

# ***Modification des installations de stockage des déchets radioactifs et réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2***

---

**Étude d'impact sur l'environnement**

---

Révision 2

Volume 1  
Rapport (chapitres 1 à 4)

**Février 2006**



# **Modification des installations de stockage des déchets radioactifs et réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2**

---

## **Étude d'impact sur l'environnement**

---

Révision 2

Volume 1  
Rapport (chapitres 1 à 4)

**Hydro-Québec Production**  
**Février 2006**

Cette étude d'impact sur l'environnement est soumise à la Commission canadienne de sûreté nucléaire, autorité responsable au sens de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*, en vue d'obtenir les autorisations nécessaires à la réalisation du projet de modification des installations de stockage des déchets radioactifs et de réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2.

L'étude d'impact sur l'environnement, en trois volumes, est subdivisée de la façon suivante :

- Volume 1 : Rapport (chapitres 1 à 4)
- Volume 2 : Rapport (chapitres 5 à 11)
- Volume 3 : Annexes

Le présent document a été réalisé par Hydro-Québec Production en collaboration avec Hydro-Québec Équipement et la direction – Communication d'entreprise d'Hydro-Québec.

## **Sommaire**

Située à l'est du parc industriel et portuaire de Bécancour, au sud-est de Trois-Rivières, la centrale nucléaire de Gentilly-2 est exploitée commercialement depuis 1983 et fournit 3 % de l'électricité totale produite par Hydro-Québec Production, soit environ 5 térawattheures par année. Gentilly-2 est une centrale de base qui fournit de l'électricité de manière continue et stable, à l'année longue. Les 675 MW de puissance de la centrale sont installés à proximité des grands centres de consommation de la vallée du Saint-Laurent, contribuant de manière importante à la stabilité et à la fiabilité du réseau de transport d'Hydro-Québec.

Au cours de ses 22 années d'exploitation, Gentilly-2 a maintenu un facteur d'utilisation qui se compare avantageusement avec les autres centrales nucléaires au Canada et dans le monde. De plus, comme Gentilly-2 ne dépend pas des précipitations, elle participe à la diversification des moyens de production d'électricité au Québec. Il s'agit donc d'une centrale fiable qui contribue à la sécurité d'approvisionnement en électricité des Québécois.

Gentilly-2 est aussi une centrale sûre, opérée par des travailleurs qualifiés et compétents et qui ont fait de cette centrale un succès, en ce qui a trait à l'exploitation d'un réacteur de type CANDU.

Hydro-Québec Production propose ici un projet qui vise essentiellement à assurer le maintien d'une installation existante qui a démontré sa fiabilité, sa sûreté et sa sécurité. Hydro-Québec Production projette la réfection de la centrale afin de poursuivre son exploitation jusqu'à l'horizon 2035, souhaite aménager une nouvelle installation de gestion des déchets radioactifs solides (IGDRS) et construire, à terme, quatre modules de stockage supplémentaires à l'aire de stockage à sec du combustible irradié (ASSCI) existante.

La nouvelle installation de gestion des déchets radioactifs solides (IGDRS) servira à entreposer, à compter de 2007, les déchets radioactifs solides générés par l'exploitation actuelle de la centrale ainsi que, advenant la réfection, les déchets des travaux de retubage du réacteur et ceux provenant de la poursuite de l'exploitation de la centrale jusqu'à la fin de sa nouvelle vie utile. Les unités de stockage seront construites à l'intérieur de la digue de protection contre les inondations du complexe nucléaire et à proximité de l'ASSCI. L'ajout des quatre modules CANSTOR à l'ASSCI est prévu en vue de répondre aux besoins totaux de stockage du combustible irradié qui sera produit jusqu'à l'horizon 2035.

La réfection de la centrale permettrait de continuer de tirer parti d'une installation existante dont la performance, aussi bien énergétique qu'environnementale, a été largement démontrée. Depuis maintenant plus de 20 ans, le complexe nucléaire de Gentilly est géré et entretenu de manière à contrer les risques d'atteinte à la santé et à l'intégrité physique de ses employés et de la population. Le site de Gentilly est aussi soumis depuis le début de l'exploitation à un programme de surveillance radiologique de l'environnement. Les impacts radiologiques des émissions liquides et gazeuses de la centrale sont extrêmement faibles et respectent les limites réglementaires de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) et les normes administratives d'Hydro-Québec Production.

La démarche méthodologique d'évaluation des effets sur l'environnement du projet fait appel aux composantes valorisées de l'écosystème. L'analyse des effets environnementaux engendrés par les modifications aux aires de stockage pendant la construction, en situation normale ou en cas de défaillances, ne révèle aucun effet important sur les composantes du milieu naturel environnant, non plus que sur le plan humain puisque les travaux auront lieu sur le site de la centrale et sur un terrain remblayé. Des mesures de protection sont prévues pour les travailleurs du chantier.

On ne prévoit non plus aucun effet important associé à la réfection de la centrale et à la poursuite de son exploitation jusqu'à l'horizon 2035. Les principaux effets se rapportent au volume d'eau brute du fleuve Saint-Laurent requis pour l'exploitation de la centrale et à la biomasse captée par la prise d'eau. Ils sont aussi liés au panache thermique et à ses variations temporelles qui induisent des effets sur une faible superficie de l'habitat aquatique et du milieu biologique en aval du rejet de la centrale.

Le projet pourrait cependant contribuer à maintenir ou à augmenter temporairement un certain niveau d'inquiétude chez la population avoisinante. La mise en place d'un comité de suivi environnemental et la poursuite du processus d'information et de consultation cherchera à réduire cette possible inquiétude.

Avec l'application des différentes mesures d'atténuation et de gestion des risques, aucun effet d'importance majeure ou significative n'est prévu sur les composantes valorisées de l'écosystème, aussi bien en situation normale qu'en situation de défaillances, d'accidents ou d'événements naturels, et ce, pour tous les volets du projet. Le même bilan s'applique aux effets cumulatifs lorsque le projet est mis en relation avec d'autres actions, projets et événements passés ou prévus dans la région.

La modification des installations de stockage entraînera des dépenses directes en région de l'ordre de 130 M\$, auxquelles s'ajoutent plus de 10 M\$ en retombées indirectes et induites. La réfection de la centrale pourrait générer des retombées régionales de l'ordre de 125 M\$ liées à des travaux d'ingénierie, de construction et de support aux activités du projet. Ces dépenses régionales seront surtout réalisées au cours de la période de travaux dans la centrale, soit en 2011-2012. La poursuite de l'exploitation de la centrale jusqu'à l'horizon 2035 permettra de consolider les quelque 675 emplois existants et de maintenir les retombées économiques actuelles liées à l'exploitation de la centrale.

Les travaux débiteront en 2007 avec la construction des premières unités de stockage des déchets radioactifs devant répondre aux besoins immédiats d'exploitation. En 2009 et 2010 seront construites les unités de stockage des déchets issus de la réfection de la centrale prévue en 2011-2012. En 2012 et 2013, on construira les installations pour le stockage des résines usées. L'aménagement des autres unités de stockage se poursuivra entre 2024 et 2042, selon les besoins d'exploitation. Enfin, le déclassement des installations s'étalera de 2042 jusque dans les années 2060.

## Situation du projet







# Table des matières

## Volume 1

Sommaire .....	iii
Situation du projet .....	v
Abréviations et unités .....	xix
Glossaire .....	xxvii
1 Contexte et justification du projet.....	1-1
1.1 Présentation du promoteur .....	1-1
1.2 Exigences réglementaires .....	1-1
1.2.1 Loi canadienne sur l'évaluation environnementale .....	1-2
1.2.1.1 Agence canadienne d'évaluation environnementale .....	1-3
1.2.1.2 Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires .....	1-3
1.2.1.3 Commission canadienne de sûreté nucléaire .....	1-3
1.2.1.4 Gestion du combustible nucléaire irradié et des déchets radioactifs solides au Canada .....	1-4
1.2.2 Loi sur la qualité de l'environnement du Québec .....	1-5
1.3 Justification du projet .....	1-6
1.3.1 Besoins en énergie et place du nucléaire dans le réseau d'Hydro-Québec .....	1-6
1.3.2 Réfection et poursuite de l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2.....	1-8
1.3.2.1 Nécessité de la réfection de la centrale .....	1-8
1.3.2.2 Conséquences de la non-réalisation de la réfection .....	1-8
1.3.3 Modification des installations de stockage des déchets radioactifs.....	1-10
1.4 Portée du projet.....	1-10
1.5 Portée et contenu de l'évaluation environnementale .....	1-10
1.5.1 Contenu de l'étude d'impact sur l'environnement .....	1-11
1.5.2 Études sectorielles .....	1-12
1.6 Concordance entre les lignes directrices et l'étude d'impact sur l'environnement .....	1-12
1.7 Atteinte des objectifs de développement durable .....	1-13
2 Description des installations existantes .....	2-1
2.1 Généralités .....	2-1
2.2 Exploitation de la centrale de Gentilly-2 .....	2-3
2.2.1 Description générale du fonctionnement de la centrale.....	2-3

2.2.2	Systèmes nucléaires .....	2-4
2.2.2.1	Réacteur .....	2-4
2.2.2.2	Combustible .....	2-4
2.2.2.3	Réaction nucléaire en chaîne .....	2-5
2.2.2.4	Système caloporteur primaire .....	2-5
2.2.2.5	Système modérateur .....	2-6
2.2.3	Systèmes de régulation du réacteur .....	2-6
2.2.4	Système de confinement .....	2-6
2.2.4.1	Bâtiment du réacteur .....	2-7
2.2.4.2	Sas .....	2-7
2.2.4.3	Circuit d'arrosage .....	2-7
2.2.4.4	Vannes de confinement .....	2-7
2.2.5	Systèmes spéciaux de sûreté .....	2-7
2.2.6	Systèmes conventionnels de production d'électricité .....	2-8
2.2.7	Autres systèmes de la centrale .....	2-9
2.2.7.1	Gestion de l'eau .....	2-10
2.2.7.2	Gestion de l'eau lourde .....	2-10
2.2.7.3	Gestion des effluents liquides .....	2-11
2.2.7.4	Rejet thermique .....	2-11
2.2.7.5	Système de ventilation .....	2-12
2.2.7.6	Effluents gazeux .....	2-12
2.3	Gestion des matières dangereuses résiduelles .....	2-12
2.3.1	Combustible irradié .....	2-13
2.3.2	Déchets radioactifs solides .....	2-14
2.3.3	Déchets non radioactifs .....	2-15
2.4	Gestion des déchets domestiques et autres matières résiduelles non dangereuses .....	2-15
2.5	Gestion des produits pétroliers .....	2-16
2.6	Aires de stockage des déchets radioactifs et du combustible irradié .....	2-16
2.6.1	Aire de stockage à sec du combustible irradié .....	2-16
2.6.2	Aire de stockage des déchets radioactifs .....	2-17
2.6.2.1	Phase 1 .....	2-17
2.6.2.2	Phase 2 .....	2-18
2.7	Radioprotection, sûreté et sécurité des installations .....	2-18
2.7.1	Réglementation et contrôle .....	2-18
2.7.2	Normes canadiennes .....	2-20
2.7.3	Système de gestion de la qualité .....	2-21
2.7.4	Programme de radioprotection .....	2-21
2.7.4.1	Normes de radioprotection .....	2-21
2.7.4.2	Procédures de radioprotection .....	2-22
2.7.4.3	Surveillance environnementale .....	2-24

2.7.5	Sûreté nucléaire .....	2-26
2.7.5.1	Centrale nucléaire de Gentilly-2 .....	2-26
2.7.5.2	Aires de stockage des déchets radioactifs et du combustible irradié.....	2-26
2.7.6	Sécurité matérielle .....	2-27
2.7.6.1	Complexe nucléaire .....	2-27
2.7.6.2	Aires de stockage des déchets radioactifs et du combustible irradié.....	2-28
3	Description du projet .....	3-1
3.1	Réfection de la centrale de Gentilly-2 .....	3-2
3.1.1	État de la centrale .....	3-3
3.1.1.1	Études réalisées pour évaluer l'état des installations .....	3-4
3.1.1.2	Études des systèmes, structures et composants critiques .....	3-5
3.1.1.2.1	Structure du réacteur .....	3-5
3.1.1.2.2	Béton du système de confinement .....	3-8
3.1.1.2.3	Générateurs de vapeur .....	3-11
3.1.1.2.4	Moteurs électriques .....	3-12
3.1.1.2.5	Tuyauterie des systèmes nucléaires et conventionnels.....	3-13
3.1.1.2.6	Principaux équipements nucléaires et conventionnels .....	3-15
3.1.1.2.7	Turbo-alternateur (TA).....	3-20
3.1.1.2.8	Câbles électriques.....	3-22
3.1.1.2.9	Autres structures civiles .....	3-24
3.1.1.3	Bilan de l'état de la centrale.....	3-25
3.1.1.3.1	Sélection des systèmes .....	3-26
3.1.1.3.2	Réalisation des bilans de santé .....	3-27
3.1.1.3.3	Conclusions des bilans de santé .....	3-28
3.1.2	Portée du projet de réfection .....	3-29
3.1.2.1	Principaux travaux à effectuer .....	3-31
3.1.2.1.1	Réfection du réacteur.....	3-31
3.1.2.1.2	Remplacement des ordinateurs de commande .....	3-31
3.1.2.1.3	Réfection du groupe turbo-alternateur.....	3-32
3.1.2.1.4	Réfection des auxiliaires du réacteur.....	3-32
3.1.2.1.5	Analyses de sûreté .....	3-32
3.1.2.1.6	Réfection de systèmes électriques .....	3-32
3.1.2.1.7	Réfection de systèmes de support .....	3-32
3.1.2.2	Installations annexes liées à la réfection de la centrale.....	3-33
3.1.2.3	Mise en service et redémarrage.....	3-34
3.1.3	Calendrier du projet de réfection .....	3-34
3.1.3.1	Phase 1 du projet de réfection.....	3-34
3.1.3.2	Phase 2 du projet de réfection.....	3-34
3.1.3.3	Phase 3 du projet de réfection.....	3-36

3.1.3.3.1 Phase 3A (arrêt et préparation) .....	3-36
3.1.3.3.2 Phase 3B (réfection).....	3-36
3.1.3.3.3 Phase 3C (redémarrage et mise en service) .....	3-37
3.1.4 Budget du projet de réfection.....	3-38
3.1.5 Organisation et main-d'œuvre .....	3-38
3.1.5.1 Schéma organisationnel.....	3-38
3.1.5.2 Main-d'œuvre.....	3-38
3.2 Poursuite de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2 .....	3-39
3.3 Déchets non radioactifs résultant de la poursuite de l'exploitation et de la réfection de la centrale.....	3-39
3.4 Modification des aires de stockage des déchets radioactifs et du combustible irradié.....	3-40
3.4.1 Évaluation des besoins de stockage .....	3-40
3.4.1.1 Poursuite de l'exploitation de la centrale .....	3-40
3.4.1.1.1 Combustible irradié.....	3-40
3.4.1.1.2 Déchets radioactifs solides.....	3-41
3.4.1.2 Besoins liés à la réfection de la centrale.....	3-43
3.4.1.2.1 Travaux de réfection .....	3-43
3.4.1.2.2 Déchets radioactifs solides.....	3-47
3.4.2 Choix des installations de stockage .....	3-50
3.4.2.1 Stockage du combustible irradié .....	3-50
3.4.2.1.1 Modes de stockage approuvés .....	3-50
3.4.2.1.2 Critères de radioprotection, de sûreté et de sécurité du module CANSTOR .....	3-51
3.4.2.1.3 Critères de radioprotection, de sûreté et de sécurité du silo.....	3-55
3.4.2.2 Stockage des déchets radioactifs solides .....	3-57
3.4.2.2.1 Critères de radioprotection, de sûreté et de sécurité .....	3-57
3.4.2.2.2 Définition des options de stockage .....	3-57
3.4.2.2.3 Comparaison des options .....	3-62
3.4.3 Choix de l'emplacement pour les installations projetées.....	3-64
3.4.3.1 Aire de stockage à sec du combustible irradié .....	3-64
3.4.3.1.1 Critères de localisation, de radioprotection, de sûreté et de sécurité .....	3-64
3.4.3.1.2 Besoins en espace .....	3-64
3.4.3.1.3 Agrandissement retenu .....	3-65
3.4.3.2 Installation de gestion des déchets radioactifs solides.....	3-65
3.4.3.2.1 Critères de localisation, de radioprotection, de sûreté et de sécurité .....	3-65
3.4.3.2.2 Besoins en espace .....	3-66
3.4.3.2.3 Sites étudiés .....	3-66
3.4.3.2.4 Évaluation comparative .....	3-67
3.4.3.2.5 Site privilégié.....	3-69

3.4.4 Description des installations projetées .....	3-70
3.4.4.1 Aire de stockage à sec du combustible irradié .....	3-70
3.4.4.1.1 Module CANSTOR .....	3-70
3.4.4.1.2 Silo .....	3-71
3.4.4.1.3 Panier .....	3-72
3.4.4.1.4 Château de transfert .....	3-72
3.4.4.1.5 Autres équipements .....	3-73
3.4.4.2 Installation de gestion des déchets radioactifs solides .....	3-73
3.4.4.2.1 Déchets résultant de la poursuite de l'exploitation de la centrale .....	3-75
3.4.4.2.2 Déchets résultant de la réfection de la centrale .....	3-76
3.4.5 Construction des aires de stockage .....	3-78
3.4.5.1 Préparation des sites .....	3-78
3.4.5.1.1 Aire de stockage à sec du combustible irradié .....	3-78
3.4.5.1.2 Installation de gestion des déchets radioactifs solides .....	3-79
3.4.5.2 Construction des unités de stockage .....	3-80
3.4.5.2.1 Aire de stockage à sec du combustible irradié .....	3-80
3.4.5.2.2 Installation de gestion des déchets radioactifs solides .....	3-81
3.4.5.3 Installations annexes .....	3-83
3.4.5.3.1 Aire de stockage à sec du combustible irradié .....	3-83
3.4.5.3.2 Installation de gestion des déchets radioactifs solides .....	3-84
3.4.5.4 Organisation du chantier .....	3-85
3.4.5.4.1 Aire de stockage à sec du combustible irradié .....	3-85
3.4.5.4.2 Installation de gestion des déchets radioactifs solides .....	3-86
3.4.5.5 Coût, calendrier de réalisation et main-d'œuvre .....	3-86
3.4.5.5.1 Coût .....	3-86
3.4.5.5.2 Calendrier de réalisation .....	3-87
3.4.5.5.3 Main-d'œuvre et formation .....	3-88
3.4.6 Exploitation des installations projetées .....	3-89
3.4.6.1 Procédures de radioprotection, de sûreté nucléaire et de sécurité matérielle .....	3-89
3.4.6.1.1 Aire de stockage à sec du combustible irradié .....	3-89
3.4.6.1.2 Installation de gestion des déchets radioactifs solides .....	3-90
3.4.6.1.3 Formation du personnel .....	3-92
3.4.6.2 Gestion du combustible irradié .....	3-92
3.4.6.2.1 Chargement des paniers .....	3-93
3.4.6.2.2 Séchage et soudage des paniers .....	3-94
3.4.6.2.3 Chargement du château de transfert .....	3-94
3.4.6.2.4 Transfert du combustible irradié .....	3-94
3.4.6.2.5 Chargement d'un module ou d'un silo .....	3-95
3.4.6.3 Gestion des déchets radioactifs solides .....	3-96

3.4.6.3.1	Déchets résultant de la poursuite de l'exploitation de la centrale .....	3-96
3.4.6.3.2	Déchets résultant du retubage du réacteur et de la réfection de la centrale.....	3-97
3.4.6.4	Sûreté et contrôle radiologique.....	3-97
3.4.6.4.1	Aire de stockage à sec du combustible irradié.....	3-97
3.4.6.4.2	Installation de gestion des déchets radioactifs solides .....	3-101
3.4.6.5	Main-d'œuvre et formation .....	3-104
3.4.6.5.1	Aire de stockage à sec du combustible irradié.....	3-104
3.4.6.5.2	Installation de gestion des déchets radioactifs solides .....	3-104
3.5	Calendrier d'exploitation de la centrale de Gentilly-2 et des aires de stockage .....	3-105
3.6	Déclassement de la centrale et des aires de stockage.....	3-105
3.6.1	Activités et objectifs de déclassement .....	3-106
3.6.1.1	Phase 1 – Préparation à la dormance.....	3-107
3.6.1.2	Phase 2 – Dormance .....	3-107
3.6.1.3	Phase 3 – Démantèlement et réhabilitation du site.....	3-108
3.6.2	Risques et stratégie de protection .....	3-110
4	Communication et participation du milieu.....	4-1
4.1	Programme de communication sur l'avant-projet.....	4-2
4.1.1	Démarche de communication .....	4-3
4.1.2	Principaux publics ciblés .....	4-4
4.2	Moyens et activités de communication .....	4-5
4.2.1	Moyens et outils d'information.....	4-5
4.2.2	Moyens et activités de consultation .....	4-10
4.2.3	Moyens de suivi de l'opinion .....	4-13
4.2.4	Autres moyens et activités de communication.....	4-16
4.3	Résumé des commentaires recueillis lors de la consultation en 2003.....	4-18
4.3.1	Principaux commentaires regroupés par thème .....	4-19
4.3.2	Commentaires de la table d'information et d'échanges.....	4-23
4.4	Communication avec les autochtones .....	4-25
4.5	Audiences publiques du BAPE (automne 2004).....	4-26
4.5.1	Période d'information et de consultation du BAPE.....	4-26
4.5.2	Requêtes d'audiences publiques faites au BAPE.....	4-26
4.5.3	Tenue des audiences publiques du BAPE.....	4-26
4.5.3.1	Déroulement .....	4-26
4.5.3.2	Mémoires.....	4-27
4.5.4	Visite à la centrale de Gentilly-2 dans le cadre des audiences publiques .....	4-28
4.5.5	Analyse des audiences publiques du BAPE.....	4-28
4.5.6	Rapport du BAPE .....	4-28

4.6 Bilan de la consultation et de la participation du milieu.....4-29

## **Volume 2 (chapitres 5 à 11)**

5 Contexte méthodologique de l'évaluation environnementale

- 5.1 Démarche d'évaluation environnementale
- 5.2 Sources d'effet
- 5.3 Connaissance du milieu
- 5.4 Analyse des effets

6 Description du milieu

- 6.1 Milieu physique
- 6.2 Milieu biologique
- 6.3 Milieu humain
- 6.4 Environnement radiologique

7 Effets en situation normale

- 7.1 Méthode d'évaluation des effets
- 7.2 Sources d'effet
- 7.3 Modifications du milieu physique
- 7.4 Effets sur les milieux biologique et humain résultant de la poursuite de l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2
- 7.5 Effets sur les milieux biologique et humain résultant de la réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2
- 7.6 Effets sur les milieux biologique et humain résultant de la construction des installations de stockage
- 7.7 Effets sur les milieux biologique et humain résultant de l'exploitation des installations de stockage
- 7.8 Effets résultant du déclassement et du démantèlement des installations nucléaires

8 Situation de défaillances, d'accidents et d'événements naturels

- 8.1 Méthode d'évaluation des risques
- 8.2 Sources de risque
- 8.3 Évaluation des risques radiologiques
- 8.4 Évaluation des risques chimiques
- 8.5 Risques associés aux catastrophes naturelles et aux changements climatiques
- 8.6 Risques associés aux activités humaines
- 8.7 Bilan des risques
- 8.8 Gestion des risques

- 9 Effets cumulatifs
  - 9.1 Méthode d'évaluation
  - 9.2 Portée de l'évaluation
  - 9.3 Qualité de l'environnement
  - 9.4 Santé et bien-être de la population
  - 9.5 Bilan des effets cumulatifs
- 10 Bilan des effets résiduels
- 11 Surveillance et suivi environnementaux
  - 11.1 Poursuite de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2
  - 11.2 Réfection de la centrale de Gentilly-2
  - 11.3 Installations de stockage (2007-2060)
  - 11.4 Déclassement et démantèlement

