importance in emergency phase. PPI only deal with evacuation and sheltering of population. However, water is considered as vital. In case of an accident, whatever the radiological quality of the water could be, it will always be worrying for the population.

This report aims to contribute to the improvement of water management in the case of a nuclear accident by proposing a content-type in PPI of Nuclear Power Plants. It is based on a survey of the content of PPI regarding water management, on a bibliographical summarize of emergency plans dealing with water and on inquiries on health local agencies (DDASS) point of view.

Studying contents of PPI has underlined a lack of consideration and homogeneity in water management questions from one PPI to another. The DDASS survey reveals interrogations related to intervention levels and risks ran by its employees that would be obliged to work in contaminated environment.

Proposals for improvement of PPI are made: to define a zone adapted to water management and to integrate documents and proposals for actions related to vulnerability of water resources, water distribution network and other uses of water. One of the first actions in the event of an accident is the filling of water towers for storage. PPI is specific to the emergency phase. However, information to prepare post-accident phase can be added (preparation of water resources specifically used for this purpose). Apart from PPI, improvements must also be made regarding interoperability of data (to prioritize compatible supports, regular data updating), with main emergency phase actors alert and employees training. Finally, water management in post-accidental phase cannot be integrated into PPI. Thus, it would be interesting to think about creating a “post-accident management plan” or an appendix of PPI gathering all documents allowing authorities to manage water resources on the long term.