## **Volume 3 (annexes)**

- A Politique *Notre environnement*
- B Lignes directrices sur l'évaluation environnementale (portée du projet et de l'évaluation) (CCSN)
  - B1 Version originale (août 2003)
  - B2 Version amendée (septembre 2005)
- C Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet industriel (MENV)
- D Stations de mesure du suivi environnemental
- E Certificat de conformité à la réglementation municipale
- F Classification radiologique des déchets solides selon la catégorie de débit de dose
- G Dossier des relations avec le milieu
  - G1 Publics et organismes rencontrés et informés
  - G2 Bulletin d'information no 1 (versions française et anglaise)
  - G3 Ligne téléphonique et courriels
  - G4 Documentation rendue disponible par Hydro-Québec Production sur son site Internet
  - G5 Chroniques diffusées dans les hebdomadaires régionaux
  - G6 Avis publics et annonces parus dans les journaux
  - G7 Feuilles circulaires d'invitation à la population



- G8 Lettre type d'invitation aux rencontres avec les groupes ciblés et ordre du jour
- G9 Consultation sur l'avant-projet en 2003 au moyen d'un questionnaire
- G10 Réponses d'Hydro-Québec aux demandes d'information du public en 2003
- G11 Présentations sur acétates (logiciel PowerPoint et animation 3D)
- G12 Liste des dépliants d'information sur la centrale de Gentilly-2
- G13 Calendriers des rencontres
- G14 Conférences et colloques
- G15 Communiqués de presse
- G16 Grilles des préoccupations de la table d'information et d'échanges de départ et révisée
- G17 Analyses de presse
- G18 Brochure En cas d'urgence nucléaire je sais quoi faire
- G19 Personnes jointes par Hydro-Québec
- G20 Rencontres avec les publics ciblés et soirées d'information en 2003
- G21 Documentation rendue disponible par le BAPE durant son mandat
- G22 Tableaux de compilation sur les audiences publiques du BAPE
- G23 Communiqués de presse diffusés par le BAPE
  
- H Méthode d'évaluation des effets sur l'environnement
  
- I Démarche d'évaluation de la perception des risques et des impacts psychosociaux
  
- J Méthodologie d'analyse des risques radiologiques
  
- K Méthode d'évaluation des effets cumulatifs
  
- L Méthode d'identification des CVE
  
- M Mesures d'atténuation courantes et particulières
  
- N Points d'observation types
  
- O Résumé du plan des mesures d'urgence
  
- P Actions, événements ou projets pouvant avoir une incidence sur certaines CVE
  
- Q Dossier cartographique

## **Tableaux**

- 1-1 : Principales étapes de réalisation du projet..... 1-15
- 1-2 : Concordance entre les lignes directrices de la Commission canadienne de sûreté nucléaire et le contenu de l'EIE..... 1-16

1-3 :	Localisation des informations dans les trois révisions de l'EIE .....	1-19
2-1 :	Volume annuel moyen de déchets radioactifs par catégorie (1983-2004) et volume de stockage disponible en juin 2005 .....	2-29
2-2 :	Limites réglementaires de dose de rayonnement ionisant pour l'humain .....	2-29
3-1 :	Principaux mécanismes de dégradation .....	3-112
3-2 :	Estimation des coûts du projet de réfection .....	3-114
3-3 :	Estimation sommaire du personnel requis et des doses liées à la réfection du réacteur .....	3-114
3-4 :	Composition des pastilles de combustible avant et après l'irradiation .....	3-115
3-5 :	Déchets résultant de la poursuite de l'exploitation de la centrale, y compris les déchets existants à transférer à l'IGDRS .....	3-115
3-6 :	Déchets résultant de la réfection de la centrale .....	3-116
3-7 :	Particularités des unités de stockage étudiées pour l'IGDRS .....	3-117
3-8 :	Évaluation environnementale comparative des deux sites envisagés pour l'IGDRS .....	3-121
3-9 :	Évaluation technicoéconomique comparative des deux sites envisagés pour l'IGDRS .....	3-122
3-10 :	Calendrier de réalisation et coût des travaux prévus à l'ASSCI .....	3-123
3-11 :	Coûts des travaux liés à l'IGDRS .....	3-124
3-12 :	Déchets expédiés à l'IGDRS pendant la première moitié des travaux de retubage du réacteur .....	3-125

## **Figures**

1-1 :	Structure documentaire de l'étude d'impact sur l'environnement .....	1-25
2-1 :	Complexe nucléaire de Gentilly .....	2-31
2-2 :	Schéma général de fonctionnement de la centrale .....	2-33
2-3 :	Réacteur .....	2-34
2-4 :	Système caloporteur primaire .....	2-35
2-5 :	Système modérateur .....	2-36
2-6 :	Systèmes d'arrêt d'urgence du réacteur .....	2-37
2-7 :	Gestion de l'eau lourde .....	2-38
2-8 :	Équipement de manutention du combustible irradié dans la piscine de stockage .....	2-39
2-9 :	Opérations de transfert du combustible irradié de la piscine de stockage au module CANSTOR .....	2-40
2-10 :	Diagramme de gestion des déchets radioactifs solides .....	2-41
2-11 :	Aire de stockage des déchets radioactifs (ASDR) .....	2-42
3-1 :	Hierarchie des études .....	3-126
3-2 :	Vue générale de la structure du réacteur .....	3-127
3-3 :	Système de confinement .....	3-128

3-4 :	Fonctionnement simplifié du générateur de vapeur .....	3-129
3-5 :	Composants du générateur de vapeur .....	3-130
3-6 :	Distribution des moteurs électriques à Gentilly-2 .....	3-131
3-7 :	Répartition des systèmes nucléaires et conventionnels .....	3-132
3-8 :	Le groupe turboalternateur .....	3-133
3-9 :	Origine des recommandations de travaux de réfection .....	3-134
3-10 :	Structure organisationnelle de l'unité Avant-projet de réfection .....	3-135
3-11 :	Structure organisationnelle de la direction de la centrale de Gentilly-2 .....	3-136
3-12 :	Systèmes de la centrale et programmes de contrôle .....	3-137
3-13 :	Systèmes de refroidissement d'urgence du cœur (RUC) du réacteur .....	3-138
3-14 :	Agencement type des unités de stockage projetées à l'ASSCI et à l'IGDRS .....	3-139
3-15 :	Grappe de combustible pour le réacteur CANDU .....	3-141
3-16 :	Décroissance de la radioactivité et de la chaleur résiduelle d'une grappe type de combustible irradié après son retrait du réacteur .....	3-142
3-17 :	Principaux composants du réacteur .....	3-143
3-18 :	Diagramme de gestion des déchets radioactifs de réfection .....	3-144
3-19 :	Déchiqueteuse de tubes de force et de cuve .....	3-145
3-20 :	Timbres résultant du déchiquetage des tubes de force ou de cuve .....	3-146
3-21 :	Contenants cylindriques pour le stockage des déchets de retubage .....	3-147
3-22 :	Appareil de coupe type .....	3-148
3-23 :	Boîte métallique pour le transfert et le stockage des déchets non compactables de faible et de moyenne activité résultant du retubage .....	3-149
3-24 :	Distribution des températures dans un module CANSTOR et un silo .....	3-150
3-25 :	Enceinte de stockage des déchets compactables et non compactables (type 1A) .....	3-151
3-26 :	Fosse à déchets de faible et de moyenne activité (type B) .....	3-152
3-27 :	Fosse à déchets de faible et de moyenne activité (type C) .....	3-153
3-28 :	Bâtiment de stockage des déchets faiblement radioactifs .....	3-154
3-29 :	Enceinte de stockage des filtres usagés (type A) .....	3-155
3-30 :	Fosse souterraine IC-18 .....	3-156
3-31 :	Silo à déchets de retubage .....	3-157
3-32 :	Enceinte de stockage des déchets de faible et de moyenne activité (EDFMA) .....	3-158
3-33 :	Bunker à déchets solides métalliques .....	3-159
3-34 :	Quadricellule pour le stockage des déchets de haute activité .....	3-160
3-35 :	Décacellule pour le stockage des résines usées .....	3-161
3-36 :	Enceinte de stockage des résines usées (ESRU) .....	3-162
3-37 :	Aires de stockage étudiées .....	3-163
3-38 :	Vue simulée des aires de stockage en 2042 (IGDRS et ASSCI, sans réfection de la centrale) .....	3-164

3-39 :	Coupe partielle de l'ASSCI et d'un module CANSTOR.....	3-165
3-40 :	Module CANSTOR .....	3-166
3-41 :	Silo de type EACL.....	3-167
3-42 :	Panier de stockage à sec du combustible irradié.....	3-168
3-43 :	Château de transfert de panier de combustible irradié.....	3-169
3-44 :	Vue simulée des aires de stockage en 2042 (IGDRS et ASSCI, avec réfection de la centrale).....	3-170
3-45 :	Distribution des températures dans un silo à déchets de retubage .....	3-171
3-46 :	Calendrier des différentes phases du projet .....	3-173
3-47 :	Diagramme de gestion des déchets radioactifs solides résultant de la poursuite de l'exploitation de la centrale .....	3-175
3-48 :	Opérations de transfert des déchets de retubage du bâtiment du réacteur vers un silo .....	3-176

## Abréviations et unités

%	Pour cent
%PP	Pour cent pleine puissance du réacteur
°C	Degré Celsius
µg/m <sup>3</sup>	Microgramme par mètre cube
µm	Micromètre ou micron
µSv	Microsievert
µSv/h	Microsievert par heure
<sup>124</sup> Sb	Antimoine-124
<sup>125</sup> Sb	Antimoine-125
<sup>131</sup> I	Iode-131
<sup>137</sup> Cs	Césium-137
<sup>232</sup> Th	Thorium-232
<sup>235</sup> U	Uranium-235
<sup>238</sup> U	Uranium-238
<sup>40</sup> K	Potassium-40
<sup>54</sup> Mn	Manganèse-54
<sup>60</sup> Co	Cobalt-60
<sup>95</sup> Nb	Niobium-95
<sup>95</sup> Zr	Zirconium-95
<sup>85</sup> Kr	Krypton-85
ABI	Aluminerie de Bécancour inc.
ACC	Area Control Center (Centre de contrôle régional)
ACEE	Agence canadienne d'évaluation environnementale
ACNOR	Association canadienne de normalisation
ADSSS	Agence de développement de réseaux locaux de services de santé et de services sociaux
AFEAS	Association féminine d'éducation et d'action sociale
AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique
ALARA	As Low as Reasonably Achievable (principe d'optimisation en radioprotection)
ANC	Association nucléaire canadienne
APR	Avant-projet de réfection
AQGO	Association québécoise des groupes d'ornithologues
AQLPA	Association québécoise de lutte contre la pollution atmosphérique
ASDR	Aire de stockage des déchets radioactifs

ASSCI	Aire de stockage à sec du combustible irradié
B(a)P	Benzo(a)pyrène
BAPE	Bureau d'audiences publiques sur l'environnement
BCR	Béton compacté au rouleau
BDS	Bilans de santé
BDSS	Bilans de santé de système
BDSG	Bilans de santé des génériques
BEIR	Biological Effects of Ionizing Radiations
BP	Basse pression
BPC	Biphényles polychlorés
B/R	Bâtiment du réacteur
Bq	Becquerel
Bq/kg	Becquerel par kilogramme
Bq/kg-C	Becquerel par kilogramme de carbone
Bq/L	Becquerel par litre
Bq/m <sup>2</sup>	Becquerel par mètre carré
Bq/m <sup>3</sup>	Becquerel par mètre cube
BQMA	Banque de données sur la qualité du milieu aquatique
B/R	Bâtiment du réacteur
B/S	Bâtiment des services
BTEX	Benzène, toluène, éthylbenzène et xylène
BWC	Babcock and Wilcox Canada
CA	Courant alternatif
CAAF	Contrat d'approvisionnement et d'aménagement forestier
CANDU-PHW	Canada Deuterium Uranium – Pressurized Heavy Water
CANSTOR	CANDU storage, module de stockage à sec du combustible irradié
CBI	Consolidated-Bathurst inc.
CC	Courant continu
CCME	Conseil canadien des ministres de l'environnement
CCQ	Commission de la construction du Québec
CCSN	Commission canadienne de sûreté nucléaire
CDPNQ	Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec
CEH	Contrôle électro-hydraulique
CFQG	Chemin de fer Québec-Gatineau
CGDBR	Corporation de gestion et de développement du bassin de la rivière Saint-Maurice
CHSM	Centre hospitalier Sainte-Marie
CIPR	Commission internationale de protection radiologique
CLD	Centre local de développement

CLE	Centre local d'emploi
CLSC	Centre local de services communautaires
cm	Centimètre
cm <sup>2</sup>	Centimètre carré
CMMI	Comité mixte, municipalités et industries
CMP	Concentration maximale permise
CN	Canadien National
CNI	Combustible nucléaire irradié
CO	Monoxyde de carbone
CO <sub>2</sub>	Dioxyde de carbone
COHA	Composés organiques halogènes adsorbables
COSE	Comité de suivi environnemental
COSEPAC	Comité sur la situation des espèces en péril au Canada
COSUN	Coalition pour la surveillance du nucléaire
COSV	Composés organiques semi-volatils
COV	Composés organiques volatils
CRDCQ	Conseil régional de développement du Centre-du-Québec
CRDM	Conseil régional de développement de la Mauricie
CRECQ	Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec
CRMC	Centre de récupération des matières contaminées
CRMD	Centre de récupération des matières dangereuses
CSA	Canadian Standards Association (voir ACNOR)
CSMQ	Comité de sécurité civile municipale du Québec
CVE	Composante valorisée de l'écosystème
dBA	Décibel A
DBO <sub>5</sub>	Demande biochimique ou biologique d'oxygène après cinq jours à 20 °C
DDT	Dichlordiphényltrichloréthane
DJMA	Débits journaliers moyens annuels
DJME	Débits journaliers moyens estivaux
DJMH	Débits journaliers moyens hivernaux
DLD	Dosimètre à lecture directe
DOR	Document sur les objets de la révision
DPTN	Division Production thermique et nucléaire
DSC	Département de santé communautaire
DTL	Dosimètre thermoluminescent
EACL	Énergie atomique du Canada limitée
EBA	Eau brute d'alimentation
EBR	Eau brute de refroidissement
EC	Environnement Canada

EdF	Énergie de France
EDFMA	Enceinte de stockage des déchets de faible et moyenne activité
EDTA	Éthylène-diamine-tétraacétique
ENB	Énergie Nouveau-Brunswick
EPOQ	Étude des populations d'oiseaux du Québec
EPRI	Electric Power Research Institute
EPS	Évaluation probable de sûreté
ÉI	Équipe d'intervention
ERET	Étude des risques écotoxicologiques et toxicologiques
ESR	Eau de service recirculée
ESRU	Enceinte de stockage des résines usées
FAPAQ	Société de la faune et des parcs du Québec
FDN	Fichier dosimétrique national
G\$	Milliard de dollars
G2	Gently-2
GE	Générale Électrique du Canada
GERLED	Groupe d'étude et de restauration de lieux d'élimination de déchets dangereux
GV	Générateur de vapeur
Gy	Gray
Gy/a	Gray par année
H <sub>2</sub> S	Sulfure d'hydrogène
ha	Hectare
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HCB	Hexachlorobenzène
HP	Horsepower
HQE	Hydro-Québec Équipement
HQP	Hydro-Québec Production
ICI	ICI Canada
ICRP	International Commission on Radiological Protection (voir CIPR)
IFR	Instruments Flight Rules (Règles de vol aux instruments)
IGDRS	Installation de gestion des déchets radioactifs solides
IIB	Indice d'intégrité biotique
ind./m <sup>2</sup>	Individu par mètre carré
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
IREQ	Institut de recherche en électricité du Québec
IQBP	Indice de qualité bactériologique et physico-chimique
ISO	International Organization for Standardization (Organisation internationale de normalisation)



ISR	International Safety Research
km	Kilomètre
km/h	Kilomètre par heure
kV	Kilovolt
kW	Kilowatt
LCEE	Loi canadienne sur l'évaluation environnementale
LCPE	Loi canadienne sur la protection de l'environnement
Leq	Niveau de bruit équivalent
LMQ	Laboratoire de matériaux de Québec (1987)
LOD	Limite opérationnelle dérivée
LQE	Loi sur la qualité de l'environnement
LSIP2	Deuxième liste des substances d'intérêt prioritaire
LSRN	Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires
M\$	Million de dollars
m	Mètre
m <sup>2</sup>	Mètre carré
m <sup>3</sup>	Mètre cube
m <sup>3</sup> /a	Mètre cube par année
MAINC	Ministère des Affaires indiennes et du Nord Canada
MAMM	Ministère des Affaires municipales et de la Métropole
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
mBq/m <sup>3</sup>	Millibecquerel par mètre cube
M/C	Machine de chargement du combustible
MCCQ	Ministère de la Culture et des Communications du Québec
MCQ	Ministère des Communications du Québec
MDDEP	Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs
MEF	Ministère de l'Environnement et de la Faune (voir MENV)
MEG	Moniteur d'effluents gazeux
MEL	Moniteur d'effluents liquides
MENV	Ministère de l'Environnement du Québec
MES	Matières en suspension
MFER	Ministère des Finances, de l'Économie et de la Recherche du Québec
Mg	Mégagramme
mg/L	Milligramme par litre
MIC	Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec
MLCP	Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec
mm	Millimètre
Mn	Manganèse
MN	1 × 10 <sup>6</sup> newtons, unité de force

MPO	Ministère des Pêches et des Océans Canada
MRC	Municipalité régionale de comté
MRN	Ministère des Ressources naturelles du Québec
MRNF	Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
MSP	Ministère de la Sécurité publique du Québec
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec
mSv	Millisievert
mSv/h	Millisievert par heure
MtC	Million de tonnes de carbone
MTQ	Ministère des Transports du Québec
MW	Mégawatt
NAQUADAT	National Water Quality Data Base
Nb	Niobium
NB Power	New Brunswick Power, Énergie Nouveau-Brunswick
Nbre	Nombre
NDB	Non-directional radio beacon (Radiophare non directionnel)
ng/m <sup>3</sup>	Nanogramme par mètre cube
nGy/h	Nanogray par heure
NO	Monoxyde d'azote
NO <sub>2</sub>	Dioxyde d'azote
NO <sub>x</sub>	Oxydes d'azote
O <sub>3</sub>	Ozone
OER	Objectifs environnementaux de rejet
OIQ	Ordre des Ingénieurs du Québec
OIT	Organisation internationale du travail
OME	Ontario Ministry of the Environment
OMS	Organisation mondiale de la santé
OPG	Ontario Power Generation
org./m <sup>2</sup>	Organisme par mètre carré
PA	Permanganate alcalin
PAAGF	Programme d'aide à l'amélioration de la gestion des fumiers
PAIA	Programme d'aide à l'investissement en agroenvironnement
PASL	Plan d'action Saint-Laurent
PCDD/F	Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins and Dibenzofurans (dioxines et furannes)
PERCA	Perte de caloporteur
PFCP	Les Produits forestiers C.P.
pg/m <sup>3</sup>	Picogramme (10 <sup>-12</sup> gramme) par mètre cube
PIPB	Parc industriel et portuaire de Bécancour

PME	Petites et moyennes entreprises
PMU	Plan des mesures d'urgence
PP	Pleine puissance
ppb	Parts per billion (partie par milliard)
ppm	Partie par million
PST	Particules en suspension totales
PU	Procédure d'urgence
PVC	Chlorure de polyvinyle
QE	Qualification environnementale
RAC	Rapport d'action corrective
RAFB	Résine anionique fortement basique
RAG	Réactivité alcali-granulat
RCA	Rapport de condition anormale
RCFA	Résine cationique fortement acide
REM	Rayonnement électromagnétique
RRSSS	Régie régionale de la santé et des services sociaux
RSN	Regroupement pour la surveillance du nucléaire
RTA	Système de refroidissement en temps d'arrêt
RTS	Responsable technique des systèmes
RUC	Refroidissement d'urgence du cœur
SAR	Schéma d'aménagement révisé
SAU1	Système d'arrêt d'urgence #1
SAU2	Système d'arrêt d'urgence #2
SC	Santé Canada
SEM	Seuil d'effets mineurs
SEN	Seuil d'effets néfastes
SGDN	Société de gestion des déchets nucléaires
SGE	Système de gestion environnementale
SGT	Système de gestion des terrains contaminés
SHNVSL	Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent
SKW	SKW Canada
SMH	Séisme maximal historique
SMS	Séisme majoré de sûreté
SNC	Société nucléaire canadienne
SO <sub>2</sub>	Anhydride sulfureux
SPIPB	Société du parc industriel et portuaire de Bécancour
SRS	Système relié à la sûreté
SRT	Soufre réduit total
SSCc	Systèmes, structures et composants critiques

SSE	Seuil sans effet
Sv	Sievert
Sv/h	Sievert par heure
SVP	Société pour vaincre la pollution
SWP	Shawinigan Water and Power
t	Tonne
t/a	Tonne par année
TAR	Tuyaux d'alimentation du réacteur
TBq/L	Térabecquerel par litre (ou 10 <sup>12</sup> becquerels par litre)
TIE	Table d'information et d'échanges
TSN	Travailleur du secteur nucléaire
TWh	Térawattheure
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	Oxyde naturel d'uranium [retrouvé dans la pechblende (minerai d'uranium)]
UGAF	Unité de gestion des animaux à fourrure
UNSCEAR	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants)
UNT	Unité néphélobométrique de turbidité
UO <sub>2</sub>	Dioxyde d'uranium [principal constituant de la pechblende (minerai d'uranium)]
UPA	Union des producteurs agricoles
UQAM	Université du Québec à Montréal
UQCN	Union québécoise pour la conservation de la nature
UQTR	Université du Québec à Trois-Rivières
USI	Universal subject index
V	Volt
VDC	Vanne de dérivation au condenseur
VESEO	Valeur d'exposition sans effet observé
VFR	Visual flight rules (Règles de vol à vue)
W	Watt
ZIP	Zone d'intervention prioritaire

## Glossaire

Accidents de dimensionnement	Accidents pour lesquels les systèmes de sûreté de la centrale sont conçus afin de limiter les dommages au combustible et la dispersion de quantité significative de produits de fission.
Accidents hors dimensionnement	Accidents pour lesquels les systèmes spéciaux de sûreté ne peuvent garantir l'intégrité du combustible et le respect des limites de doses applicables aux accidents de dimensionnement.
Aérosol	Suspension de particules solides ou liquides, de dimensions micrométriques, dans un milieu gazeux.
Agence internationale de l'énergie atomique	Organisme international créé par l'ONU, chargé de veiller à l'utilisation pacifique et sécuritaire de l'énergie atomique dans les pays signataires du traité de non-prolifération des armements nucléaires.
Aire de stockage des déchets radioactifs	Tranchée de béton contenant des déchets solides de faible et de moyenne activité.
Alerte en centrale	Avertissement aux personnes se trouvant sur le site de la centrale de prendre les mesures de sécurité prévues pour faire face à une situation potentiellement dangereuse.
Alerte générale	Avertissement aux personnes se trouvant sur le site de la centrale et à la population environnante de prendre les mesures de sécurité prévues pour faire face à une situation potentiellement dangereuse.
Alerte sectorielle	Avertissement au personnel d'un secteur de la centrale de prendre les mesures de sécurité prévues pour faire face à une situation potentiellement dangereuse.
Alevin	À la suite de l'éclosion de l'oeuf, embryon à alimentation endogène (avec réserves vitellines). Dans le texte, le terme « alevin » combine les stades « larve » et « alevin ».
Alpha (rayons)	Noyaux d'hélium à haute énergie émis par certains noyaux radioactifs. Les rayons alpha ont un faible pouvoir de pénétration ; ils ne parcourent que quelques centimètres dans l'air et peuvent être arrêtés par une feuille de papier.
Ambiance gamma	Ensemble du rayonnement gamma dans un milieu défini. S'exprime en débit de dose absorbée (nanograys) par heure (nGy/h).
Ambiance sonore	Niveau sonore actuel dans un milieu défini.
Anneaux-tests	Anneaux qui simulent la base du panier de combustible ainsi que le couvercle pour les tests de soudage.

Arrêt non planifié du réacteur	Arrêts pouvant être ordonnés selon les mêmes procédures que les arrêts planifiés ou encore forcés par déclenchement de systèmes ou recul rapide de puissance. Dans ce dernier cas, la baisse de température des eaux rejetées ne peut être modulée.
Arrêt planifié du réacteur	Arrêt ordonné par les procédures d'arrêt. Lors d'arrêts ordonnés, la baisse de température des eaux rejetées peut être modulée.
ASDR	Acronyme d'aire de stockage des déchets radioactifs. Tranchées de béton armé contenant des déchets solides de faible et moyenne activité produits par l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 (ex. : filtres et ballots).
Atome	La plus petite unité d'un élément chimique. L'atome se compose d'un noyau formé de protons et de neutrons entourés d'électrons.
Autorité responsable	Autorité fédérale qui, en conformité avec le paragraphe 11(1) de la <i>Loi canadienne sur l'évaluation environnementale</i> , est tenue de veiller à ce qu'il soit procédé à l'évaluation environnementale d'un projet.
Ballot	Boîte d'environ 0,5 m <sup>3</sup> de déchets radioactifs solides compactés de faible et de moyenne activité.
Bathymétrie	Mesure des profondeurs dans un milieu aquatique dans le but de déterminer la topographie de ses fonds.
Bâtiment du réacteur	Bâtiment fermé en béton dont les murs ont 1 mètre d'épaisseur, formant une enceinte étanche autour du réacteur nucléaire afin d'empêcher toute dispersion de matières radioactives dans l'environnement.
Becquerel	Le becquerel (symbole : Bq) est l'unité du système international (SI) servant à mesurer l'activité ou la désintégration d'une substance radioactive. Un becquerel est défini comme étant une désintégration atomique par seconde. Cette unité a remplacé le curie.
Benthos	Ensemble des invertébrés benthiques.
Bêta	Électrons ou positrons émis par certains noyaux radioactifs. Ils ne parcourent que quelques mètres dans l'air et peuvent être arrêtés par un carton épais, une feuille de contreplaqué ou une plaque d'aluminium.
Bioaccumulation	Accumulation d'éléments dans les tissus vivants du fait de la chaîne alimentaire.
Bioamplification	Rétention d'une substance dans les tissus à des teneurs de plus en plus élevées au fur et à mesure que l'on s'élève dans la hiérarchie des organismes d'une chaîne alimentaire.
Biodisponibilité	Aptitude d'un élément à être absorbé et retenu par un être vivant.

Biote	Ensemble des organismes vivants d'une région donnée (faune et flore).
Blindage	Mur épais, généralement en béton (ou en plomb) séparant la source des radiations du personnel et conçu pour ramener les radiations à un niveau acceptable. Il a pour objectif d'absorber des rayonnements gamma et neutroniques.
Bruit de fond	Niveaux de concentration d'une substance déjà présente dans le milieu (air, sol, eau). On parle souvent de bruit de fond naturel pour caractériser un milieu non altéré.
Calandre	Composante essentielle du réacteur, il s'agit d'une cuve cylindrique fermée en acier inoxydable, traversée par des tubes dits de calandre ou de cuve remplis de CO <sub>2</sub> utilisé comme isolant, dans lesquels sont insérés les tubes de force qui contiennent les grappes de combustible, tout en canalisant le caloporteur primaire (liquide transportant la chaleur).
Caloporteur	Fluide (eau lourde) circulant dans un réacteur nucléaire afin d'en évacuer la chaleur.
Canal d'amenée	Canal servant à assurer un apport d'eau du fleuve au système de refroidissement du réacteur.
Canal de rejet	Canal servant à acheminer le rejet d'eau chaude provenant du système de refroidissement vers le fleuve.
Cancérogène	Qui peut causer un cancer.
CANDU	Acronyme de Canada Deutérium Uranium. Technologie canadienne de réacteurs nucléaires utilisant l'uranium naturel comme combustible et l'eau lourde comme modérateur et caloporteur.
CANSTOR	Acronyme de CANDU Storage. Module de stockage à sec du combustible irradié. Les modules CANSTOR de Gentilly-2 sont composés de 20 cylindres étanches dans une même structure de béton.
Carbone-14 ( <sup>14</sup> C)	Élément radioactif, de période 5 720 ans, émettant des rayons bêta.
Carcinogène	Substance capable d'induire une croissance maligne (cancer) chez l'homme, les animaux ou les plantes.
Chaîne (réaction en)	Réaction auto-entretenu qui produit dans chaque processus l'agent nécessaire à la réalisation d'un nouveau processus similaire. Par exemple, la fission de l'uranium-235 induite par des neutrons libère d'autres neutrons, qui peuvent provoquer la fission de nouveaux atomes d'uranium-235.
Chaîne alimentaire	Processus dans lequel un organisme sert de nourriture à un autre, lequel est dévoré par un autre et ainsi de suite (ex. : végétaux–herbivores–carnivores–grands carnivores).

Chaleur résiduelle	Chaleur dégagée par le combustible irradié à sa sortie du réacteur ou après l'arrêt de la réaction en chaîne ; cette chaleur est causée par la désintégration des produits de fission contenus dans le combustible irradié.
Château de transfert	Structure blindée composée d'une section cylindrique fixée à une base carrée dans laquelle est placée un panier de combustible ou un contenant de déchets lors de son transfert.
Chute blindée	Structure de forme rectangulaire qui est installée en porte-à-faux au-dessus de la piscine de stockage et pénètre sous la surface de l'eau de façon à réduire les rayonnements lors du transfert des paniers remplis de combustible irradié dans le château de transfert.
Circuit caloporteur	Circuit primaire de refroidissement circulant dans le réacteur nucléaire pour en absorber la chaleur. À Gentilly-2, l'eau lourde fait office de fluide caloporteur.
Circuit primaire de refroidissement	Circuit contenant le fluide de refroidissement ou fluide caloporteur sous pression.  Ce circuit permet à l'eau lourde de circuler dans le réacteur pour y absorber, sous forme de chaleur, l'énergie thermique produite par la réaction nucléaire. Cette chaleur est ensuite transportée jusqu'aux générateurs de vapeur. Voir aussi Circuit secondaire de refroidissement et générateur de vapeur.
Circuit secondaire de refroidissement	Système qui produit et transporte la vapeur nécessaire au fonctionnement du groupe turbine-alternateur. L'eau d'alimentation déminéralisée du circuit secondaire de refroidissement circule dans les générateurs de vapeur où elle est transformée en vapeur en absorbant la chaleur transmise par le fluide caloporteur. La vapeur actionne le groupe turbine-alternateur et, par la suite, elle est condensée avant de retourner aux générateurs de vapeur.
Cœur du réacteur	Partie centrale du réacteur nucléaire comprenant le combustible et le modérateur. C'est dans le cœur du réacteur que se produit par réaction en chaîne la fission des noyaux d'uranium.
Combustible	Uranium naturel sous forme de dioxyde d'uranium utilisé dans les centrales nucléaires de type CANDU.
Combustible irradié	Combustible nucléaire sortant du réacteur CANDU.
Commission internationale de protection radiologique	Organisme international indépendant formé de spécialistes des secteurs médical et scientifique qui formule des recommandations touchant les limites d'exposition aux rayonnements ionisants. Les normes canadiennes s'inspirent de ces recommandations.



Composante valorisée de l'écosystème (CVE)	Toute partie de l'environnement jugée importante par le promoteur, le public, les scientifiques et les gouvernements participant au processus d'évaluation. Tant les valeurs culturelles que les préoccupations scientifiques peuvent servir à déterminer cette importance.
Concentration journalière	Concentration d'une substance dans un corps, par jour.
Condenseur	Appareil servant à ramener la vapeur, du circuit secondaire de refroidissement, à l'état liquide après son passage dans la turbine.
Confinement	Rétention des matières radioactives à l'intérieur d'une structure étanche. Voir Système de confinement.
Congénère	Différentes molécules appartenant à un même groupe chimique.
Conservateur	Qui surestime la dose d'exposition pour les récepteurs écologiques et humains.
Contact cutané	Contact avec la peau.
Contaminant	Élément tel une matière solide, liquide ou gazeuse, une radiation, un son, une vibration, une chaleur ou une odeur, susceptible de nuire à la santé des êtres vivants ou d'altérer la qualité de l'environnement.  Un contaminant peut être radiologique (contenir des éléments radioactifs) ou non radiologique (contenir des éléments chimiques ou autres polluants).
Convection	Transfert de chaleur par contact et déplacement d'un fluide. À titre d'exemple, l'air qui s'échauffe au contact d'un élément chauffant.
Crayon	Gaine métallique en alliage de zirconium contenant 31 pastilles de dioxyde d'uranium. Voir aussi gaine.
Criticité	Situation dans laquelle une quantité suffisante de matière fissile est réunie selon un agencement propre à produire une réaction en chaîne auto-entretenu.
Cylindre étanche	Structure en acier à l'intérieur d'un module, d'un silo ou d'une ESRU qui contient les paniers remplis de combustible ou de déchets radioactifs et en assure l'étanchéité.
Débit de dose	Quantité de rayonnements ionisants qui, à irradiation d'intensité constante, est absorbée dans un élément de matière par unité de temps. S'exprime en sievert par heure (Sv/h) pour les tissus humains et en gray par heure (Gy/h) pour les autres matières (air, matériaux, tissus animal ou végétal, etc.).
Déblai	Masse de matériaux granulaires ou autres retirés lors d'opérations de creusage ou de nivellement du terrain.
Décamillénaire	Qui revient tous les dix mille ans.

Déchets radioactifs	Toute matière contenant des radionucléides en concentration supérieure aux valeurs que les autorités compétentes considèrent comme admissibles dans des matériaux propres à une utilisation sans contrôle ou au rejet et pour laquelle aucun usage n'est prévu. Matière contaminée par des radionucléides.
Décibel	Le décibel (symbole : dB) est l'unité de mesure du rapport des intensités sonores. Pratiquement, il correspond à la plus petite variation d'intensité sonore qu'il soit possible à une oreille normale de discerner dans des conditions habituelles d'audition et quelle que soit la valeur de l'intensité initiale. Il y a trois échelles utilisées pour la mesure des décibels, soit A, B et C, mais les deux dernières ne le sont que très rarement. C'est pourquoi on réfère le plus souvent aux décibels A (symbole : dBA).
Déclassement	Dispositions prises pour cesser l'exploitation, en tout ou en partie, d'une installation nucléaire.
Décontamination	Élimination des produits radioactifs d'une surface.
Démantèlement	Action de démanteler des installations nucléaires pour en compléter le déclassement.
Demi-vie	Laps de temps pendant lequel la moitié des atomes d'un radionucléide donné se désintègrent. Les périodes varient d'un millionième de seconde à des milliards d'années. Synonyme : période radioactive.
Désintégration	Phénomène de transformation d'un élément radioactif en un autre élément. Cette transformation est généralement accompagnée de l'émission d'un rayonnement alpha, bêta ou gamma.
Deutérium	Isotope stable de l'hydrogène composé d'un proton, d'un neutron et d'un électron. Il entre notamment dans la composition de l'eau lourde.
Développement durable	Le fait d'améliorer les conditions d'existence des communautés humaines, tout en restant dans les limites de la capacité de charge des écosystèmes (définition de 1991 des organismes suivants : UICN (Union internationale pour la conservation de la nature et ses ressources), PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement) et WWF (World Wide Fund for Nature).
Dieldrine	Entre dans la composition des pesticides organochlorés utilisés en agriculture comme insecticide.
Dose (équivalent de)	Quantité de dose de rayonnements absorbée, pondérée par des facteurs de modification. L'équivalent de dose est exprimé numériquement en rems. Le Système international recommande désormais l'usage du sievert (Sv), comme unité d'équivalent de dose. 1 Sv = 100 rem.

Dose collective	Dose totale de rayonnements ionisants reçue par un groupe d'individus. On calcule la dose collective en multipliant la dose individuelle moyenne estimée par le nombre d'individus ayant été exposés à cette dose.
Dose efficace	La dose de radiation, corrigée pour le type de radiation et le type de tissu ou d'organe exposé, qui sera reçue sur une certaine période de temps à la suite de l'incorporation d'une substance radioactive dans le corps ou de l'exposition de ce dernier.
Dose équivalente	Les doses équivalentes en sieverts sont obtenues en multipliant les doses absorbées, exprimées en grays, par des facteurs proportionnels aux effets biologiques des différentes radiations.
Dosimètre	Appareil destiné à mesurer la dose reçue par une personne exposée aux rayonnements ionisants.
Eau d'infiltration	Eau qui résulte de l'infiltration des eaux de surface ou des précipitations atmosphériques dans la partie supérieure de la lithosphère, à travers les petits interstices capillaires de la roche.
Eau de surface	Eau provenant de nappes qui se trouvent naturellement ou artificiellement à la surface du sol.
Eau souterraine	Eau qui remplit les cavités ou interstices des terrains de l'écorce terrestre et qui n'est soumise qu'à la pesanteur. Elle s'écoule librement lorsqu'il existe une pente naturelle ou artificielle.
Eau de refroidissement	Eau utilisée dans un système pour absorber et transférer la chaleur.
Eau déminéralisée	Eau très pure obtenue en faisant passer de l'eau ordinaire dans une colonne d'échangeurs d'ions.
Eau lourde	Eau semblable à l'eau ordinaire, mais composée d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène lourd, ou deutérium (D <sub>2</sub> O). Dans les réacteurs CANDU, l'eau lourde est utilisée comme modérateur et caloporteur.
Eau usée domestique	Eau dont la pollution et l'impureté biologique résultent directement ou indirectement d'une activité humaine domestique (cuisine, lavage, cabinet d'aisance, etc.).
EDTA	Éthylène-diamine-tétraacétique
Effet cumulatif	Les effets cumulatifs sont définis comme les changements subis par l'environnement en raison d'une action combinée avec d'autres actions humaines passées, présentes et futures.

Effet déterministe	Effet dont la gravité est proportionnelle à la dose d'irradiation. Un seuil de danger peut alors être délimité. Par exemple, la gravité d'un coup de soleil dépend de la dose solaire reçue (intensité du rayonnement solaire $\times$ temps d'exposition).
Effet majoré	Effet sur l'environnement dont l'importance serait augmentée après la réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2.
Effet stochastique	Effet dont la probabilité de survenir, et non la gravité, est proportionnelle à la dose d'irradiation. Il n'existe pas de seuil de danger mais une relation entre la dose et la probabilité d'un dommage (cancer, malformation génétique, etc.). Par exemple, c'est la probabilité de développer un cancer de la peau qui augmente avec la dose solaire reçue et non la gravité du cancer.
Effets délétères	Effets nuisibles pour la santé.
Effets directs	Les effets directs sont observés sous forme d'accroissement de la valeur ajoutée, d'autres productions, de taxes indirectes, de subventions ainsi que d'importations. Ils comprennent également les impôts sur les salaires et la parafiscalité découlant des variations d'activités notées dans le secteur en question (la parafiscalité comprend les cotisations à la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST), au Fonds des services de santé (FSS) et à la Régie des rentes du Québec (RRQ).
Effets indirects	Les effets indirects sont observés chez les fournisseurs subséquents aux premiers fournisseurs et proviennent donc des achats de biens et services de ces deux catégories de fournisseurs.
Effets induits	Les effets induits tiennent compte de la dépense de revenu disponible par les ménages ayant reçu des salaires directs ou indirects suite à la réalisation d'un projet.
Effets totaux	Les effets totaux sont la somme des effets directs, indirects et induits.
Électron	Particule élémentaire possédant une charge électrique et gravitant autour du noyau d'un atome.
Électronucléaire	Se dit d'une centrale électrique utilisant l'énergie nucléaire.
Élément	Substance considérée comme indécomposable autrement que par désintégration radioactive ou réaction nucléaire. La matière est composée d'éléments. Un élément est caractérisé par le nombre de protons présents dans son noyau.
Éléments finis	Méthode mathématique par laquelle on divise un objet en petits éléments.

Empoisonnement par le Xénon-135	Phénomène qui survient lorsqu'un réacteur nucléaire est arrêté plus d'une demi-heure après une période de fonctionnement. Le xénon-135 est un gaz rare provenant de la fission. Il absorbe fortement les neutrons et s'accumule dans le combustible au point d'absorber trop de neutrons pour pouvoir entretenir la réaction en chaîne. Le réacteur ne peut alors redevenir critique avant 36 heures, soit avant que le xénon-135, qui est radioactif, ne se soit suffisamment désintégré.
Enceinte de confinement Énergie atomique du Canada limitée	Voir Bâtiment du réacteur et Système de confinement. Société d'État créée en vue de mettre au point une technologie nucléaire à des fins pacifiques. EACL est le concepteur des réacteurs CANDU.
Énergie nucléaire	Énergie libérée dans les réactions ou transitions nucléaires, particulièrement dans les réactions de fission ou de fusion nucléaire.
Espèce menacée	Toute espèce dont la disparition est appréhendée. Ce terme regroupe les espèces menacées désignées et susceptibles d'être ainsi désignées selon la <i>Loi sur les espèces menacées ou vulnérables</i> (LEMV).
Espèce vulnérable	Toute espèce dont la survie est précaire, même si sa disparition n'est pas appréhendée. Ce terme regroupe les espèces vulnérables désignées et susceptibles d'être ainsi désignées selon la <i>Loi sur les espèces menacées ou vulnérables</i> (LEMV).
Étiage	Baisse périodique du niveau d'un cours d'eau ; son plus bas niveau.
Étude d'impact	Étude qui porte sur l'identification, la description, l'organisation et l'évaluation des effets physiques, chimiques, biologiques, esthétiques, sociaux et culturels d'un équipement ou d'une décision technique, économique ou politique, de même que sur l'atténuation éventuelle de ses effets. L'étude d'impact s'effectue avant la réalisation d'un projet.
Évaluation environnementale	Processus complet et systématique visant à recenser, à analyser et à évaluer les effets environnementaux des projets à l'étude. Elle fait appel à la participation du public de manière transparente et active. Elle permet ainsi une intégration efficace des considérations écologiques et des préoccupations du public au processus décisionnel. Elle constitue un outil puissant destiné à aider les décideurs à atteindre l'objectif du développement durable.
Exposition	Processus par lequel un produit chimique ou radioactif est acheminé jusqu'à un organisme auquel il est administré sous forme de dose. L'exposition est un résultat de la concentration et de la forme d'un produit chimique dans l'environnement, couplée avec la présence de l'organisme.

Faune ichthyenne	Ensemble des espèces de poissons qui forment un peuplement.
Fissile (matériau)	Matériau capable de subir une fission.
Fission	Partage d'un noyau généralement en deux fragments approximativement égaux : ce processus s'accompagne d'une émission de neutrons et d'un dégagement d'énergie. La plus importante est la fission induite par neutrons, mais la fission de certains nucléides peut se produire spontanément.
Fission (produits de)	Nucléides produits dans la fission soit directement, soit par la désintégration des fragments de fission.
Formation calcareuse	Roche qui contient du calcaire.
Gadolinium	Élément utilisé sous forme liquide dans l'un des deux systèmes d'arrêt d'urgence du réacteur. Il absorbe les neutrons et stoppe la réaction en chaîne lorsqu'il est injecté dans l'eau lourde du modérateur.
Gaine	Cylindre en alliage de zirconium qui contient les pastilles de dioxyde d'uranium. Dans la plupart des réacteurs nucléaires, les grappes de combustible sont constituées de matière fissile enveloppée d'une gaine protectrice métallique relativement résistante aux conditions physiques et chimiques existant dans le réacteur. La gaine a pour fonction d'empêcher la fuite de produits de fission dans le caloporteur.
Gamma (rayons)	Forme d'énergie de même nature que les rayons X émis par certains noyaux radioactifs. Dotés d'un fort pouvoir de pénétration, les rayons gamma peuvent être atténués par un écran d'une épaisseur suffisante de béton, de plomb ou d'un autre matériau dense.
Gaz rares	Les gaz rares sont l'hélium, le néon, l'argon, le krypton, le xénon et le radon. Le fonctionnement d'un réacteur nucléaire crée plusieurs radio-isotopes de certains de ces gaz.
Générateur de vapeur	Grande pièce d'équipement dans laquelle la vapeur est produite. Les générateurs sont composés d'un ensemble de tubes à l'intérieur desquels circule le fluide caloporteur (eau lourde) chauffé par le réacteur. Ces tubes sont en contact avec l'eau ordinaire déminéralisée du circuit secondaire qui, sous l'action de la chaleur, se transforme en vapeur.
Gonade	Glande génitale produisant les gamètes (ovaires, testicules).
Gradient thermique	Différence de température entre deux points.
Grappe de combustible	Assemblage de 37 gaines contenant des pastilles d'uranium.
Gray (Gy)	Unité du système international servant à mesurer la dose de rayonnement ionisant égale à 1 joule d'énergie de rayonnement par kilogramme de matière donnée. Cette unité a remplacé le rad.

Groupe critique	Groupe hypothétique relativement homogène de personnes dont l'âge, le régime alimentaire et les habitudes de vie sont tels qu'elles recevraient des doses de radioactivité supérieures à celles que recevrait le reste de la population. Aussi appelé « groupe à risque ».
Grue-portique	Appareil qui soulève le château de transfert du camion remorque pour le déposer sur un module ou un silo.
ICP-AES	ICP : Inductively Coupled Plasma mass spectrometry (spectrométrie de masse couplée à un plasma induit) + AES : Auger Electron Spectroscopy (spectroscopie Auger)
Impacts psychosociaux	Actions ou réactions, positives ou négatives, qui peuvent résulter de la perception des risques et des actions menées en raison de celles-ci.
Incidence	Nombre de nouveaux cas (ex. : nombre de nouveaux cancers diagnostiqués).
Individu critique	Individu, réel ou supposé, appartenant au groupe critique
Infiltration	Pénétration et mouvement descendant de l'eau dans un sol non saturé en surface sous l'influence de la gravité et de la capillarité.
Ingestion	Introduction de substances par voie buccale.
Inhalation	Introduction de substances par les voies respiratoires.
Inventaire libre	Quantité ou proportion de radio-isotopes qui se trouve entre les pastilles et la gaine du combustible ou dans la partie extérieure du réseau cristallin de dioxyde d'uranium. La grande majorité des nouvelles espèces produites au cours de la fission demeurent prisonnières du réseau de molécules de dioxyde d'uranium et elles ne peuvent s'échapper sans porter atteinte à l'intégrité du combustible.
Invertébré benthique	Invertébré aquatique qui vit sur ou dans les sédiments.
Irradiation	Exposition au rayonnement ionisant ou fait de se propager par rayonnement dans toutes les directions depuis une source ou un centre d'émission.
Isotopes	Atomes d'un élément dont le noyau comporte le même nombre de protons, mais un nombre différent de neutrons. Certains isotopes sont radioactifs; ils sont appelés « radio-isotopes ».
Larve	Alevin à alimentation exogène (ayant résorbé les réserves vitellines) et ayant des capacités natatoires.
Létal	Qui entraîne la mort.
Loam	Classe texturale dont le matériau du sol contient de 7 à 27 % d'argile, de 28 à 50 % de limon et moins de 52 % de sable (synonyme : limon).
Macrophyte	Grande plante aquatique.

Marnage	Différence de hauteur entre les niveaux de pleine mer (marée haute) et de basse mer (marée basse).
Mesure d'atténuation	Moyen susceptible d'éliminer ou de réduire les impacts négatifs sur l'environnement d'un projet d'intervention, d'aménagement ou de construction, et mis en place lors de l'exécution de ce projet ou lors de la mise en service de ce qui en résulte.
Modérateur	Fluide présent dans le cœur du réacteur et dont la fonction est de ralentir les neutrons de façon à favoriser la réaction en chaîne. Le modérateur utilisé dans les réacteurs CANDU est l'eau lourde.
Module CANSTOR	Structure de béton armé contenant 20 cylindres étanches de 10 paniers scellés, soit l'équivalent de 12 000 grappes de combustible nucléaire irradié.
Mort-terrain	Sol non consolidé qui recouvre la roche en place. Pour Hydro-Québec, l'expression « mort-terrain » sous-entend que le terrain est excavable sans concassage ni dynamitage.
Mutagène	Qui peut causer des mutations dans les processus cellulaires.
Nappe phréatique	Nappe d'eau souterraine. En hydrologie, elle inclut l'eau souterraine et l'eau d'infiltration.
Neutron	Particule élémentaire du noyau atomique sans charge électrique.
Niobium	Métal dont les propriétés permettent son utilisation pour le gainage de combustibles nucléaires.
Niveau de risque acceptable	Lorsqu'il n'est pas possible d'éliminer complètement l'exposition de l'humain à un produit chimique ou un agent dangereux, il faut décider quel degré de risque peut être accepté en vue de permettre l'utilisation de ce produit ou de cet agent. Selon les circonstances, les niveaux acceptables de risque peuvent varier entre un décès supplémentaire par an par 10 000 ( $1 \times 10^{-4}$ ) personnes exposées au contaminant et un décès supplémentaire par cancer par an par million ( $1 \times 10^{-6}$ ) de personnes exposées.
Ordovicien	Deuxième partie de l'ère paléozoïque, succédant au cambrien et précédant le silurien (de -500 à -440 millions d'années).
Organe critique	Organe dont l'atteinte, soit par irradiation externe, ou par irradiation interne due à un radionucléide donné, est la plus importante pour l'organisme. Les organes critiques sont déterminés en fonction de l'importance de la dose qu'ils reçoivent.
Oxydation	Réaction chimique d'un élément ou d'un composé avec de l'oxygène pour produire un oxyde.



Palan	Appareil de levage, à mécanisme démultiplicateur (poulies et moufles), utilisé pour déplacer des fardeaux.
Panache	Effluent, souvent visible, d'une source d'émission, liquide ou gazeuse.
Panier de combustible	Cylindre scellé en acier inoxydable d'une hauteur de 56 cm et d'un diamètre de 1,07 m contenant 60 grappes de combustible irradié.
Paramètres de mesures	Résultats de tests écotoxicologiques, d'études de suivi environnemental ou d'autres activités visant à estimer les effets d'un contaminant sur un individu ou un organisme.
Perception des risques	Opinions, attitudes, jugements ou évaluations que les personnes, groupes, organisations ou sociétés se font à l'endroit des sources de risques, de leur probabilité et des conséquences qui leur sont associées, de leur acceptabilité ainsi que des réactions qui en découlent.
pH	Coefficient déterminant l'acidité ou la basicité d'un milieu.
Photon	Quantité mesurable d'énergie électromagnétique.
Piézomètre	Dispositif d'auscultation servant à établir le niveau d'une nappe liquide ou à mesurer la pression d'un fluide dans un sol, un rocher ou un béton. Il sert aussi à l'échantillonnage de l'eau.
Piscine de stockage	Bassin rempli d'eau destiné à stocker le combustible irradié à sa sortie du réacteur ; le stockage donne à la radioactivité le temps de décroître. La piscine sert de milieu de refroidissement et de blindage.
Poisson adulte	Ayant atteint la maturité sexuelle.
Poisson juvénile	Atteinte des caractéristiques morphologiques des adultes (ex. : nageoires entièrement développées). Individu d'âge égal ou inférieur à 1 an.
Poisson sub-adulte	Juvénile âgé de plus de 1,5 an jusqu'à maturité sexuelle.
Poste de départ	Ensemble des équipements permettant de distribuer l'électricité produite par le groupe turbo-alternateur vers les lignes de transport d'énergie.
Poste de travail blindé	Structure rectangulaire blindée servant aux opérations de séchage et de soudage des paniers remplis combustible.
Potentiel cancérigène	Capacité d'une substance de provoquer un cancer.
Pressuriseur	Dans un réacteur nucléaire à eau sous pression, appareil destiné à établir et maintenir la pression dans le circuit de refroidissement, à une valeur choisie, pour empêcher l'ébullition.
Produits de fission	Éléments résultant de la rupture des noyaux d'atomes d'uranium dans un réacteur nucléaire. Les produits de fission sont radioactifs.

Promoteur	Personne physique ou morale qui est chargée de la mise en œuvre, de la gestion ainsi que du financement d'un projet et qui assume l'indemnisation éventuelle des sujets en cas de dommages.
Puissance du réacteur	La puissance du réacteur est fonction du flux de neutrons lents dans le cœur du réacteur et, par conséquent, du taux de fissions qu'ils produisent. Synonyme : puissance de fission.
Puissance électrique	Quantité de la puissance thermique de Gentilly-2 utilisable à des fins de production d'électricité, soit environ 30 % de la puissance thermique totale.
Puissance installée	Puissance maximale qu'un alternateur peut produire. On l'utilise pour indiquer la puissance de n'importe quel alternateur, ou la puissance installée de tous les alternateurs du réseau électrique.
Puissance thermique	Puissance produite dans le cœur du réacteur sous forme de chaleur, dont environ 30 % peut être utilisée pour produire de l'électricité.
Raccords d'extrémité	Dans les réacteurs CANDU, tubes en acier inoxydable situés à chaque extrémité des tubes de force servant d'appui ; ils assurent le raccordement des tuyauteries de caloportage et permettent le rechargement du combustible après enlèvement des bouchons amovibles.
Radioactivité	Processus par lequel certains radio-isotopes subissent une désintégration spontanée au cours de laquelle se dégage de l'énergie, aboutissant généralement à la formation de nouveaux isotopes. Ce processus s'accompagne de l'émission d'un ou de plusieurs types de rayonnements, tels que les rayons alpha, les rayons bêta et les photons (rayons électromagnétiques).
Radioactivité naturelle	Radioactivité présente de façon naturelle dans le sol, l'air, l'eau ainsi que dans le corps humain.
Radiologique	Qui contient des éléments radioactifs.
Radio-isotope	Isotope radioactif d'un élément.
Radionucléide	Espèce d'atome radioactif caractérisée par son nombre de masse, son numéro atomique et son état d'énergie nucléaire, sous réserve que la demi-vie dans cet état soit assez longue pour pouvoir être observée.
Radioprotection	Discipline scientifique qui étudie les dangers des rayonnements ionisants et les moyens de les atténuer. Par extension, ensemble des mesures visant à étudier l'effet des rayonnements ionisants sur l'organisme humain ainsi qu'à assurer la protection du personnel et de la population par le respect des normes prescrites en la matière.
Rayonnement	Énergie propagée sous forme d'ondes ou de particules.

Rayonnement alpha	Noyaux d'hélium à haute énergie émis par certains radionucléides. Les rayons alpha ont un faible pouvoir de pénétration ; ils ne parcourent que quelques centimètres dans l'air et peuvent être arrêtés par une feuille de papier.
Rayonnement bêta	Électrons ou positrons de haute énergie émis par certains radionucléides. Ils ne parcourent que quelques mètres dans l'air et peuvent être arrêtés par un carton épais, une feuille de contreplaqué ou une plaque d'aluminium.
Rayonnement gamma	Photons de même nature que les rayons X, mais d'énergie supérieure, émis par les radionucléides. Dotés d'un fort pouvoir de pénétration, les rayons gamma peuvent être atténués par un écran d'une épaisseur suffisante de béton, de plomb ou d'un autre matériau dense.
Rayonnement ionisant	Rayonnement électromagnétique ou corpusculaire capable de produire directement ou indirectement des ions, lors de son passage à travers les atomes et les molécules.
Rayonnement radial	Propagation du rayonnement à partir d'un point central, comme les rayons d'un cercle.
Réacteur (nucléaire)	Dispositif dans lequel une réaction de fission nucléaire en chaîne auto-entretenu peut être maintenue et contrôlée.
Récurrence	Phénomène répétitif.
Rejet d'effluents radioactifs	Émissions contrôlées ou accidentelles de substances radioactives dans l'atmosphère ou dans l'eau, résultant de l'exploitation des installations nucléaires, sujettes aux normes de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN).
Remblai	Masse de matériaux rapportés pour élever un terrain ou combler une fouille ou une dépression.
Résine	Produit de synthèse destiné à retenir les substances radioactives dissoutes dans l'eau.
Retubage	Remplacement des tubes de force du réacteur et des divers constituants du système caloporteur primaire.
Risque	Probabilité de survenance d'un effet néfaste dans des circonstances spécifiques. En termes quantitatifs, le risque est exprimé par des valeurs s'échelonnant entre zéro (représentant la certitude que le préjudice n'aura pas lieu) et un (représentant la possibilité que le préjudice ait lieu).
Risque écotoxicologique	Risque associé à l'environnement.
Risque radiologique	Risque associé aux rayonnements ionisants.
Risque toxicologique	Risque associé à la santé humaine.
Roche-mère	Roche qui, par altération physique et chimique, a fourni les éléments d'un sol qui la surmonte.
Ruissellement	Écoulement par gravité des eaux à la surface du sol.

Scellé	Cachet de métal qui est fixé sur un fil de cuivre inséré dans chaque bouchon des modules ou des silos et apposé par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).
Schiste	Roche à texture feuilletée pouvant se diviser en lames.
Sécurité	Ensemble de mesures destinées à contrecarrer toute action subversive et à faire en sorte que toute substance fissile soit contrôlée et soumise à une surveillance constante pour détecter tout retrait non autorisé.
Séisme de base	Tremblement de terre pour lequel l'accélération du sol est d'environ 0,2 g (pour Gentilly).
Seuil d'effets mineurs	Correspond à la teneur à laquelle il est possible d'observer les premiers effets de la contamination, mais qui est tolérée par la majorité des organismes benthiques (85 %).
Seuil d'effets néfastes	Niveau de concentration à partir duquel on observe des effets majeurs sur 90 % des organismes benthiques.
Seuil sans effet (SSE)	Une teneur sans effet néfaste sur la faune benthique ou le milieu aquatique.
Shales	Schistes.
Sievert	Unité d'équivalent de dose utilisée en protection radiologique. Les équivalents de dose en sievert (Sv) sont obtenus en multipliant les doses absorbées, exprimées en grays, par des facteurs proportionnels aux effets biologiques des différentes radiations. Le Système international (SI) et la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) ont proposé l'utilisation du Sievert comme nouvelle unité de dose en remplacement du rem (1Sv = 100 rem). Le sievert est également utilisé comme unité d'expression de la dose efficace.
Stochastique	Qui inclut une variable qui peut prendre différentes valeurs avec des probabilités données (ex. : jet d'un dé).
Stockage à sec	Entreposage du combustible irradié hors de l'eau.
Stockage intérimaire	Dépôt de déchets ou de combustible irradié selon des modalités permettant de les récupérer ultérieurement.
Substance nucléaire	Toute substance qui est capable de libérer de l'énergie par une réaction de fission nucléaire en chaîne qui s'entretient d'elle-même ; ou substance rendue radioactive par exposition à la radiation.
Sûreté	Ensemble de mesures destinées à protéger les travailleurs, la population et l'environnement contre les risques radiologiques.
Système de confinement	Système destiné à empêcher toute émission dans l'environnement.

Système du modérateur	Système ayant pour but de rendre plus efficace la réaction de fission en ralentissant les neutrons. Le modérateur sert également de médium pour recevoir et disperser les produits chimiques servant à contrôler ou arrêter la réaction en chaîne.
Taux d'incidence et de mortalité	Expression du nombre de cas en fonction de la population de référence (ex. : 3 cas pour 100 000 personnes).
Technoéconomique	Relatif à l'ensemble des procédés et des moyens mis en œuvre pour la production de biens et de services, de manière à obtenir un résultat concret, tout en tenant compte des limites des ressources humaines et matérielles disponibles.
Température létale inférieure ou supérieure (TL <sub>50</sub> )	Température à laquelle 50 % des poissons d'un échantillon meurent après une période de temps donnée. Selon cette méthode, les poissons sont soumis à un choc thermique aigu, c'est à dire qu'ils sont plongés directement dans une eau à une température inférieure ou supérieure à la température à laquelle ils ont été préalablement acclimatés, sans augmentation graduelle de la température.
Température maximum critique (TM ou CTMax)	Température moyenne à laquelle les poissons d'un échantillon présentent des symptômes sublétaux lors d'une exposition chronique. Cette méthode consiste à augmenter la température de l'eau graduellement jusqu'à ce que les poissons présentent des symptômes prédéterminés.
Tératogène	Qui peut causer une malformation congénitale
Thermocouple	Dispositif servant à mesure la température.
Till	Terme générique désignant des sédiments déposés directement par les glaciers.
Tritium	Isotope de l'hydrogène (H-3) qui se forme pendant le fonctionnement d'un réacteur CANDU et qui s'accumule dans l'eau lourde.
Tube de force	Tubes qui traversent la cuve du réacteur CANDU et dans lesquels sont introduites les grappes de combustible. Le fluide caloporteur sous pression (eau lourde) circule dans les tubes de force.
Unité de paysage	Ensemble des éléments de paysage ayant la même définition.
Uranium	Seul élément fissible que l'on retrouve dans la nature, et qui est à la base de toute énergie atomique. Il se présente naturellement sous la forme de trois isotopes émetteurs, dont le plus abondant est le <sup>238</sup> U (99,28%).
Valeur de référence	Dose à laquelle un individu peut être exposé quotidiennement, toute sa vie, sans risque de subir des effets néfastes pour la santé.
VESEO	Acronyme de valeur d'exposition sans effet observé. Dans le cas des radionucléides s'exprime en gray par an.

YOY	<i>(Young of the year)</i> : Larve à un stade de développement plus avancé mais n'ayant pas atteint l'ensemble des caractéristiques des juvéniles.
ZAP	(Zone d'action préventive). Zone pré-définie où des actions de protection doivent être prises aussitôt que les conditions pouvant mener à un accident grave se développent, sans attendre que des contrôles radiologiques hors site confirment la gravité de la situation.
Zirconium	Métal utilisé sous forme d'alliage pour certains éléments du réacteur en raison de sa résistance à la corrosion.
Zone d'étude détaillée	Territoire à l'intérieur duquel un inventaire complet du milieu est réalisé afin d'identifier toutes les composantes susceptibles d'être touchées par le projet (environ 150 km <sup>2</sup> ).
Zone d'étude élargie	Territoire couvert par le programme de surveillance de l'environnement et susceptible d'être touché par les rejets et les émissions du site (≈ 920 km <sup>2</sup> ).
Zone d'étude restreinte	Correspond approximativement aux limites de la propriété d'Hydro-Québec (≈ 3,75 km <sup>2</sup> ).
Zone d'exclusion	Zone d'environ un kilomètre de rayon entourant le bâtiment d'un réacteur, à l'intérieur de laquelle aucune autre construction ne peut être érigée sans l'autorisation de la CCSN.
Zone protégée	Aire clôturée, située dans la zone d'exclusion, et dont l'accès est strictement contrôlé par le personnel de sécurité d'Hydro-Québec. Des systèmes électroniques, des inspections visuelles et un contrôle individuel permettent de s'assurer d'une façon permanente de l'intégrité du périmètre.
ZPU-panache	(Zone de planification d'urgence à court terme). Zone où les risques sont principalement dus à l'exposition du corps aux radiations émanant du panache, à l'inhalation des radioéléments contenus dans le panache et à l'exposition aux radioéléments déposés au sol.

# **1 Contexte et justification du projet**

Ce chapitre présente le promoteur du projet de modification des installations de stockage des déchets radioactifs et de réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2. Il décrit également le contexte réglementaire dans lequel s'insère ce projet et expose sa justification.

## **1.1 Présentation du promoteur**

La division Hydro-Québec Production est le promoteur du projet de modification des installations de stockage des déchets radioactifs et de réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2. Hydro-Québec Production produit de l'électricité et la vend sur les marchés de gros au Québec et hors Québec. Pour le marché québécois, la division assure la fourniture d'un volume d'électricité patrimoniale représentant un maximum de 165 TWh par année, qu'elle a l'obligation de vendre à Hydro-Québec Distribution au prix fixe de 2,79 ¢/kWh. Au-delà de ce volume, elle participe aux appels d'offres d'Hydro-Québec Distribution, dans un contexte de libre concurrence. Sur les marchés hors Québec, Hydro-Québec Production effectue des transactions diverses, principalement des ventes d'électricité de court terme.

L'activité commerciale d'Hydro-Québec Production repose sur un parc de centrales dont la production est à 97 % d'origine hydraulique. Hydro-Québec Production exploite aussi la seule centrale nucléaire installée au Québec, Gentilly-2. La division exploite ce parc aux meilleures conditions de coût et de rendement, et elle prend les mesures nécessaires pour en assurer la pérennité.

L'étude d'impact a été réalisée par Hydro-Québec Production avec la collaboration d'Hydro-Québec Équipement, la division qui réalise des projets d'ingénierie et de construction pour les divisions du secteur de l'électricité. C'est Hydro-Québec Équipement qui est chargée d'obtenir les autorisations gouvernementales requises pour la réalisation des projets pour lesquels elle a été mandatée par Hydro-Québec Production.

Hydro-Québec applique sa politique environnementale (reproduite à l'annexe A) dans le cadre des activités de toutes ses divisions.

## **1.2 Exigences réglementaires**

Les exigences réglementaires sont liées aux demandes de modifications aux installations de stockage de déchets radioactifs. Ces modifications sont nécessaires pour répondre aux besoins courants d'exploitation de la centrale et pour répondre, le cas échéant, aux besoins occasionnés par les travaux de réfection de la centrale et à ceux découlant du prolongement de son exploitation jusqu'à l'horizon 2035.

Le projet vise ainsi l'aménagement d'une nouvelle installation de gestion des déchets radioactifs solides (IGDRS). Cette nouvelle aire entreposera les déchets radioactifs solides générés par l'exploitation actuelle de la centrale ainsi que, advenant la réfection, les déchets des travaux de retubage du réacteur et ceux provenant de la poursuite de l'exploitation de la centrale jusqu'à la fin de sa nouvelle vie utile. Le projet prévoit aussi l'ajout de quatre modules CANSTOR à l'aire de stockage à sec du combustible irradié (ASSCI) afin de répondre aux besoins totaux de stockage du combustible irradié qui sera produit jusqu'à l'horizon 2035.

Les travaux liés à la construction et à l'exploitation des aires de stockage, sont assujettis aux processus d'évaluation environnementale provincial et fédéral.

Les exigences réglementaires concernent de plus les autorisations requises pour la mise en œuvre du projet de réfection et la remise en service de la centrale puisque les activités de réfection ont été ajoutées dans la portée du projet actuel à la suite d'un amendement aux lignes directrices fédérales en septembre 2005 (voir les annexes B-1 et B-2). La poursuite de l'exploitation de la centrale jusqu'à l'horizon 2035 est également incluse dans la portée du projet. L'étude d'impact a donc été révisée afin de refléter l'élargissement de la portée du projet pour les fins du processus d'évaluation environnementale fédéral.

Cette étude d'impact sur l'environnement révisée est soumise à la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) afin d'obtenir les autorisations requises pour la réalisation du projet. Le tableau 1-1 présente les principales étapes du processus d'autorisation et de réalisation.

### **1.2.1 Loi canadienne sur l'évaluation environnementale**

Le projet est assujetti à une évaluation environnementale en vertu de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (LCEE).

Le projet n'appartient pas à une catégorie de projets prévus au *Règlement sur la liste d'étude approfondie* de la LCEE. Les travaux relatifs aux aires de stockage des déchets radioactifs et du combustible irradié, à la réfection et à la poursuite de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2 doivent cependant faire l'objet d'un examen environnemental préalable avant qu'une décision ne soit prise par l'autorité responsable, soit la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN).

L'examen préalable doit faire état des effets environnementaux du projet proposé, selon l'approche de développement durable. L'examen intègre les préoccupations du public et détermine les mesures qui seront mises de l'avant pour atténuer les effets négatifs du projet sur l'environnement.



### 1.2.1.1 Agence canadienne d'évaluation environnementale

La présente étude d'impact sur l'environnement est encadrée par l'Agence canadienne d'évaluation environnementale (ACEE). Celle-ci relève directement du ministre de l'Environnement du Canada et agit indépendamment de tout ministère ou organisme fédéral, y compris Environnement Canada. L'ACEE veille, auprès de l'autorité responsable (CCSN), à ce que le contenu de l'examen environnemental préalable traite de tous les aspects pertinents du projet, notamment les préoccupations du public.

### 1.2.1.2 Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires

La *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN) est entrée en vigueur le 31 mai 2000, en remplacement de la *Loi sur le contrôle de l'énergie atomique*. Elle confère à la CCSN ses pouvoirs en matière de réglementation. La LSRN a notamment pour objet de limiter, à un niveau acceptable, les risques liés au développement, à la production et à l'utilisation de l'énergie nucléaire ainsi qu'à la production, à la possession et à l'utilisation des substances nucléaires, de l'équipement réglementé et des renseignements réglementés, tant pour la préservation de la santé et de la sécurité des personnes et la protection de l'environnement que pour le maintien de la sécurité nationale et le respect par le Canada de ses obligations internationales.

L'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 et des aires de stockage des déchets radioactifs et du combustible irradié est régie par la CCSN en vertu de la LSRN.

### 1.2.1.3 Commission canadienne de sûreté nucléaire

La Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) réglemente l'utilisation de l'énergie et des matières nucléaires afin de protéger la santé des personnes et l'environnement, d'assurer la sûreté et la sécurité des installations, et de respecter les engagements internationaux du Canada à l'égard de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. Elle exerce un rôle de protecteur de l'intérêt public, en veillant sur presque toutes les activités faisant appel à l'énergie et aux matières nucléaires au Canada, et en se consacrant avant tout à la réglementation et à la sûreté. La CCSN est un organisme fédéral indépendant qui doit faire rapport au Parlement par l'entremise du ministre des Ressources naturelles du Canada. La CCSN encourage la participation des citoyens aux audiences portant sur les questions de permis et elle vise l'application d'un système de réglementation transparent. Il s'agit donc d'un organisme public sur lequel la population a un droit de regard.

C'est par la délivrance de permis après un examen public rigoureux que la CCSN réglemente le développement, la production et l'utilisation de l'énergie nucléaire ainsi que la production, la possession et l'utilisation des substances nucléaires. La CCSN réglemente notamment les centrales nucléaires et les réacteurs de recherche, les

établissements de recherche et d'essais nucléaires, les installations de gestion de déchets radioactifs, les mines d'uranium et les usines de concentration d'uranium.

Le permis d'exploitation de la centrale de Gentilly-2 de même que le permis d'exploitation des aires de stockage des déchets radioactifs (ASDR) et de stockage à sec du combustible irradié (ASSCI) sont donc soumis périodiquement à un processus de renouvellement, mené par la CCSN. Aux fins de la réalisation du présent projet, le promoteur devra soumettre une demande de modification des permis d'exploitation des aires de stockage et de la centrale de Gentilly-2 à la CCSN. L'obtention d'un permis de construction de la CCSN pour les nouvelles installations sera également nécessaire.

La modification des permis d'exploitation et la délivrance par la CCSN des permis de construction pour les nouvelles installations constituent l'exercice d'attributions désignées comme déclencheurs de la procédure fédérale d'évaluation environnementale en vertu du *Règlement sur les dispositions législatives désignées* de la LCEE. La CCSN agit donc à titre d'autorité responsable en matière d'encadrement de l'évaluation environnementale du projet de modification des installations de stockage des déchets radioactifs et de réfection de la centrale de Gentilly-2. À ce titre, la CCSN a produit, en septembre 2005, la version amendée des lignes directrices qui établissent la portée du projet et des éléments à examiner dans l'évaluation environnementale (voir l'annexe B-2).

Par ailleurs, les autres ministères fédéraux (Environnement Canada, Pêches et Océans Canada, Santé Canada, Ressources naturelles Canada, Affaires indiennes et du Nord Canada), informés du projet selon les prescriptions du *Règlement sur la coordination fédérale* de la LCEE, joueront le rôle d'autorité pourvue des connaissances voulues.

#### 1.2.1.4 Gestion du combustible nucléaire irradié et des déchets radioactifs solides au Canada

L'entrée en vigueur le 15 novembre 2002 de la *Loi concernant la gestion à long terme des déchets de combustible nucléaire* (projet de loi C-27 ; Chambre des Communes du Canada, 26 février 2002) marque une étape importante vers l'atteinte d'une solution de gestion à long terme du combustible irradié au Canada. Elle reflète l'engagement du gouvernement canadien à s'assurer que les déchets de combustible seront gérés d'une manière qui protège la population et respecte l'environnement, maintenant et à l'avenir.

La *Loi sur les déchets de combustible nucléaire* exigeait que la Société de gestion des déchets nucléaires (SGDN), issue également de cette Loi, se penche sur trois méthodes techniques de gestion : l'enfouissement en couches géologiques profondes dans le Bouclier canadien, l'entreposage centralisé en surface ou souterrain et l'entreposage à l'emplacement des réacteurs nucléaires. La SGDN a remis, en novembre 2005, son rapport final et ses recommandations au ministre des Ressources

naturelles du Canada, au terme d'une étude exhaustive de trois ans qui aura mobilisé spécialistes, intervenants et citoyens de tous les milieux et de toutes les régions. L'évaluation des trois méthodes a permis de constater que chacune avait ses avantages, mais qu'aucune ne satisfaisait parfaitement à l'ensemble des objectifs jugés importants par les citoyens. Cette constatation a amené la SGDN à élaborer une quatrième solution, soit la gestion adaptative progressive. Il revient maintenant au gouvernement fédéral de prendre une décision quant à la solution de long terme à retenir.

Les déchets radioactifs et le combustible irradié de la centrale de Gentilly-2 sont entreposés sur le site du complexe nucléaire dans des installations sécuritaires dites de stockage intérimaire, soit l'ASDR et l'ASSCI. La gestion à long terme du combustible irradié ne fait pas partie de la portée de l'évaluation environnementale, conformément aux lignes directrices de la CCSN relatives à l'évaluation environnementale du présent projet.

### **1.2.2 Loi sur la qualité de l'environnement du Québec**

La construction et l'agrandissement d'un lieu d'élimination ou d'entreposage de déchets radioactifs sont assujettis à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement prévue aux articles 31.1 et suivants de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE), selon l'article 2m du *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement* (R.R.Q., c. Q-2, r. 9). Le Conseil des ministres est seul compétent à délivrer le certificat d'autorisation du projet, sous la forme d'un décret. Le cas échéant, l'autorisation comprendra les exigences du ministère des Ressources naturelles et de la Faune relatives aux impacts du projet sur les habitats fauniques (terrestres, aquatiques et riverains).

La nature, la portée et l'étendue de l'étude d'impact sur l'environnement sont définies dans la *Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet industriel*, élaborée par le ministère de l'Environnement en application de l'article 31.2 de la LQE (voir l'annexe C). Cette directive énonce la démarche et les exigences devant mener le promoteur à fournir les informations nécessaires à l'évaluation environnementale du projet proposé et au processus d'autorisation par le gouvernement. Conçue et préparée selon une méthode scientifique, l'étude d'impact doit répondre aux exigences du gouvernement en matière d'analyse du projet, de consultation du public et de prise de décision. Elle comporte les éléments suivants :

- un programme de communication du projet au public afin de recueillir ses préoccupations ;
- une description du projet et sa justification ;
- un portrait le plus juste possible du milieu où s'intègre le projet, pendant et après son implantation ;

- une analyse des impacts du projet proposé ainsi qu'une description des mesures d'atténuation des effets négatifs et des moyens visant à maximiser les effets susceptibles d'améliorer l'environnement ;
- des programmes de surveillance et de suivi pour assurer le respect des engagements du promoteur et des exigences du gouvernement en ce qui concerne l'environnement et pour suivre l'évolution de certaines composantes du milieu touchées par la réalisation du projet.

### 1.3 Justification du projet

La croissance économique et démographique du Québec et des régions voisines se traduit par une augmentation des besoins en énergie. Même si on tient compte des bénéfices de l'efficacité énergétique et des programmes d'économie d'énergie déjà réalisés ou prévus, la demande en électricité, qui a augmenté régulièrement au cours des dernières décennies, continuera de croître à l'avenir. Le maintien en bon ordre des équipements de production en place ainsi que l'ajout de nouveaux équipements sont nécessaires au respect des engagements d'Hydro-Québec envers la population québécoise. C'est dans ce contexte qu'Hydro-Québec Production propose le projet de modification des installations de stockage des déchets radioactifs et de réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2.

La première responsabilité d'Hydro-Québec Production est de fournir à Hydro-Québec Distribution jusqu'à 165 TWh d'électricité patrimoniale par année pour alimenter la clientèle québécoise. Afin de remplir cette obligation et d'assurer ses autres activités commerciales, Hydro-Québec Production compte sur un parc de centrales dont l'exploitation est réalisée aux meilleures conditions de coût et de rendement possibles. En ce sens, les mesures nécessaires et suffisantes doivent être mises en oeuvre pour assurer la pérennité de ses installations, de façon à ne pas compromettre la capacité de production de l'ensemble du parc.

Dans son *Plan stratégique 2004-2008*, Hydro-Québec manifeste sa détermination à mettre d'importants moyens en oeuvre pour assurer la fiabilité d'exploitation et la pérennité de ses installations. Ainsi, Hydro-Québec Production prévoit investir quelque 2,4 G\$ dans la réfection et l'amélioration de son parc de production au cours de cette période.

#### 1.3.1 Besoins en énergie et place du nucléaire dans le réseau d'Hydro-Québec

La centrale de Gentilly-2, d'une puissance installée de 675 MW et dont la production annuelle de 5 TWh correspond à environ 3 % de l'énergie déployée par Hydro-Québec, contribue significativement à remplir les engagements actuels d'Hydro-Québec Production. Elle est la seule unité de production d'électricité de source d'énergie nucléaire au Québec et la seule centrale non hydroélectrique exploitée en base. Elle joue, en raison de son excellent facteur d'utilisation, un rôle de

premier plan dans le réseau d'Hydro-Québec. La production de cette centrale n'est pas soumise aux aléas de l'hydraulicité et elle contribue de plus à la stabilité et à la fiabilité du réseau de transport de l'entreprise. Ainsi, la centrale de Gentilly-2 participe de manière notable à la sécurité d'approvisionnement des Québécois de même qu'au maintien des réserves d'énergie en situation de faible hydraulicité.

Bien qu'Hydro-Québec Production poursuive activement l'accroissement de sa capacité de production, que ce soit par l'ajout de nouvelles installations ou par l'amélioration de ses installations existantes, son bilan d'énergie des prochaines années est plutôt serré. En ce sens, la contribution d'une centrale comme celle de Gentilly-2 est et demeurera significative dans l'ensemble de sa production.

Avec la construction éventuelle du projet de l'Eastmain-1-A/Sarcelle/Dérivation Rupert, Hydro-Québec aura reconstitué une marge de manœuvre de près de 15 TWh au début de la prochaine décennie, si l'exploitation de la centrale de Gentilly-2 est maintenue. Cette marge de manœuvre est nécessaire pour faire face aux aléas de l'hydraulicité. Les ressources en énergie supplémentaire disponibles permettront à Hydro-Québec Production de participer à la croissance prévisible du marché du Québec, en répondant le cas échéant aux futurs appels d'offres d'Hydro-Québec Distribution. Également, elles permettront un niveau d'exportation avantageux, contribution déterminante à la rentabilité de l'entreprise. L'abandon de la centrale de Gentilly-2 viendrait compromettre l'atteinte de cette marge de manœuvre et des avantages qui en découlent.

En ce qui concerne le bilan de puissance d'Hydro-Québec Production, l'impact de l'arrêt de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2 sur l'approvisionnement à la pointe, nécessaire aux besoins du Québec, est tout aussi important. En effet, Hydro-Québec Production se doit d'avoir une capacité en puissance suffisante pour répondre à ses engagements de base et aux besoins futurs de ses clients, dont, au premier chef, Hydro-Québec Distribution. Les besoins prévus du distributeur à l'horizon 2011-2012 seront de l'ordre du 1 000 MW. La reprise de l'exploitation de Gentilly-2 à compter de 2012 contribuera à permettre à Hydro-Québec Production de pouvoir répondre à ces besoins à long terme du marché québécois.

Il est à noter que les informations mentionnées ci-dessus reflètent les bilans des ressources énergétiques d'Hydro-Québec Production en considération de scénarios moyens pour l'hydraulicité et pour la prévision de la demande. Un scénario de demande fort comporterait des besoins supérieurs de 21 TWh à l'horizon 2014. Un scénario intermédiaire, mi-fort, tel que retenu dans l'*Avis de la Régie de l'énergie sur la sécurité énergétique des Québécois à l'égard des approvisionnements électriques et la contribution du projet du Suroît* (A-2004-01 – R-3526-2004) comporterait quant à lui des besoins supérieurs de l'ordre de 10 TWh en 2014 par rapport au scénario moyen, ce qui correspond à la presque totalité de la marge de manœuvre pour Hydro-Québec Production. La perspective de ventes additionnelles au Québec pour Hydro-Québec Production est donc très plausible à moyen ou long terme, ce qui

nécessitera certes la contribution de nouvelles centrales, mais assurément le maintien des centrales existantes, dont celle de Gentilly-2.

Par ailleurs, outre son prix de revient concurrentiel qui est de l'ordre de 6 ¢/kWh et des avantages qui découlent de son exploitation, cette source d'énergie s'inscrit aussi dans la lutte engagée mondialement contre les gaz à effet de serre (GES). La réfection de la centrale permettra d'obtenir de l'énergie sans effet sur le réchauffement climatique.

Devant la nécessité de maintenir un niveau de capacité de production suffisant aux besoins des Québécois, il est certes souhaitable d'assurer le maintien des opérations existantes avant d'envisager l'implantation de nouveaux ouvrages de production. Des impacts environnementaux et sociaux importants peuvent ainsi être évités, ainsi que des approvisionnements externes à fort coût et en provenance de filières énergétiques plus polluantes.

### **1.3.2 Réfection et poursuite de l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2**

#### **1.3.2.1 Nécessité de la réfection de la centrale**

La centrale nucléaire de Gentilly-2, dont l'exploitation commerciale remonte à 1983, est parvenue aujourd'hui à plus des deux tiers de sa vie utile qui doit se terminer à l'horizon 2013. Des modifications ont été apportées périodiquement aux opérations ou aux équipements dans le but d'améliorer le niveau de sûreté et d'optimiser l'exploitation de la centrale. La décision de procéder à la réfection de la centrale de Gentilly-2 requiert la vérification étendue des systèmes, des structures et des composants majeurs de la centrale, tels que le bâtiment du réacteur et la turbine, le remplacement de certains composants et le renouvellement des pièces d'équipement désuètes. Des études technoéconomiques et de sûreté ont été menées en ce sens. Elles ont permis de déterminer l'ensemble des travaux à effectuer pour prolonger la vie de la centrale. La réfection n'entraînera aucune modification de la capacité de production de la centrale.

La décision quant à la réfection de la centrale de Gentilly-2 devra être prise à l'horizon 2008. La réfection du réacteur est nécessaire puisque la vie utile des tubes de force est limitée. Il faut les remplacer après 25 à 30 ans de fonctionnement. Le remplacement des tubes de force a été prévu dès la conception initiale, mais il nécessite des investissements importants et un arrêt de production de 18 mois.

#### **1.3.2.2 Conséquences de la non-réalisation de la réfection**

En plus des impacts significatifs sur le bilan énergétique d'Hydro-Québec Production, la fin de l'exploitation de la centrale aurait des conséquences majeures tant

économiques, environnementales que sociales. Plus particulièrement, les retombées suivantes seraient affectées :

- Les retombées directes de l'exploitation de la centrale dans la région de Trois-Rivières–Bécancour dépassent 100 millions de dollars annuellement en salaires et en achats de biens et de services. Quelque 675 emplois, dont 70 % d'emplois spécialisés (cadres, ingénieurs, professionnels, spécialistes et techniciens), sont soutenus. La centrale joue ainsi un rôle de moteur économique pour les petites et moyennes entreprises et les municipalités de la région.
- La présence de travailleurs et de leur famille dans les communautés avoisinantes contribue de façon importante et bénéfique à l'activité économique et sociale de la région. Les retombées indirectes qu'ils y apportent (biens et services, écoles, loisirs, etc.) seront toutes significativement affectées.
- Le dynamisme associé au complexe nucléaire de Gentilly contribue à l'avancement technologique et scientifique du Québec, notamment grâce aux activités de recherche et de développement, à l'enseignement et à la formation du personnel d'ici et d'ailleurs. Il est intéressant de souligner la participation de ses experts à la chaire Hydro-Québec en génie nucléaire de l'école Polytechnique de Montréal, à son partenariat avec l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) relatif à la formation du personnel exploitant de la centrale et à la mise en place du Laboratoire de radioécologie inauguré officiellement le 4 mars 2003 par le département de chimie de l'Université Laval. L'existence de Gentilly-2 et la qualité du personnel y travaillant permet donc à Hydro-Québec de rayonner dans la communauté scientifique d'ici et d'ailleurs, tout en assurant le maintien de cette importante compétence technique chez nous au Québec.

Ainsi, le retrait de la centrale de Gentilly-2 du parc de production, en plus d'entraîner des pertes économiques directes, pourrait provoquer le départ des employés installés dans la région et l'exode des fournisseurs dont une part importante du chiffre d'affaires dépend de l'exploitation de la centrale. De plus, la fermeture de la centrale entraînerait probablement la fuite d'une expertise nucléaire de pointe vers d'autres centres de production, situés par exemple dans d'autres provinces canadiennes ou à l'étranger.

La cessation définitive de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2 pourrait réduire les appréhensions du milieu liées à la production d'énergie d'origine nucléaire, mais l'inconnu lié à sa fermeture pourrait tout aussi bien interpeller la population. En effet, cet arrêt ne mettrait pas fin à la gestion des déchets radioactifs, dont la durée de vie dépasse largement la vie utile de la centrale. Le déclasserment progressif de la centrale et la gestion à long terme du matériel radioactif devront donc être assurés de façon sécuritaire et responsable.

### **1.3.3 Modification des installations de stockage des déchets radioactifs**

L'aire de stockage des déchets radioactifs (ASDR) existante ne pourra répondre aux besoins au-delà de 2007. C'est pourquoi HydroQuébec Production projette d'aménager une nouvelle installation de gestion des déchets radioactifs solides (IGDRS) qui serait également utilisée pour poursuivre l'exploitation de la centrale jusqu'à l'horizon 2035, et recevoir entretemps les déchets de la réfection comme les tubes de force et les résines de décontamination du circuit caloporteur primaire.

D'autre part, le projet de réfection entraînera la production d'un volume additionnel de combustible irradié pour lequel l'aire de stockage est suffisante mais dont le nombre de modules CANSTOR doit être augmenté de quatre (16 modules ont été autorisés en 1995).

La première phase de construction de l'IGDRS débutera après l'obtention des autorisations requises. Elle répondra aux besoins actuels de l'exploitation de la centrale. Par la suite, la partie de l'IGDRS dédiée aux déchets de réfection sera aménagée. Quant aux travaux de déclassement prévus à la fin de la vie utile de la centrale, ils commenceront vers 2035. Le combustible irradié et les autres déchets radioactifs solides demeureront au site du complexe nucléaire jusqu'en 2040, date à laquelle le combustible pourrait être transféré vers un site de stockage de long terme, selon la solution permanente de gestion qui aura été privilégiée par le gouvernement fédéral. L'ensemble des activités de démantèlement et de restauration du site se terminera vers 2060.

## **1.4 Portée du projet**

La portée du projet concerne la réfection de la centrale de Gentilly-2, la poursuite de l'exploitation jusqu'à l'horizon 2035, l'implantation de l'IGDRS et l'augmentation de la capacité de stockage de l'ASSCI.

Les installations prévues prennent place sur la propriété d'Hydro-Québec, en milieu terrestre. Les nouvelles unités de stockage seront aménagées à proximité des aires de stockage existantes.

Comme elles touchent des espaces déjà remblayés et endigués, elles ne remettent pas en cause l'intégrité des habitats naturels situés à proximité des aires existantes. Le projet soulève toutefois la question de la perception des risques liés à la poursuite de l'exploitation de la centrale jusqu'à l'horizon 2035 ainsi qu'aux aires de stockage des déchets radioactifs et du combustible irradié au-delà de cette date.

## **1.5 Portée et contenu de l'évaluation environnementale**

L'évaluation environnementale du projet de modification des installations de stockage des déchets radioactifs et de réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2



répond aux exigences et aux préoccupations des gouvernements fédéral et provincial exprimées dans leur directive respective. Les éléments suivants sont abordés :

- la description du projet proposé, de la technologie employée et des caractéristiques techniques des installations et activités ;
- le but et la justification du projet (considérations économiques, environnementales et sociales, et intégration des objectifs du développement durable) ;
- la portée du projet et de l'évaluation environnementale ;
- les limites temporelles et spatiales de l'évaluation environnementale ;
- le portrait du milieu naturel et humain où s'intègre le projet ;
- la méthode d'analyse et d'évaluation des effets environnementaux ;
- les effets environnementaux durant la période de réfection de la centrale (y compris les effets causés par les accidents ou défaillances) ;
- les effets environnementaux du projet pendant la construction et l'exploitation des aires de stockage (y compris les effets causés par les accidents ou défaillances) ;
- les effets sur l'environnement liés à l'exploitation continue de la centrale après sa réfection (gestion des risques d'accidents technologiques, mesures de sécurité, plan des mesures d'urgence) ;
- les effets cumulatifs du projet ;
- les mesures d'atténuation des effets négatifs importants du projet et les moyens à mettre en œuvre pour favoriser les effets susceptibles d'améliorer l'environnement ;
- l'importance des effets du projet et des effets cumulatifs ;
- les observations du public, notamment la perception des risques (gouvernements, employés, résidents à proximité du site, entreprises locales, grand public, collectivité autochtone, organismes non gouvernementaux et groupes d'intérêt) ;
- le programme de suivi de l'environnement (engagements du promoteur et exigences gouvernementales) et ses modalités de mise en œuvre.

### **1.5.1 Contenu de l'étude d'impact sur l'environnement**

L'étude d'impact sur l'environnement (EIE) constitue une compilation d'informations qui sont détaillées dans des documents plus spécialisés. La figure 1-1 illustre la structure documentaire. Le volume 1 inclut la mise en contexte du projet, une description des installations existantes au site, une description détaillée de tous les volets du projet et, finalement, les aspects liés à la communication et à la participation du milieu d'accueil.

Le volume 2 regroupe les chapitres décrivant la méthodologie pour la conduite de l'évaluation environnementale, le milieu et les effets résultant de la réalisation du projet. Le document se termine par un bilan des effets résiduels après application des mesures d'atténuation pertinentes et par un exposé sur les programmes de surveillance et de suivi environnementaux à mettre en place aux différentes étapes du projet. Le volume 3 contient les annexes.

Aux fins de la préparation du rapport d'examen préalable (REP), la CCSN considère que l'analyse des risques radiologiques (ISR, février 2004) et le résumé de l'étude des risques écotoxicologiques et toxicologiques (ERET) font partie de l'EIE étendue.

### **1.5.2 Études sectorielles**

Hydro-Québec Production a coordonné la réalisation de plusieurs études sectorielles :

- Analyse des risques radiologiques
- Caractérisation chimique des eaux souterraines
- Impact sur la santé
- Perception des risques et des impacts psychosociaux
- Retombées économiques régionales
- Caractérisation des sols et des eaux souterraines au site de l'IGDRS
- Inventaire des espèces fauniques et floristiques
- Évaluation des risques écotoxicologiques et toxicologiques
- Impacts économiques et sociaux de la fermeture hypothétique de la centrale
- Qualité des eaux souterraines dans l'environnement de la centrale
- Qualité des eaux de surface dans l'environnement de la centrale
- Qualité de l'air dans l'environnement de la centrale
- Effets environnementaux liés à la réfection et à la poursuite de l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2
- Effets de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2 sur le milieu aquatique : habitat du poisson. État des connaissances.

Tous ces documents sont disponibles sur le site Internet du projet : <http://www.hydroquebec.com/gentilly-2/etudes.html>.

## **1.6 Concordance entre les lignes directrices et l'étude d'impact sur l'environnement**

Le tableau 1-2 constitue un outil de référence documentaire permettant de retrouver dans l'étude d'impact sur l'environnement, les informations requises selon les lignes directrices de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN).

Le tableau 1-3 guide le lecteur sur les nouvelles sections ajoutées par la révision actuelle de l'EIE. Les sections déplacées sont également identifiées. À la suite de l'inclusion de la poursuite de l'exploitation de la centrale jusqu'à l'horizon 2035 dans la portée du projet, il a été convenu avec la CCSN de retirer le contenu du chapitre qui traitait des effets majorés.

## 1.7 Atteinte des objectifs de développement durable

Le concept de développement durable a été énoncé dans le rapport *Notre avenir à tous* de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement (rapport Brundtland) publié en 1987.

Plusieurs définitions du développement durable ont été proposées depuis. Nous faisons nôtre l'interprétation du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) qui retient que « *quelles que soient la définition utilisée pour ce concept et la façon de le mettre en application, l'intégration en un tout opérationnel des dimensions sociales, économiques et environnementales du développement reste toujours le fondement pour l'atteinte d'un développement qui est durable* ». Ainsi, le Québec vise la réalisation de trois grands objectifs du développement durable : le maintien de l'intégrité de l'environnement, l'amélioration de l'équité sociale et l'amélioration de l'efficacité économique.

Selon le MDDEP, l'étude d'impact d'un projet doit être réalisée avec la participation des citoyens dans le processus de planification et de décision. Le projet doit s'appuyer sur une approche de planification rationnelle et intégrée qui tienne compte des liens entre les composantes du projet et les choix de réalisation. Pour que l'étude d'impact représente un instrument efficace à l'appui du développement durable, elle intégrera les dimensions sociales, environnementales et économiques de façon à satisfaire les besoins de la population locale (à proximité des travaux) et de celle qui sera desservie par le projet.

La conception, l'analyse, la réalisation des travaux proposés et l'exploitation des installations prévues par le présent projet seront menées en accord avec les objectifs du développement durable énoncés dans la politique *Notre environnement* d'Hydro-Québec (voir l'annexe A) ainsi que dans le respect de la réglementation environnementale et de l'amélioration continue en matière d'environnement, affirmés par l'accréditation de l'entreprise à la norme ISO 14001.

De plus, dans le cadre de la présente évaluation environnementale, Hydro-Québec Production a souhaité une intégration optimale du projet dans le milieu en recherchant une connaissance la plus exacte de ce dernier, cherchant les impacts prévisibles et les préoccupations des différents groupes concernés. Le milieu d'accueil a été consulté à plusieurs reprises et ses préoccupations et ses attentes ont été prises en considération. Hydro-Québec Production a en quelque sorte cherché à préserver l'intégrité des éléments sensibles de l'environnement, tout en tenant compte des préoccupations des citoyens et des aspects économiques de la réalisation du projet.

En outre, l'entreprise privilégie l'optimisation de ses installations existantes à l'intérieur de son parc de production et elle favorise les activités d'innovation centrées sur le développement d'équipements hautement performants et ayant une longue vie utile, comme les installations de la centrale nucléaire de Gentilly-2.

Hydro-Québec Production rejoint ainsi les objectifs de l'amélioration de l'efficacité économique et de l'utilisation efficace des ressources.

La réfection et la prolongation de la vie utile de la centrale se rangent parmi les efforts destinés à promouvoir la pérennité des installations dans les milieux où elles sont déjà intégrées et où un partenariat et une collaboration avec les collectivités locales sont déjà établis. Le projet, qui vise le site existant du complexe nucléaire de Gentilly, contribue à maintenir l'intégrité de l'environnement à proximité. À cet égard, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) considère qu'à l'échelle mondiale l'électronucléaire permet d'éviter des émissions atmosphériques d'environ 600 millions de tonnes de carbone (MtC) par année, soit presque autant que l'énergie hydroélectrique (AIEA, 2002).

Le maintien de relations fructueuses avec les collectivités locales contribue pour sa part à l'amélioration de l'équité sociale.

De plus, Hydro-Québec Production gère et entretient ses installations de manière à éliminer les risques d'atteinte à l'intégrité physique de ses employés et de la population. Elle a mis en place un plan d'action visant une meilleure gestion de ses déchets radioactifs et non radioactifs, et elle assure la récupération des matières dangereuses.

**Tableau 1-1 : Principales étapes de réalisation du projet**

Étapes d'approbation gouvernementale		Échéance
Québec	Canada	
Dépôt de l'avis de projet au ministre de l'Environnement du Québec		Janvier 2002
Réception de la directive du ministre de l'Environnement du Québec		Février 2002
	Dépôt de la description du projet à la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN)	Avril 2002
	Révision par la CCSN de la description du projet	Septembre 2002 et mars 2003
	Décision de la CCSN sur la portée de l'évaluation environnementale	Décembre 2002
	Audiences publiques de la CCSN sur les lignes directrices relatives à l'évaluation environnementale	Juin 2003
	Décision de la CCSN sur les lignes directrices relatives à l'évaluation environnementale	Août 2003
Dépôt de l'étude d'impact sur l'environnement au ministre de l'Environnement du Québec	Dépôt de l'étude d'impact sur l'environnement à la CCSN	Janvier 2004
Audiences publiques du BAPE		Automne de 2004
	Amendement des lignes directrices relatives à l'évaluation environnementale par la CCSN	Septembre 2005
Obtention des autorisations gouvernementales provinciales		2006
	Dépôt de la révision 1 de l'EIE à la CCSN	Octobre 2005
	Dépôt de la révision 2 de l'EIE à la CCSN	Février 2006
	Publication de la version préliminaire du rapport d'examen préalable par la CCSN	Mars 2006
	Audiences publiques de la CCSN sur le rapport d'examen préalable	Novembre 2006
	Obtention des autorisations gouvernementales fédérales	Début 2007
<b>Étapes de réalisation par Hydro-Québec Production</b>		
Ingénierie et approvisionnement pour l'IGDRS		2006 à 2010
Travaux de construction de l'IGDRS (première phase)		2007
Ingénierie et approvisionnement pour la réfection de la centrale		2006 à 2011
Travaux de construction de l'IGDRS (deuxième phase)		2009 à 2010
Travaux de réfection de la centrale		2011 à 2012
Redémarrage de la centrale		2012
Travaux de construction de l'IGDRS (troisième phase)		2012 à 2013
Travaux de construction de l'IGDRS (quatrième phase)		2024 à 2042
Travaux de construction de la fondation et des quatre derniers modules ou silos à l'ASSCI		2028 à 2042

**Tableau 1-2 : Concordance entre les lignes directrices de la Commission canadienne de sûreté nucléaire et le contenu de l'EIE**

	Contenu des lignes directrices	Chapitre ou section de l'EIE
1.0	Introduction	N.a.
2.0	Objet	1
3.0	Contexte	1
4.0	Application de la <i>Loi canadienne sur l'évaluation environnementale</i>	1
5.0	Application du <i>Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement</i> du Québec	1
6.0	Collaboration fédérale – provinciale au processus d'évaluation environnementale	1
7.0	Autres ministères fédéraux et provinciaux ayant des compétences spécialisées	1
8.0	Délégation des études techniques à Hydro-Québec	1
9.0	Registre public	N.a.
10.0	Portée du projet	3
Les opérations et activités physiques requises pour :		
-	Le rechargement de combustible dans le réacteur ;	3
-	Permettre la remise en service de la centrale suite à la réfection ;	3
-	Le prolongement de la vie utile de la centrale et son exploitation jusqu'à l'horizon 2035 ;	3
-	La modification et la construction d'ouvrage à l'IGDRS et à l'ASSCI ;	3
-	L'exploitation des ouvrages à l'ASDR, l'IGDRS et à l'ASSCI.	3
L'évaluation comprendra un plan préliminaire de déclassement		
11.0	Facteurs à évaluer	3, 7 et 11
L'examen préalable prescrit par la LCEE doit porter sur tous les facteurs énumérés aux alinéas 16(1) (a) à (d) de la LCEE et, comme le prévoit l'alinéa 16(1) (e), sur tout autre élément que la CCSN juge utile d'inclure. Les alinéas 16(1) (a) à (d) exigent que l'examen préalable porte sur les éléments suivants :		
-	Les effets environnementaux du projet ;	7, 8, 9 et 10
-	L'importance des effets évoqués ci-dessus ;	7, 8, 9 et 10
-	Les observations du public à cet égard, reçues conformément à la LCEE et aux règlements d'application ;	4
-	Les mesures d'atténuation réalisables, sur les plans technique et économique, des effets environnementaux importants du projet.	7, 8, 9 et 10 Annexe M
En application de l'alinéa 16(1) (e) de la LCEE, la CCSN exige que l'évaluation environnementale porte aussi sur les facteurs énumérés ci-dessous :		
-	Le but du projet ;	1.3
-	La nécessité et les modalités d'un programme de suivi ;	11
-	La capacité des ressources renouvelables, risquant d'être touchées par le projet de répondre aux besoins du présent et à ceux des générations futures.	7, 8, 9 et 10

**Tableau 1-2 : Concordance entre les lignes directrices de la Commission canadienne de sûreté nucléaire et le contenu de l'EIE (suite)**

	Contenu des lignes directrices	Chapitre ou section de l'EIE
12.0	Méthode d'évaluation	
12.1	Structure du rapport d'examen préalable	
	Titres des sections du rapport d'examen préalable :	
1)	Introduction	N.a.
2)	Application de la LCEE	1.2.1
3)	Application du <i>Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement</i> du Gouvernement du Québec	1.2.2
4)	Portée du projet	1.4
5)	Portée de l'évaluation	1.5
6)	Description du projet	3
7)	Limites spatiales et temporelles de l'évaluation	7, 8, 9 et 10
8)	Description de l'état du milieu	6
9)	Évaluation et atténuation des effets environnementaux :	-
	- Description de la méthode d'évaluation ;	5 Annexe H
	- Effets de la construction ;	7 et 8
	- Effets des activités normales, des défaillances et des accidents et effets de l'environnement sur le projet ;	7 et 8
	- Effets environnementaux majorés associés à l'exploitation prolongée de la centrale nucléaire de Gentilly-2 suite à sa réfection.	7, 8, 9 et 10
10)	Effets environnementaux cumulatifs	9
11)	Ampleur des effets résiduels	10
12)	Consultation des parties intéressées	4
13)	Programme de suivi	11
14)	Conclusions et recommandations pour la prise de décision	N.a.
15)	Références	Références
12.2	Renseignements exigés	
12.2.1	Raisons d'être du projet	1.3
12.2.2	Description du projet	3
	Renseignements généraux, caractéristiques de conception et activités courantes	3
	Défaillances et accidents	8
	Plan de déclassement	3.6
12.2.3	Limites spatiales et temporelles de l'évaluation	5, 7, 8 et 9
12.2.4	Description du milieu existant	6
12.2.5	Évaluation et atténuation des effets environnementaux	7, 8, 9 et 10

**Tableau 1-2 :      Concordance entre les lignes directrices de la Commission canadienne de sûreté nucléaire et le contenu de l'EIE (suite)**

	<b>Contenu des lignes directrices</b>	<b>Chapitre ou section de l'EIE</b>
12.2.5.1	Évaluation des effets causés par le projet	7 et 8
12.2.5.2	Évaluation des effets de l'environnement sur le projet	8.2.6 et 8.5
12.2.6	Évaluation des effets cumulatifs	9
12.2.7	Importance des effets résiduels	10
12.2.8	Consultation des parties intéressées	4
12.2.9	Programme de suivi	11
13.0	Conclusions et recommandations pour la prise de décision	N.a.
14.0	Personnes-ressources	N.a.
15.0	Glossaire	Glossaire

N.a. : Non applicable.



**Tableau 1-3 : Localisation des informations dans les trois révisions de l'EIE**

Révision 2 (Février 2006) <sup>a</sup>			Révision 1 (Octobre 2005)	Révision 0 (Décembre 2003)
Chapitre	Section	Mise à jour ou nouveau contenu	Mise à jour ou nouveau contenu	Section correspondante
1		Entièrement mis à jour	Aucune modification Mise à jour Mise à jour Mise à jour Concordance entre les lignes directrices et l'étude d'impact sur l'environnement Tableau 1-3 : nouvelle information Figure 1-1 : nouvelle information	1.3 1.3 1.4 1.5 - - -
2	2.2.4 2.4 2.5 2.7.2	Aucune modification Aucune modification Aucune modification Aucune modification	Système de confinement Gestion des déchets domestiques et autres matières résiduelles non dangereuses Gestion des produits pétroliers Mise à jour	- - - 2.5.2
3	3.1 3.2	Aucune modification Aucune modification	Réfection de la centrale de Gentilly-2 Poursuite de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2	- -
4		Entièrement mis à jour	Mise à jour Mise à jour Mise à jour Mise à jour Actions d'opposition Mise à jour Mise à jour Audiences publiques du BAPE Mise à jour	Texte introductif 4.1 4.2.1 4.2.2 - 4.3 4.4 - 4.5

**Tableau 1-3 : Localisation des informations dans les trois révisions de l'EIE (suite)**

Révision 2 (Février 2006)			Révision 1 (Octobre 2005)	Révision 0 (Décembre 2003)
Chapitre	Section	Mise à jour ou nouveau contenu	Mise à jour ou nouveau contenu	Section correspondante
5	5.1	Aucune modification	Mise à jour	5.1
	5.2.1.1	Aucune modification	Réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2	-
	5.2.1.3	Aucune modification	Poursuite de l'exploitation de Gentilly-2	-
	5.2.1.4	Aucune modification	Mise à jour	5.2.1.3
	5.2.2	Aucune modification	Mise à jour	5.2.4
	5.4.1.2	Aucune modification	Mise à jour	5.4.1.2
	5.4.1.3	Aucune modification	Mise à jour	5.4.1.3
	6	6.1.3	Mise à jour	Aucune modification
6.1.7		Aucune modification	Mise à jour	6.1.7
6.1.7.2		Mise à jour	Mise à jour	6.1.7.2
6.1.8.2		Mise à jour	Mise à jour	6.1.8.2
6.1.9.2		Aucune modification	Mise à jour	6.1.9.2
6.1.10		Aucune modification	Mise à jour	6.1.10
6.1.11		Aucune modification	Mise à jour	6.1.11
6.2.1.2		Aucune modification	Mise à jour	6.2.1.2
6.2.1.3		Aucune modification	Mise à jour	6.2.1.3
6.2.2.4		Mise à jour	Mise à jour	6.2.2.4
6.2.2.5		Aucune modification	Mise à jour	6.2.2.5
6.3.2		Aucune modification	Mise à jour	6.3.2
6.3.4.3		Mise à jour	Mise à jour	6.3.4.3
6.3.8.5		Aucune modification	Mise à jour	6.3.8.5
6.3.9		Aucune modification	Mise à jour	6.3.9
6.4		Aucune modification	Mise à jour	6.4
Tableau 6-28		Mise à jour	Aucune modification	Tableau 6-28
Figure 6-3		Mise à jour	Aucune modification	Figure 6-3
Figure 6-16		Mise à jour	Aucune modification	Figure 6-16

**Tableau 1-3 : Localisation des informations dans les trois révisions de l'EIE (suite)**

Révision 2 (Février 2006) <sup>a</sup>			Révision 1 (Octobre 2005)	Révision 0 (Décembre 2003)
Chapitre	Section	Mise à jour ou nouveau contenu	Mise à jour ou nouveau contenu	Section correspondante
7				
	7.1	Aucun changement	Mise à jour	7.1
	7.2.1	Aucun changement	Sources liées à la poursuite de l'exploitation de Gentilly-2	-
	7.2.2	Aucun changement	Sources liées à la réfection	-
	7.2.3	Aucun changement	Aucun changement	7.2.1
	7.2.4	Aucun changement	Aucun changement	7.2.2
	7.2.5	Aucun changement	Mise à jour	7.2.3
	7.3.1	Aucun changement	Modifications résultant de la poursuite de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2 (milieu physique)	-
	7.3.1.2	Mise à jour	Nouveau texte	-
	7.3.2	Aucun changement	Modifications résultant de la réfection de la centrale de Gentilly-2 (milieu physique)	-
	7.3.2.2	Mise à jour	Nouveau texte	-
	7.3.3	Aucun changement	Aucun changement	7.3.1
	7.3.4	Aucun changement	Aucun changement	7.3.2
	7.3.5	Aucun changement	Mise à jour	7.3.3
	7.4	Aucun changement	Effets sur les milieux biologique et humain résultant de la poursuite de l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2	-
	7.4.2.1	Mise à jour	Nouveau texte	-
	7.4.2.2	Mise à jour	Nouveau texte	-
	7.5	Aucun changement	Effets sur les milieux biologique et humain résultant de la réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2	-
	7.5.1.1	Mise à jour	Nouveau texte	-
	7.5.1.2	Mise à jour	Nouveau texte	-
	7.7.2.1.2	Aucun changement	Mise à jour	7.5.2.1.2
	Figure 7-21	Nouvelle information	-	-
	Figure 7-22	Mise à jour	Nouvelle information	-

**Tableau 1-3 : Localisation des informations dans les trois révisions de l'EIE (suite)**

Révision 2 (Février 2006)			Révision 1 (Octobre 2005)	Révision 0 (Décembre 2003)
Chapitre	Section	Mise à jour ou nouveau contenu	Mise à jour ou nouveau contenu	Section correspondante
8				
	8.1	Aucun changement	Mise à jour	8.1
	8.2.1	Aucun changement	Poursuite de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2	-
	8.2.2	Aucun changement	Réfection de la centrale de Gentilly-2	-
	8.2.3	Aucun changement	Aucun changement	8.2.1
	8.2.4	Aucun changement	Aucun changement	8.2.2
	8.2.5	Aucun changement	Aucun changement	8.2.3
	8.2.6	Aucun changement	Mise à jour	8.2.4
	8.2.6.3	Mise à jour	Mise à jour	8.2.4.3
	8.2.7	Aucun changement	Mise à jour	8.2.5
	8.3.1	Aucun changement	Poursuite de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2	-
	8.3.2	Aucun changement	Réfection de la centrale de Gentilly-2	-
	8.3.3.1	Aucun changement	Aucun changement	8.3.1
	8.3.3.2	Aucun changement	Aucun changement	8.3.2
	8.3.3.3	Aucun changement	Aucun changement	8.3.3
	8.4	Aucun changement	Évaluation des risques chimiques	-
	8.4.1.1	Mise à jour	Nouveau texte	-
	8.5	Aucun changement	Mise à jour	8.3.4
	8.6	Aucun changement	Mise à jour	8.3.5
	8.7	Aucun changement	Mise à jour	8.3.6
	8.8	Aucun changement	Mise à jour	8.4

**Tableau 1-3 : Localisation des informations dans les trois révisions de l'EIE (suite)**

Révision 2 (Février 2006) <sup>a</sup>			Révision 1 (Octobre 2005)	Révision 0 (Décembre 2003)
Chapitre	Section	Mise à jour ou nouveau contenu	Mise à jour ou nouveau contenu	Section correspondante
9	9.3.2	Aucun changement	Mise à jour	10.3.2
	9.3.3	Aucun changement	Mise à jour	10.3.3
	9.3.4	Aucun changement	Mise à jour	10.3.4
	9.3.5	Aucun changement	Mise à jour	10.3.5
	9.4.2	Aucun changement	Mise à jour	10.4.2
	9.5	Aucun changement	Mise à jour	10.5
10	-	Aucun changement	Mise à jour	11
11	11.1	Aucun changement	Poursuite de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2	-
	11.1.1.1	Mise à jour	Nouveau texte	-
	11.1.1.3	Nouveau texte	-	-
	11.2	Aucun changement	Réfection de la centrale de Gentilly-2	-
	11.3.1	Aucun changement	Mise à jour	12.1
	11.3.2	Aucun changement	Mise à jour	12.2
	11.4	Aucun changement	Mise à jour	12.3
	Tableau 11-1	Nouvelle information	-	-
Références		Mise à jour	Mise à jour	Références
Annexe A		Aucun changement	Aucun changement	Annexe A
Annexe B		Aucun changement	Ajout des nouvelles lignes directrices de la CCSN	Annexe B
Annexes C à F		Aucun changement	Aucun changement	Annexe C à F
Annexe G		Mise à jour	Mise à jour	Annexe G
Annexe H		Aucun changement	Mise à jour	Annexe H
Annexe I à L		Aucun changement	Aucun changement	Annexe I à L
Annexe M		Mise à jour	Mesures d'atténuation révisées	Annexe M
Annexe N		Aucun changement	Aucun changement	Annexe N
Annexe O		Aucun changement	Mise à jour	Annexe O
Annexe P		Aucun changement	Mise à jour	Annexe P
Annexe Q	Cartes 2 et 3	Mises à jour	Carte 2 révisée Ajout de la carte 3	Annexe Q
<p><sup>a</sup> Des dates ont été changées à plusieurs endroits dans les trois volumes de la révision 2 de l'EIE, notamment en raison du report des phases 1, 2 et 3 de l'IGDRS et de la réfection de la centrale de Gentilly-2.</p>				



Figure 1-1 : Structure documentaire de l'étude d'impact sur l'environnement







## **2 Description des installations existantes**

### **2.1 Généralités**

Le complexe nucléaire de Gentilly est situé sur la rive droite du fleuve Saint-Laurent, à environ 15 km à l'est de Trois-Rivières.

La propriété, qui appartient à Hydro-Québec, a une superficie de 199 ha (voir la carte 1 à l'annexe Q). Elle couvre les lots 887, 888, 894, 895 et 884-1 à 884-7 ainsi qu'une partie des lots 280, 281 et 282, tous du cadastre de la paroisse de Saint-Edouard-de-Gentilly, dans le comté de Nicolet.

Le complexe nucléaire de Gentilly compte deux centrales nucléaires, une centrale thermique et des aires de stockage, dont une sert à entreposer les déchets radioactifs solides (ASDR) et l'autre le combustible irradié (ASSCI). La figure 2-1 présente l'ensemble des installations du complexe nucléaire.

La centrale nucléaire de Gentilly-1, propriété d'Énergie atomique du Canada limitée (EACL), a été mise hors service à la fin des années 1970. La centrale nucléaire de Gentilly-2, d'une puissance de 675 MW, est exploitée commercialement depuis le 1<sup>er</sup> octobre 1983. Elle est divisée en différents bâtiments de production, soit le bâtiment du réacteur, le bâtiment de la turbine et le bâtiment des services.

La centrale thermique de Bécancour, d'une puissance de 400 MW, est en exploitation depuis 1993. Elle a été implantée à proximité de la centrale de Gentilly-2 parce qu'elle a pour fonction, en plus d'être une centrale de pointe, de réalimenter les services auxiliaires (pompes du circuit de refroidissement, équipements de secours et de sûreté, etc.) de la centrale nucléaire en cas de panne du réseau.

L'aire de stockage à sec du combustible irradié (ASSCI) a été aménagée à environ 100 m au sud du bâtiment du réacteur de la centrale de Gentilly-1. Elle compte actuellement sept modules CANSTOR ; deux modules ont été construits en 2004. L'aire de stockage des déchets radioactifs (ASDR) est implantée à environ 350 m au sud-ouest de l'ASSCI.

Parmi les autres installations présentes sur le site de Gentilly, on trouve un vaste entrepôt, situé au nord du complexe nucléaire près du fleuve, ainsi que la station de pompage de la centrale de Gentilly-2, établie juste à l'est de l'entrepôt. Au sud de la centrale se trouvent le poste de départ de Gentilly-2 et le poste de garde. Les installations comprennent également d'autres entrepôts, un bâtiment avec des salles de formation, un magasin transitoire, le bâtiment administratif et de formation situé dans l'ancienne centrale de Gentilly-1, un bassin de rétention des eaux de surface ainsi que des étangs d'aération des eaux usées sanitaires.

Les principales installations sont entourées d'une clôture qui constitue le périmètre de la zone protégée du complexe nucléaire. Un système d'éclairage et de caméras ajoute à la sécurité de la centrale.

Deux réservoirs de mazout de même qu'un quai de dépotage sont aménagés à environ 400 m au sud de la centrale de Bécancour.

Une zone d'exclusion d'un rayon d'un peu moins de 1 km entoure le bâtiment du réacteur de la centrale de Gentilly-2. Aucune structure ne peut être érigée à l'intérieur de cette zone sans l'autorisation de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN).

La liste des permis et autorisations en vigueur est la suivante :

- *Permis fédéraux*
  - Agrandissement des installations de stockage des déchets radioactifs solides
  - Permis d'exploitation d'un réacteur nucléaire de puissance – Centrale nucléaire de Gentilly-2
  - Permis de service de dosimétrie
  - Permis portant sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement – Utilisation globale de substances nucléaires
  - Permis d'exploitation d'installation de déchets – Installation de gestion de déchets radioactifs
  - Permis portant sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement – Gammagraphie industrielle
- *Autorisations provinciales*
  - Arrêté en Conseil – Autorisation de construction
    - Convention entre Énergie atomique du Canada Limitée et la Commission hydroélectrique de Québec
    - Approbation de la convention entre Énergie atomique du Canada limitée et la Commission hydroélectrique de Québec
    - Autorisation de construction
  - Pour l'agrandissement de l'aire d'entreposage existant de déchets solides radioactifs et la construction de nouvelles fosses à déchets sur cette aire située sur le site nucléaire de Gentilly
  - Rejet de fluorescéine dans le fleuve
  - Dégrilleur des rejets de tamis roulants
  - Entrepôt de produits chimiques et autres
    - Modification pour l'entrepôt de produits chimiques et autres
    - Modification pour l'agrandissement de l'entrepôt éloigné
  - Utilisation de pesticides dans des corridors d'énergie

- Traitement des eaux usées domestiques
- Ligne de conduite du 26 mai 1993 – Correspondance
- Stockage à sec de combustible nucléaire irradié
- Installation d'une unité mobile de filtration et de purification des eaux conditionnées chimiquement
- Protection contre les inondations
- Unité de filtration des eaux usées
- Installation d'une trappe à graisse
- Permis d'utilisation pour des équipements pétroliers à risque élevé
- Repositionnement de l'émissaire du traitement des eaux usées
- Installation d'une unité mobile de déminéralisation

Les règlements et exigences applicables sont inclus dans ces permis et autorisations.

## **2.2 Exploitation de la centrale de Gentilly-2**

### **2.2.1 Description générale du fonctionnement de la centrale**

La centrale nucléaire de Gentilly-2 produit de l'énergie électrique qui est acheminée au réseau d'Hydro-Québec par quatre lignes de transport d'Hydro-Québec Trans-Énergie. La centrale a une capacité brute de 675 MW en exploitation normale, ce qui équivaut aux besoins en puissance d'une ville de 200 000 habitants.

La technologie nucléaire repose sur l'utilisation d'un réacteur qui produit de l'énergie à partir d'une réaction de fission ayant lieu à l'intérieur de l'atome.

Au départ, l'énergie latente est contenue dans le combustible. Pour extraire cette énergie, le combustible est placé dans le réacteur où il se produit une réaction dans certains atomes de combustible. Cette réaction transforme l'énergie latente du combustible en chaleur ou énergie thermique. L'énergie thermique est extraite par un caloporteur primaire puis, par le biais de générateurs de vapeur, transférée à un caloporteur secondaire où de la vapeur est produite. On achemine cette vapeur à une turbine pour la maintenir en rotation. Il y a donc transformation d'énergie thermique en énergie mécanique à cette étape. La turbine entraîne à son tour un alternateur qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.

Le fonctionnement de la centrale de Gentilly-2, illustré à la figure 2-2, suit les étapes suivantes :

- L'eau lourde du circuit caloporteur primaire circule dans le réacteur autour du combustible, assemblé en grappes. On crée dans le réacteur les conditions favorables à la fission entretenue des noyaux d'uranium-235. Durant cette réaction, le caloporteur primaire absorbe la chaleur intense dégagée par le combustible.

- L'eau lourde réchauffée circule jusqu'au générateur de vapeur, où la chaleur est transmise à l'eau ordinaire du circuit caloporteur secondaire.
- L'eau de ce circuit secondaire se transforme en vapeur qui actionne une turbine, laquelle fait tourner un alternateur qui produit de l'électricité.
- L'eau venant du fleuve Saint-Laurent sert à refroidir et à condenser la vapeur. L'eau condensée retourne au générateur de vapeur et le cycle recommence.

## **2.2.2 Systèmes nucléaires**

### **2.2.2.1 Réacteur**

Le réacteur est le composant principal du procédé où se produit la réaction nucléaire. Il est composé essentiellement d'une cuve cylindrique en acier inoxydable, appelée calandre, reposant dans l'eau légère. L'eau légère et la calandre sont contenues dans un caisson en béton qui en assure l'étanchéité (voir la figure 2-3).

La calandre du réacteur est traversée par des tubes de cuve renfermant les tubes de force. En plus de contenir les grappes de combustible, les tubes de force permettent de canaliser le caloporteur primaire (liquide qui transporte la chaleur). La canalisation qui mène le caloporteur aux tubes de force est composée des tuyaux d'alimentation. Le réacteur de Gentilly-2 est composé de 380 tubes de force. Les composants du système caloporteur primaire sont présentés à la section 2.2.2.4.

Les tubes de cuve, les tubes de force et une partie des tuyaux d'alimentation sont les principaux composants qui seront remplacés au moment du retubage du réacteur. Une description détaillée de ces travaux est faite aux sections 3.1 et 3.4.1.2. Le remplacement de ces pièces engendrera les déchets les plus radioactifs issus de la réfection de la centrale.

### **2.2.2.2 Combustible**

Le combustible utilisé à la centrale de Gentilly-2 est de l'uranium naturel, un élément qu'on trouve en grande quantité au Canada. Le minerai extrait est traité pour obtenir de la poudre de dioxyde d'uranium. Celle-ci est comprimée sous forme de pastilles de céramique, qui sont insérées bout à bout dans des gaines métalliques appelées crayons. Ces derniers sont assemblés sous forme de grappes, chaque grappe étant formée de 37 crayons. Le réacteur de la centrale de Gentilly-2 contient au total 4 560 grappes de combustible qui y séjournent en moyenne un an. Le combustible est contenu dans les tubes de force, à raison de 12 grappes par tube.

La section 3.4.1.1.1 présente de façon plus détaillée les caractéristiques du combustible.

### 2.2.2.3 Réaction nucléaire en chaîne

L'uranium étant naturellement radioactif, des fissions spontanées — c'est-à-dire non provoquées — se produisent dans le combustible neuf avant son introduction dans le réacteur. Dans des conditions normales, ce phénomène n'entraîne aucune réaction en chaîne. En effet, les neutrons émis pendant ces fissions spontanées se déplacent trop rapidement (à environ  $7,2 \times 10^7$  km/h) pour produire une telle réaction, de sorte qu'ils rebondissent généralement sur le noyau sans être absorbés par celui-ci.

Un neutron sera donc plus facilement absorbé par le noyau s'il se déplace à vitesse réduite. Pour favoriser la fission, on abaisse la vitesse de déplacement des neutrons à environ 7 900 km/h. Dans le réacteur, cette réduction de vitesse est obtenue grâce aux propriétés de l'eau lourde, qui agit comme modérateur.

Lorsqu'il y a réaction en chaîne, c'est-à-dire lorsqu'on obtient une fission contrôlée des atomes d'uranium (voir la section 2.2.3), il se produit de façon continue un dégagement de chaleur dans le réacteur.

### 2.2.2.4 Système caloporteur primaire

Le système caloporteur primaire est constitué de deux boucles de circulation entièrement indépendantes qui n'ont que certains points d'interface pour la purification et le contrôle de pression et d'inventaire. Le système caloporteur primaire fait circuler de l'eau lourde pressurisée à travers les canaux de combustible du réacteur afin de recueillir l'énergie thermique dégagée par la fission nucléaire du combustible. Cette énergie est transportée par le fluide caloporteur vers les quatre générateurs de vapeur, où la chaleur est transférée à l'eau ordinaire déminéralisée. Celle-ci est portée à ébullition et la vapeur actionne ensuite la turbine. La figure 2-4 illustre le circuit principal du caloporteur primaire ainsi que ses principaux composants.

Ce circuit comporte :

- 380 tubes de force ;
- quatre générateurs de vapeur ;
- quatre collecteurs d'entrée ;
- quatre collecteurs de sortie.

Le caloporteur circule dans les tubes de force à une température variant entre 270 °C (entrée) et 310 °C (sortie). Par ailleurs, le modérateur de la calandre est à une température d'environ 70 °C. Pour éviter qu'il y ait un trop grand transfert de chaleur entre les tubes de force et le modérateur, les tubes de force sont entourés par un autre tube, soit le tube de calandre ou tube de cuve. Ce dernier fait partie de la calandre elle-même. Il délimite un espace en forme d'anneau et est rempli de dioxyde de

carbone (CO<sub>2</sub>), un gaz isolant. Le tube de cuve est un autre composant qui sera remplacé au moment du retubage du réacteur.

Le circuit comporte des raccordements pour les systèmes auxiliaires et le pressuriseur. Le système de purification du caloporteur primaire fait partie des systèmes auxiliaires. Il sert à purifier mécaniquement et chimiquement le caloporteur primaire, ce qui entraîne une gestion de filtres usagés, résultant de la filtration mécanique, et de résines usées, résultant de la purification chimique dans les colonnes échangeuses d'ions. La section 2.2.7.2 traite de cet aspect plus en détail.

#### **2.2.2.5 Système modérateur**

Le système modérateur, illustré à la figure 2-5, remplit au moins deux rôles. Premièrement, il sert à ralentir suffisamment les neutrons afin que la réaction en chaîne soit possible. En second lieu, le modérateur sert de médium pour disperser des produits chimiques servant à contrôler ou à stopper la réaction en chaîne. Le modérateur entoure les tubes de cuve et est refroidi par un échangeur de chaleur.

Les procédés de purification du système modérateur sont identiques à ceux du système caloporteur primaire et entraînent la gestion de filtres usagés et de résines usées.

#### **2.2.3 Systèmes de régulation du réacteur**

Le réacteur nucléaire est muni de systèmes de régulation de la puissance qui ont pour rôle de contrôler le nombre de neutrons en circulation, de manière à maintenir le taux de fission au niveau désiré.

La régulation est assurée par un ordinateur qui traite l'information provenant de différents capteurs (neutrons, débit d'eau, température, etc.) et actionne les mécanismes de réactivité appropriés. Il est à noter que le remplacement de cet ordinateur fait partie des travaux de réfection de la centrale de Gentilly-2.

Si le nombre de neutrons, le débit d'eau ou la température du caloporteur dépassent certaines valeurs déterminées, l'ordinateur règle automatiquement la puissance d'une partie ou de l'ensemble du réacteur.

#### **2.2.4 Système de confinement**

Le système de confinement se compose notamment du bâtiment du réacteur, des sas, du système d'arrosage et des vannes de confinement.

#### **2.2.4.1 Bâtiment du réacteur**

Le bâtiment du réacteur comporte un mur de béton d'un mètre d'épaisseur. Il est conçu de manière à confiner la radioactivité et à résister à la hausse de pression résultant d'un bris de tuyauterie consécutif à un accident.

Les équipements permettant d'assurer les fonctions les plus importantes de la centrale du point de vue de la sûreté, tel le bâtiment du réacteur, sont conçus pour résister à d'importants séismes. De plus, le bâtiment du réacteur est construit pour résister à l'impact d'un avion commercial (voir la section 8.2.7.3).

#### **2.2.4.2 Sas**

Deux sas donnent accès au bâtiment du réacteur. Chacun est constitué de deux portes en série dotées d'un mécanisme de verrouillage qui empêche qu'elles s'ouvrent simultanément. De cette façon, on évite la dispersion de la contamination à l'extérieur du bâtiment du réacteur.

#### **2.2.4.3 Circuit d'arrosage**

Le circuit d'arrosage se compose d'un réservoir contenant près de deux millions de litres d'eau ordinaire et d'un circuit de giclage. Ce dernier peut créer une pluie artificielle qui condense au besoin la vapeur contenue dans le bâtiment du réacteur, abaissant ainsi la pression.

Le système d'arrosage se déclenche automatiquement lorsque la pression dans le bâtiment du réacteur devient trop élevée à la suite d'un accident ayant entraîné un important dégagement de vapeur.

Dans les centrales comptant un seul réacteur, ce système d'arrosage remplace le bâtiment à vide qui remplit la même fonction dans les centrales à réacteurs multiples, comme il en existe en Ontario.

#### **2.2.4.4 Vannes de confinement**

Les tuyauteries qui traversent les murs du bâtiment du réacteur et qui sont susceptibles de laisser échapper des matières radioactives, sont équipées de vannes. Celles-ci se ferment automatiquement lors d'un accident afin d'empêcher toute dispersion de matières radioactives à l'extérieur de la centrale.

### **2.2.5 Systèmes spéciaux de sûreté**

En temps normal, l'arrêt du réacteur est assuré par le système de régulation. Grâce aux mécanismes de réactivité qui absorbent les neutrons, on peut abaisser de façon graduelle et contrôlée la puissance du réacteur.

Il peut arriver que certains paramètres soient en deçà ou au-delà des limites établies, ce qui indique une situation anormale. Dans de tels cas, le programme d'abaissement rapide de la puissance entre en jeu et actionne la commande des barres solides. Celles-ci s'enfoncent alors dans le cœur du réacteur et font rapidement diminuer la puissance.

Si le système habituel de régulation faisait défaut, ou encore s'il ne suffisait pas à stopper le réacteur assez rapidement, chacun des deux systèmes d'arrêt d'urgence indépendants seraient en mesure d'assurer l'interruption du réacteur en moins de 2 s, empêchant ainsi tout dommage aux équipements (voir la figure 2-6).

Le système d'arrêt d'urgence n° 1 (SAU-1) se compose de 28 barres de cadmium métallique qui, en cas de besoin, sont relâchées automatiquement dans le réacteur afin d'absorber les neutrons. Le système d'arrêt d'urgence n° 2 (SAU-2) comprend six réservoirs de gadolinium, un liquide qui absorbe les neutrons et stoppe la réaction en chaîne lorsqu'il est injecté dans l'eau lourde du modérateur.

Il existe aussi d'autres systèmes d'urgence conçus pour répondre à diverses situations, soit le système de confinement et le système de refroidissement d'urgence du cœur (RUC) du réacteur. Le système de confinement rend étanche l'enceinte du réacteur qui abrite le réacteur et les systèmes du caloporteur primaire et du modérateur. Il peut être assisté par un circuit d'arrosage situé au-dessus du réacteur. Si l'arrosage est activé, l'eau sera toujours confinée dans l'enceinte étanche du réacteur, car le confinement sera alors en vigueur. Le système de refroidissement d'urgence du réacteur est un système de secours utilisé en cas de rupture du système caloporteur primaire. Il fournit une source d'eau froide indépendante pour refroidir le combustible.

Les quatre systèmes spéciaux de sûreté de la centrale sont indépendants les uns des autres de même que des systèmes de production, de façon à éviter qu'un même défaut n'entraîne la défaillance simultanée des systèmes de production et de sûreté.

## **2.2.6 Systèmes conventionnels de production d'électricité**

Les principaux systèmes conventionnels de la centrale de Gentilly-2 qui produisent de l'électricité à partir de la vapeur sont les suivants :

- la turbine et le condenseur ;
- le circuit caloporteur secondaire (eau légère déminéralisée) ;
- l'alternateur.

Le circuit caloporteur secondaire renferme de l'eau ordinaire qui, transformée en vapeur, permet d'actionner la turbine. Cette eau, contenue dans les quatre générateurs de vapeur, est chauffée par échange de chaleur avec le circuit caloporteur primaire, sans contact entre les deux liquides.



La vapeur produite par les générateurs de vapeur est dirigée vers la turbine qui actionne l'alternateur et, de ce fait, produit de l'électricité. Après son passage dans la turbine, la vapeur est condensée au contact des tuyaux dans lesquels circule l'eau du fleuve. C'est le condenseur qui permet cette transformation, effectuée sans échange de liquides. La vapeur condensée est ensuite retournée aux générateurs de vapeur et un nouveau cycle recommence. L'eau utilisée pour condenser la vapeur est retournée au fleuve par le canal de rejet.

Environ 2 200 MW thermiques sont récupérés dans le réacteur par le caloporteur primaire et transférés au caloporteur secondaire. Cette énergie thermique sous forme de vapeur permet d'atteindre environ 675 MW de puissance électrique.

### **2.2.7 Autres systèmes de la centrale**

Le fonctionnement de la centrale exige le concours de plusieurs autres systèmes essentiels, à commencer par le système d'alimentation électrique interne.

Certains équipements et systèmes doivent être refroidis. Mis à part le condenseur, le moyen le plus utilisé est le refroidissement par de l'eau ordinaire circulant en circuit fermé. Ce circuit est à son tour refroidi par de l'eau provenant du fleuve. En plus du refroidissement, de l'eau déminéralisée est produite en centrale pour combler les pertes du cycle du caloporteur secondaire. L'eau déminéralisée permet de réduire la corrosion des équipements (turbine, condenseur et pompes).

La ventilation des bâtiments est assurée par des systèmes ayant certaines particularités, notamment la ventilation du bâtiment du réacteur.

L'eau lourde reçoit aussi une attention particulière, notamment pour sa purification et sa reconcentration.

La centrale produit des effluents liquides, des effluents gazeux et des déchets solides. Le combustible est retiré du réacteur et est refroidi pendant un minimum de six ans dans la piscine de stockage avant d'être transféré à l'ASSCI. L'eau de la piscine est filtrée par des colonnes échangeuses d'ions, ce qui produit des résines radioactives qui doivent être entreposées adéquatement.

Du diesel et du mazout sont également nécessaires pour faire fonctionner certaines pompes et génératrices, qui sont normalement en mode d'attente. Ces équipements doivent être testés à une fréquence régulière. À la centrale de Gentilly-2, on compte douze réservoirs hors sol et sept réservoirs souterrains pour le diesel et l'essence. Quatre d'entre eux, soit des réservoirs de 91 000 L de diesel chacun, ont été remplacés en 2003 par de nouveaux équipements conformes à la réglementation.

### 2.2.7.1 Gestion de l'eau

L'eau qui sert à l'exploitation de la centrale provient du Saint-Laurent et est soutirée par la station de pompage située au nord du site, en bordure du fleuve (voir la figure 2-1). Le débit maximal pompé est d'environ 33 m<sup>3</sup>/s. L'eau est acheminée vers différents réseaux : condenseurs, eau brute de refroidissement (EBR), eau brute d'alimentation (EBA), traitement de l'eau potable, production d'eau déminéralisée et lutte contre l'incendie. L'EBR refroidit l'eau de service recirculée (ESR).

Le réseau qui alimente les condenseurs a comme fonction de condenser la vapeur et de retourner l'eau aux générateurs de vapeur. L'eau qui est passée dans les condenseurs est dirigée directement vers le canal de rejet.

La majeure partie des échangeurs de chaleur sont refroidis par l'ESR. Ce système est à son tour refroidi par l'eau brute de refroidissement (EBR) qui est en boucle ouverte au fleuve. Le circuit fermé de l'ESR assure une excellente protection chimique des équipements et évite les rejets accidentels dans l'environnement à la suite d'un bris.

La production d'eau déminéralisée sert à combler les pertes du caloporteur secondaire.

### 2.2.7.2 Gestion de l'eau lourde

Le caloporteur primaire et le modérateur sont de l'eau lourde. Comme l'eau ordinaire ou légère, l'eau lourde est inodore, incolore et sans saveur. On la trouve dans la nature et on l'extrait de l'eau ordinaire par un procédé de séparation très coûteux.

Parce qu'elle renferme une infime quantité de tritium à l'état naturel, l'eau lourde est très faiblement radioactive, même avant son introduction dans le réacteur. Cependant, lorsque l'eau lourde séjourne dans le réacteur, elle absorbe parfois des neutrons issus de la fission nucléaire, ce qui entraîne une augmentation des concentrations de tritium. Les centrales nucléaires comme celle de Gentilly-2 sont conçues pour réduire au minimum le risque associé au tritium, et la présence de tritium y est constamment surveillée.

Comme l'eau lourde coûte cher à produire et que sa présence dans le réacteur augmente sa concentration de tritium, toute fuite est récupérée, filtrée mécaniquement, purifiée chimiquement et reconcentrée. La filtration enlève les particules en suspension, tandis que la purification chimique supprime les contaminants en solution. La purification chimique est assurée par des colonnes échangeuses d'ions qui contiennent des résines capables d'adsorber les impuretés contenues dans l'eau lourde (voir la figure 2-7). Par la suite, la pureté de l'eau lourde est augmentée dans une tour de reconcentration qui permet de séparer l'eau légère de l'eau lourde.

Ces trois procédés de traitement de l'eau lourde produisent des résidus radioactifs qui doivent être entreposés et traités convenablement. Ces résidus sont les filtres usagés, les résines usées des colonnes échangeuses d'ions, les cartouches des colonnes et l'eau tritiée en tête de la tour de reconcentration.

Il faut noter que ces procédés sont doubles puisque le modérateur et le caloporteur primaire sont traités séparément en raison des différences de pureté nécessaires à l'exploitation du réacteur.

### 2.2.7.3 Gestion des effluents liquides

Les effluents liquides de la centrale proviennent de différentes sources, notamment des rejets issus des drains de plancher. Ces effluents sont recueillis dans deux réservoirs, soit le réservoir pour les eaux faiblement radioactives et le réservoir pour les eaux d'activité moyenne.

On effectue des mesures chimiques et radiologiques avant tout rejet afin de s'assurer que les normes sont respectées. De plus, une mesure radiologique en continu est effectuée par le moniteur d'effluents liquides (MEL) durant le rejet. Une fois ces vérifications faites, les effluents sont évacués par le canal de rejet avec les eaux provenant du condenseur et des échangeurs de chaleur.

Les eaux usées sanitaires produites à la centrale sont collectées par un réseau d'égout et dirigées vers deux étangs aérés et un bassin de décantation, avant d'être évacuées par une conduite vers le canal de rejet.

### 2.2.7.4 Rejet thermique

Le rejet thermique de la centrale nucléaire de Gentilly-2 résulte de l'utilisation de l'eau du Saint-Laurent comme fluide de condensation de la vapeur de la turbine dans le condenseur (voir la figure 2-2) et pour l'alimentation en eau des systèmes connexes de la centrale. Un canal d'amenée canalise l'eau du fleuve vers la station de pompage de la centrale (voir la figure 2-1). Le débit moyen de l'eau qui circule au condenseur de la centrale est de l'ordre de 25 m<sup>3</sup>/s.

À la sortie de la centrale, l'eau possède une température d'environ 10 °C plus élevée qu'à l'entrée (ISR, octobre 2003). L'eau réchauffée est ensuite dirigée dans le canal de rejet situé à environ 300 m en aval du canal d'amenée. Le canal de rejet se déverse dans le Saint-Laurent, juste à l'amont de l'embouchure de la rivière Gentilly.

### 2.2.7.5 Système de ventilation

La ventilation de la centrale permet d'assurer la qualité de l'air pour les travailleurs et de diminuer la charge de radionucléides rejetés à l'extérieur par la cheminée.

La ventilation du bâtiment administratif est typique de tout immeuble public. Le bâtiment des services compte des salles dotées de systèmes de filtration et d'évacuation qui sont plus élaborés en raison des risques de contamination radioactive associés aux activités réalisées. C'est notamment le cas des salles du système de récupération de l'eau lourde, de la piscine de stockage du combustible irradié et du laboratoire de chimie.

Le système de ventilation du bâtiment du réacteur possède deux caractéristiques importantes : l'enceinte est étanche et sous pression négative, et il y a présence de vapeur d'eau tritiée. Cette vapeur est captée par des sécheurs d'air. Ces derniers sont constitués de gels de silice qui, par adsorption, retiennent l'eau contenue dans l'air. Après désorption, l'eau est acheminée vers le système de reconcentration de l'eau lourde. Par ailleurs, l'air du bâtiment du réacteur est purifié par un système de filtration installé à l'entrée et à la sortie. La pression négative est assurée par des ventilateurs aspirant l'air à la sortie et par l'étanchéité du bâtiment. Les filtres de sortie constituent donc des déchets pouvant présenter un niveau variable de radioactivité et doivent être entreposés convenablement. De plus, après un certain temps d'opération, les tamis moléculaires du système de sécheurs d'air doivent être remplacés et stockés de façon appropriée.

### 2.2.7.6 Effluents gazeux

Les effluents gazeux circulent à l'intérieur de la centrale dans le circuit de la ventilation active. Le rejet s'effectue, après traitement, par l'intermédiaire de la cheminée. Le moniteur d'effluents gazeux (MEG) effectue des mesures radiologiques en continu des émissions. Les bâtiments des services et du réacteur possèdent des systèmes de filtration particuliers, selon les risques de contamination radioactive.

## 2.3 Gestion des matières dangereuses résiduelles

Trois types de matières dangereuses sont gérés au complexe nucléaire de Gentilly : le combustible irradié, les déchets radioactifs solides et les matières dangereuses non radioactives. Les deux premiers types de déchets sont entièrement gérés sur place, alors que les matières dangereuses non radioactives sont gérées à l'intérieur et à l'extérieur du site.

La gestion des matières dangereuses est encadrée par le système de gestion environnementale (SGE) d'Hydro-Québec Production. La description d'un processus de gestion environnementale intitulé « Gérer les impacts environnementaux de l'exploitation des installations du site de Gentilly » (DRP-23) est en cours

d'élaboration. Ce processus, qui s'applique tant aux matières radioactives qu'aux matières résiduelles non radioactives, est en voie d'implantation. Il sera conforme aux politiques de l'entreprise ainsi qu'aux règlements provinciaux et fédéraux relatifs à la prévention de la pollution et à l'amélioration continue.

Bien que la gestion des déchets se fasse de manière très rigoureuse, un plan d'action visant à optimiser la séparation des déchets radioactifs et non radioactifs de la centrale de Gentilly-2 est en cours de réalisation depuis juin 2002 afin de réduire les volumes à la source.

### **2.3.1 Combustible irradié**

Le combustible irradié de la centrale de Gentilly-2 doit séjourner pour une période minimale de six ans dans la piscine de stockage avant d'être transféré à l'aire de stockage à sec.

Pour effectuer le transfert, on place les grappes de combustibles dans des paniers en acier inoxydable. Ce transfert s'effectue dans la piscine de stockage (voir la figure 2-8). Chaque panier est ensuite hissé dans une chute blindée installée au bord de la piscine, puis inséré dans un château de transfert placé au-dessus de la chute blindée (voir la figure 2-9).

Le château de transfert est déplacé vers un poste de travail blindé. Une fois parvenu au poste blindé, le château de transfert est soulevé et déposé sur le poste. Puis le panier contenant le combustible est abaissé à l'intérieur du poste blindé, où il est séché et soudé. Après ces opérations, le panier est soulevé dans un château de transfert, qui est déposé sur une remorque pour être transporté à l'ASSCI.

À l'ASSCI, après avoir enlevé le couvercle d'un cylindre d'un module CANSTOR, on place le château de transfert sur l'ouverture et on abaisse le panier dans le cylindre. Le château est ensuite retiré et le couvercle remis en place. Ces opérations sont répétées jusqu'à ce que dix paniers soient superposés dans chaque cylindre d'un module. Lorsqu'un cylindre est rempli, on soude son couvercle et on appose les scellés de contrôle de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

La consommation moyenne de la centrale de Gentilly-2 est de 4 500 grappes de combustible par année. À la fin du deuxième trimestre de 2005, 60 000 grappes de combustible irradié étaient entreposées à l'ASSCI, remplissant ainsi cinq des sept modules CANSTOR en place.

### **2.3.2 Déchets radioactifs solides**

La centrale de Gentilly-2 produit divers types de déchets radioactifs solides qui se distinguent principalement par leur activité, variant de faible à élevée. Les déchets sont d'abord recueillis et transférés à l'aire de stockage temporaire en centrale (voir la figure 2-10). On effectue à cet endroit une vérification radiologique et un tri du contenu. Les déchets sont classés en deux types : compactables et non compactables.

Les déchets sont par ailleurs classés en fonction de leur débit de dose à 1 m de distance :

- déchets de faible activité : moins de 0,002 Sv/h ;
- déchets de moyenne activité : de 0,002 Sv/h à 0,2 Sv/h ;
- déchets de haute activité : plus de 0,2 Sv/h.

La plupart des déchets radioactifs compactables de faible activité sont compactés à un taux d'environ 6,2. Il est à noter que le compacteur à déchets radioactifs est muni d'un système de ventilation et de filtration intégré. Les ballots de 0,45 m<sup>3</sup> sont constitués d'une boîte de carton ondulé dont l'intérieur est recouvert d'un sac de vinyle de 0,2 mm d'épaisseur. Le ballot est ceint de quatre sangles en acier inoxydable puis recouvert d'un sac de vinyle identique au premier. Ce second sac est scellé à l'aide de rubans adhésifs en toile afin d'assurer l'étanchéité du ballot.

On place les déchets radioactifs non compactables de faible activité dans des barils métalliques scellés. Les déchets de faible activité qu'on ne peut aisément placer dans des barils sont emballés dans des sacs en plastique et déposés dans une fosse. Les filtres de moyenne et haute activité, après avoir été asséchés, sont placés dans un château blindé qui sert au transfert dans la fosse A-13 de l'ASDR (voir la figure 2-11).

On mesure l'activité radiologique du contenu de chaque ballot ou baril. La méthode consiste à mesurer le débit d'exposition au contact du contenant et à appliquer un facteur de conversion.

Après l'estimation de leur activité, les ballots et les barils sont envoyés à l'ASDR pour y être stockés. Les déchets entreposés à l'ASDR contiennent moins de 1 % des substances radioactives engendrées par l'exploitation normale de la centrale.

Les résines usées provenant principalement des colonnes échangeuses d'ions des systèmes de purification du caloporteur primaire et du modérateur constituent des déchets de haute activité. Ces résines sont actuellement stockées à l'intérieur du bâtiment des services de la centrale, dans deux réservoirs dédiés à cette fin. Ces réservoirs sont tapissés d'une couche de 1 mm de fibre de verre et pourvus de puits d'accès sur le dessus pour permettre l'entretien et la récupération du matériel. D'une capacité maximale de 200 m<sup>3</sup>, chacun fournit un volume effectif pour les résines de

160 m<sup>3</sup>. Une période de latence d'une dizaine d'années est prévue pour ce type de matériel avant son transfert vers d'autres installations.

De 1983 à la fin de 2004, la centrale a produit en moyenne 10 m<sup>3</sup>/a de résines, 2,5 m<sup>3</sup>/a d'éléments de filtres, 30 m<sup>3</sup>/a de déchets compactables et 6 m<sup>3</sup>/a de déchets non compactables (voir le tableau 2-1).

### 2.3.3 Déchets non radioactifs

D'autres déchets non radioactifs (ex. : huiles usées et filtres provenant du traitement des huiles) font partie des matières dangereuses résiduelles au sens du *Règlement sur les matières dangereuses*. Le SGE en vigueur à la centrale nucléaire de Gentilly-2, défini dans le document de référence DR-58, contient une clause environnementale (D8) relative à la récupération des matières résiduelles non assimilables à des déchets domestiques. Ces matières sont entreposées temporairement sur place, au centre de récupération des matières contaminées (CRMC). Après que l'unité Radioprotection a donné une autorisation, ces déchets sont acheminés au centre de récupération des matières dangereuses (CRMD) d'Hydro-Québec situé à Saint-Hyacinthe. On se charge à cet endroit de la gestion et de l'élimination de ce type de déchets en conformité avec les lois et les règlements en vigueur. Au besoin, une firme spécialisée peut aussi prendre en charge ces matières dangereuses.

Par ailleurs, le processus de gestion environnementale en cours d'élaboration (DRP-23) prévoit un programme de gestion des matières dangereuses qui touche le contrôle des achats, la désignation des zones de récupération sur les lieux de travail et le transfert à un centre de récupération.

Des procédures détaillées, qui touchent notamment la radioprotection, sont en place afin d'encadrer la manutention, le transport et le traitement de tous les résidus en centrale.

Certaines matières envoyées au CRMC subissent en effet des traitements de décontamination. C'est le cas de certains solvants organiques, dont on retire l'eau tritiée, et de certaines eaux qui sont filtrées. Les matières solides radioactives qui ne peuvent être décontaminées sont entreposées à l'ASDR. Les résidus non radioactifs sont vérifiés puis, lorsque les niveaux de radioactivité sont en deçà des seuils autorisés par la CCSN, ces matières sont transportées dans des lieux d'enfouissement autorisés par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) ou encore traitées au CRMD d'Hydro-Québec à Saint-Hyacinthe.

## 2.4 Gestion des déchets domestiques et autres matières résiduelles non dangereuses

Les déchets domestiques et les autres matières résiduelles non dangereuses produits dans les bureaux et ateliers de la centrale (zone 2 de la figure 2-1) sont séparés par

type de déchets puis vérifiés pour détecter toutes traces de radionucléides. Les déchets et matières résiduelles non contaminés sont ensuite envoyés à des sites d'enfouissement autorisés, à des dépôts de matériaux secs autorisés ou encore chez des recycleurs. Les déchets provenant des bureaux et des bâtiments d'administration (zone 1 de la figure 2-1) sont également envoyés à ces mêmes lieux d'élimination. Annuellement, environ 120 tonnes de déchets domestiques et de débris divers sont envoyés à un site d'enfouissement, environ 65 tonnes de matériaux de construction (bois, béton, gravier) sont acheminés à un dépôt de matériaux secs autorisé et environ 100 tonnes de papiers, cartons, métaux et matériels électroniques sont envoyés au recyclage.

## **2.5 Gestion des produits pétroliers**

Des produits pétroliers comme du diesel et de l'essence, sont utilisés comme carburant par les différents groupes électrogènes d'urgence de la centrale et par les véhicules moteurs circulant sur le site. Des réserves de carburant sont entreposées dans des réservoirs, conformément au *Règlement sur les produits et les équipements pétroliers*.

## **2.6 Aires de stockage des déchets radioactifs et du combustible irradié**

Les déchets radioactifs issus de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2 et le combustible irradié sont entreposés dans deux aires distinctes vouées à cette fin, soit l'aire de stockage à sec du combustible irradié (ASSCI) et l'aire de stockage des déchets radioactifs (ASDR).

### **2.6.1 Aire de stockage à sec du combustible irradié**

L'ASSCI a été aménagée en 1995. L'aire clôturée de l'ASSCI mesure 89,5 m dans l'axe nord-sud sur 130 m dans l'axe est-ouest.

L'ASSCI comporte sept modules de type CANSTOR, une technologie mise au point par EAEL. L'aire est éclairée et la voie d'accès aux modules est asphaltée. L'installation comporte une grue-portique pour la manutention du combustible de même qu'un bâtiment d'accès et de contrôle du personnel appelé poste interzone. L'ASSCI est construite sur un remblai qui atteint la cote de 7,7 m.

Chaque module CANSTOR est composé de 20 cylindres métalliques étanches à l'intérieur desquels se trouvent 10 paniers en acier inoxydable, superposés et scellés, d'une contenance de 60 grappes de combustible chacun. Les cylindres sont installés dans une structure de béton servant de blindage radiologique. La capacité de stockage d'un module atteint 12 000 grappes de combustible irradié. Ces modules ont été conçus et sont exploités de façon à répondre aux exigences les plus sévères de la CCSN en fonction d'une vie utile minimale de 50 ans. Une évaluation récente de ces



installations a confirmé que leur durée d'exploitation pourrait atteindre jusqu'à 100 ans grâce à des mesures de suivi adéquates (CTECH, novembre 2002).

## **2.6.2 Aire de stockage des déchets radioactifs**

L'ASDR a été aménagée en deux phases (voir la figure 2-11). La phase 1 a été réalisée dans les années 1970 afin de combler les besoins de stockage des déchets découlant de l'exploitation de la centrale de Gentilly-1. Ces déchets, appartenant à EACL, ont depuis été transportés à Chalk River, en Ontario. Hydro-Québec Production utilise maintenant les fosses de la phase 1. La phase 2 a été réalisée au début des années 1980, en prévision de la mise en service de la centrale de Gentilly-2.

L'ASDR mesure environ 64 m dans l'axe nord-sud sur 55 m dans l'axe est-ouest. Le terrain de la phase 1 se trouve au niveau de 9,0 m et celui de la phase 2, à 11,3 m. Les terrains adjacents sont en moyenne à 6,3 m.

L'ASDR est aménagée sur un remblai dont la surface est asphaltée. Une roulotte d'environ 3 m sur 10 m, située à l'extrémité nord-ouest, sert de poste de contrôle de l'accès et du personnel. L'ASDR fait partie de la zone de radioprotection n° 2 (voir la figure 2-1) ; la roulotte constitue la limite de deux zones de radioprotection et un moniteur interzone y est disponible.

À la fin du deuxième trimestre de 2005, le volume de stockage résiduel à l'ASDR s'établissait à environ 135 m<sup>3</sup>, pour une capacité totale d'environ 1 270 m<sup>3</sup> (Hydro-Québec Production, août 2005). De façon globale, la disponibilité de stockage de l'ASDR est estimée à 10 %.

### **2.6.2.1 Phase 1**

La phase 1 comporte des fosses de types A, B et C. Ces fosses en béton sont enterrées à des profondeurs de 2,15 m à 2,5 m.

Les trois fosses de type A sont des quadricellules. Ces constructions en béton armé contiennent chacune quatre cylindres en acier (A-1 à A-12). Elles sont conçues pour recevoir les déchets (filtres usagés et autres déchets de haute activité) qui ont un débit de dose de 0,2 Sv/h et plus à 1 m de distance. Les fosses de type A sont situées à l'angle nord-est de l'ASDR. Seules les fosses A-7 et A-8 contenaient des déchets à la fin du deuxième trimestre de 2005, soit des barils apportés en 1999 qui contiennent des boyaux flexibles et divers objets métalliques.

Les huit fosses de type B (B-1 à B-8) peuvent recevoir des déchets compactables et non compactables de faible et de moyenne activité qui ont des débits de dose variant entre 0,002 Sv/h et 0,2 Sv/h à 1 m de distance. À la fin du deuxième trimestre de 2005, les fosses B-4, B-5 et B-6 étaient encore vides et les autres étaient remplies. Un

réaménagement du contenu des fosses a été réalisé à l'été 2003, ce qui a permis de récupérer quelques mètres cubes d'espace (Hydro-Québec Production, 2004).

Les fosses de type C sont conçues pour l'entreposage de déchets de faible activité qui ont un débit de dose inférieur à 0,002 Sv/h à 1 m. La phase 1 de l'ASDR comprend huit fosses de type C (C-1 à C-8), dont seule la fosse C-8 n'est pas complètement remplie.

#### 2.6.2.2 Phase 2

La partie de l'ASDR correspondant à la phase 2 comprend des fosses en béton enterrées à une profondeur de 2,6 m. Une fosse de type A (A-13), située à l'angle sud-est, est constituée d'un massif de béton contenant 108 compartiments (36 cylindres de 51 cm de diamètre et 72 cylindres de 41 cm de diamètre). Ces cylindres servent au stockage des filtres usagés, dont certains ont une activité élevée. Par ailleurs, six fosses de type C (C-9 à C-14) reçoivent des déchets compactables qui ont des débits de dose variant entre 0,002 Sv/h et 0,2 Sv/h à 1 m de distance, soit des déchets de faible et de moyenne activité. Ces fosses, situées au sud de l'ASDR, sont toutes remplies.

## 2.7 Radioprotection, sûreté et sécurité des installations

La radioprotection est la discipline scientifique qui étudie les dangers des rayonnements ionisants et les moyens de les atténuer. Par extension, elle couvre l'ensemble des mesures visant à étudier l'effet des rayonnements ionisants sur l'organisme humain et sur les biotes ainsi qu'à assurer la protection du personnel, de la population et de l'environnement par le respect des normes prescrites en la matière.

La sûreté nucléaire regroupe l'ensemble des techniques utilisées pour évaluer les risques inhérents aux installations nucléaires et pour les supprimer ou, à défaut, réduire leur probabilité d'occurrence et l'importance de leurs conséquences.

Enfin, la sécurité matérielle renvoie à l'ensemble des moyens destinés à protéger les installations et les matières nucléaires contre les dangers tels que le sabotage, le terrorisme et le vol.

### 2.7.1 Réglementation et contrôle

La Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN), l'organisme fédéral qui administre la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN) entrée en vigueur le 31 mai 2000, a pour mission de veiller à ce que l'utilisation de l'énergie nucléaire au Canada ne pose pas de risque indu pour la santé, la sécurité, la sûreté et l'environnement.

La réglementation canadienne en la matière s'inspire des recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). Cet organisme autonome, composé de spécialistes des secteurs médical et scientifique, est financé notamment par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et l'Organisation internationale du travail (OIT).

Au Canada, les normes et les méthodes de protection contre les rayonnements sont aussi élaborées par le Comité fédéral-provincial-territorial de radioprotection. Ce comité, coprésidé par la CCSN et Santé Canada, fournit une tribune nationale pour débattre des questions de radioprotection.

La CCSN établit les exigences générales qui s'appliquent à la conception de tout système touchant notamment la sûreté d'un établissement nucléaire, les limites de dose pour le personnel et la population ainsi que les limites des rejets radioactifs. Elle délivre également les permis nécessaires pour construire, exploiter, déclasser ou démanteler des installations nucléaires.

Afin d'obtenir un permis de la CCSN, le requérant doit démontrer, documents détaillés à l'appui, que l'exploitation ne comportera pas de risques injustifiés pour la santé et la sécurité du personnel et de la population ni pour l'environnement. Les titulaires d'un permis doivent tenir des registres détaillés de leurs activités, faisant notamment état du niveau d'exposition de leurs employés aux rayonnements ionisants et de la concentration de radio-isotopes dans leurs rejets radioactifs ; ils doivent aussi faire rapport régulièrement à la CCSN à cet égard. De plus, les données relatives aux expositions auxquelles sont soumis les travailleurs doivent être transmises au Bureau de la radioprotection de Santé Canada, qui les consigne dans le Fichier dosimétrique national (FDN).

La CCSN veille à l'application intégrale des clauses des permis délivrés. Elle inspecte et contrôle toutes les installations ayant fait l'objet d'un permis tant que ces dernières demeurent en exploitation. À cette fin, des inspecteurs de cet organisme effectuent des vérifications sur les lieux et étudient les documents internes ainsi que les rapports d'exploitation pour s'assurer que les installations nucléaires sont conformes aux règlements et aux conditions stipulées dans les permis d'exploitation. En outre, ils vérifient le niveau des rejets radioactifs dans l'environnement.

Enfin, la CCSN applique la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (LCEE) et, avant de délivrer un permis, elle s'assure que l'exploitant respecte les lois et les règlements provinciaux.

À titre d'exemple, la construction et l'exploitation d'installations de stockage de combustible irradié et de déchets radioactifs solides, qui constituent, au sens de la LSRN, un établissement nucléaire, doivent faire l'objet de permis de la CCSN. Les données relatives à la conception et à la construction des installations proprement dites, à l'analyse des risques, aux rejets radioactifs éventuels et à la manutention sont

consignées dans un rapport de sûreté (Hydro-Québec Production, juin 2005), qui a été soumis à la CCSN.

La CCSN peut suspendre immédiatement le permis d'exploitation si elle considère qu'un exploitant ne respecte pas les conditions s'y rattachant.

## **2.7.2 Normes canadiennes**

L'élaboration, la mise en œuvre et le maintien du système de gestion de la qualité de l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 se fait en respectant les exigences des normes ACNOR N285, N286 et ISO 9001-2000.

Les activités associées à l'exploitation et à l'entretien des composants et des systèmes liés à la sûreté répondent aux exigences pertinentes de la norme CAN/CSA-N286.5-F95 (C2000) (CSA, 2000c). De plus, l'exploitation des installations est effectuée selon les exigences du manuel de gestion de la qualité de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2 (Hydro-Québec, avril 2004).

Les travaux d'ingénierie associés à l'ASSCI sont soumis au programme d'assurance de la qualité d'EACL. Ce programme satisfait également aux exigences de la norme N286.2-00 (CSA, 2000a).

Les activités associées à la fabrication des équipements, des systèmes ou des pièces fabriquées qui ont été incorporés aux modules CANSTOR respectent la série de normes ACNOR Z299 (CSA, 1997) et les exigences des autres programmes d'assurance de la qualité applicables.

EACL est responsable de la détermination de la catégorie d'assurance de la qualité devant être appliquée à la fabrication de chaque système, composant ou structure. Le choix de la catégorie d'assurance de la qualité est lié à l'importance relative en ce qui a trait à la sûreté. Ces catégories sont sujettes à l'approbation de la CCSN.

Les activités se déroulant à partir de la livraison des composants, des équipements et des matériaux sur le site jusqu'à leur intégration aux systèmes ou structures des installations respectent les exigences pertinentes de la norme N286.3-99 (CSA, 1999).

La mise en service des systèmes et des composants des modules CANSTOR est conforme à la norme CAN/CSA-N286.4-FM86(C2000) (CSA, 2000b).

Hydro-Québec a conçu les installations de la phase 2 de l'ASDR en s'inspirant des principes et des normes de la CCSN de même que des recommandations de la CIPR. Ces installations sont conformes aux normes applicables de l'ACNOR et à celles du Code national du bâtiment du Canada, ainsi qu'aux prescriptions d'EACL relatives aux secousses sismiques associées à un « séisme maximal historique » (SMH) vraisemblable au site de Gentilly et à un « séisme majoré de sûreté » (SMS).

### **2.7.3 Système de gestion de la qualité**

Hydro-Québec Production reconnaît que la responsabilité d'assurer la sûreté des installations incombe à sa direction – Production thermique et nucléaire. Elle s'engage à exploiter les installations nucléaires de Gentilly-2 conformément aux permis d'exploitation, à la « Ligne de conduite pour l'exploitation », au programme de radioprotection ainsi qu'aux codes et aux normes en vigueur dans l'industrie nucléaire.

À cette fin, le directeur – Production thermique et nucléaire élabore et met en place un système de gestion de la qualité de l'exploitation (Hydro-Québec, avril 2004) qui est intégré à la gestion courante et qui engage toutes les unités administratives liées à l'exploitation des installations. Ce programme stipule que les activités d'exploitation sont exécutées par du personnel qualifié selon des méthodes et des procédures approuvées. Ces activités sont vérifiées par le supérieur hiérarchique de ceux ou celles qui doivent les exécuter ou par toute autre autorité dûment mandatée. Le système exige aussi que des mesures correctives documentées soient apportées à tous les problèmes soulevés durant l'exploitation des installations nucléaires.

De plus, des activités de surveillance et d'audit vérifient la mise en application du système de gestion de la qualité de l'exploitation dans toutes les unités administratives du complexe nucléaire. Ces mesures, bien qu'essentielles au maintien du système, ne peuvent en aucun temps remplacer l'exécution correcte des tâches, dont la responsabilité incombe directement au personnel d'exploitation des installations nucléaires.

### **2.7.4 Programme de radioprotection**

Pour assurer la protection de la population environnante et du personnel d'exploitation, Hydro-Québec Production surveille étroitement toute fuite de produits radioactifs et tout rayonnement autour du complexe nucléaire de Gentilly. On veille également à ce que les limites imposées par la CCSN ne soient à aucun moment dépassées.

#### **2.7.4.1 Normes de radioprotection**

En se fondant sur les résultats de diverses études, la CIPR (1991) a établi des limites d'exposition aux rayonnements ionisants pour l'humain. Ces limites sont révisées au besoin, à la lumière des nouvelles connaissances en la matière.

En vertu de la LSRN, c'est la CCSN qui veille à l'élaboration et à l'application des normes de radioprotection canadiennes. Les limites de dose (voir le tableau 2-2), qui s'inspirent des recommandations de la CIPR, visent à empêcher l'apparition d'effets biologiques chez les personnes exposées pendant une période donnée.

Les limites d'exposition pour les travailleurs soumis à des rayonnements, comme le personnel de la centrale de Gentilly-2, ne sont pas les mêmes que pour l'ensemble de la population. Les limites d'exposition annuelle de l'organisme entier (dose efficace) pour les travailleurs du secteur nucléaire (TSN) se chiffrent à 0,05 Sv en situation normale. La dose efficace d'un TSN ne doit pas excéder 0,1 Sv sur une période de 5 ans. Hydro-Québec Production applique à la centrale de Gentilly-2 une limite d'exposition administrative annuelle plus restrictive que la limite réglementaire, soit une dose efficace de 0,02 Sv pour les travailleurs.

La limite d'exposition annuelle de l'organisme entier (dose efficace) pour un membre de la population est de 0,001 Sv.

Certains organes humains sont plus sensibles que d'autres aux rayonnements. On en tient compte au moment de déterminer les limites relatives aux doses de rayonnement auxquelles peuvent être exposés les travailleurs et le public. On parle alors de limite de dose équivalente annuelle.

#### 2.7.4.2 Procédures de radioprotection

##### ***Procédures générales***

Les installations du complexe nucléaire de Gentilly sont réparties en trois zones de radioprotection, soit les zones 1, 2 et 3 (voir la figure 2-1).

Le bâtiment administratif est situé dans la zone 1. Du point de vue de la radioprotection, cette zone comporte un risque radiologique négligeable.

Les bâtiments liés à la production sont situés en zone dite contrôlée, où il y a un risque d'exposition à la radioactivité. Cet espace se subdivise en deux zones de radioprotection : les zones 2 et 3. Essentiellement, la zone 2 est constituée par les bâtiments de la turbine et des services. Ces bâtiments sont le lieu habituel des travailleurs.

La zone 3 correspond principalement au bâtiment du réacteur et à certaines parties du bâtiment des services. On y accède seulement pour les travaux et des rondes d'inspection. Cette zone peut présenter, de façon normale, des risques radiologiques pour le personnel. Certaines précautions sont donc de mise, comme le port de vêtements protecteurs et la vérification radiologique à la sortie de la zone.

Le bâtiment du réacteur est composé de trois ouvrages principaux. Le premier est formé d'une enceinte étanche en béton de forme cylindrique. Le deuxième correspond à la structure interne qui délimite le bâtiment en zones accessibles et inaccessibles. Le troisième ouvrage est le caisson qui contient le réacteur. Le personnel peut entrer dans le bâtiment et en sortir en utilisant un sas.

### ***Procédures spécifiques relatives aux aires de stockage***

Les activités liées à l'exploitation des installations de stockage ont lieu de façon périodique et elles impliquent du travail en zone contrôlée. Les politiques de qualification radiologique du personnel, décrites dans le programme de radioprotection (Hydro-Québec Production, mars 2003a), s'appliquent intégralement.

Toute la superficie de l'ASSCI fait partie de la zone 2. Toutefois, l'intérieur des installations de stockage est considéré en zone 3 et elles font l'objet d'un contrôle d'accès lorsque du combustible irradié est présent dans une unité donnée. En effet, à la suite de la mise en service d'un module CANSTOR et au début du transfert du combustible irradié, l'intérieur du module ou des cylindres vides n'est plus accessible pour des interventions humaines directes sans retrait préalable de tout le combustible irradié. Au cours du démantèlement des modules, ces espaces seront également classés en zone 3.

Les opérations de manutention et de transfert du combustible irradié sont sous la responsabilité du chef de quart et elles sont faites en conformité avec les procédures M/C 35370-1 à M/C 35370-17 (Hydro-Québec, octobre 2000).

L'ASDR est en zone 2, selon la définition donnée dans le programme de radioprotection. Toutefois, l'intérieur des fosses de l'ASDR fait partie de la zone 3. Les employés affectés aux installations de stockage doivent effectuer leurs travaux conformément aux procédures de radioprotection en vigueur à la centrale nucléaire de Gentilly-2. Ils doivent particulièrement se conformer aux procédures touchant le compactage, le transport et la manipulation des déchets radioactifs solides.

Le personnel doit porter des dosimètres thermoluminescents (DTL) et des dosimètres à lecture directe (DLD) pour évaluer les doses reçues. De plus, les travailleurs effectuant le chargement du combustible irradié doivent avoir des dosimètres à alarme qui les avertiront en cas d'augmentation inattendue du débit de dose. Le système de dosimétrie est le même que celui qui est utilisé en centrale. Des instruments de mesure portatifs sont disponibles en tout temps pour être utilisés au cours de la manutention ou à tout autre moment où ils pourraient s'avérer nécessaires.

De plus, Hydro-Québec Production souscrit au principe ALARA d'optimisation de la radioprotection et fait en sorte de réduire les expositions des travailleurs.

L'activité gamma présente aux aires de stockage est mesurée à l'aide de DTL installés sur la clôture entourant les aires. À ces mesures s'ajoutent les relevés de contamination de surface des espaces utilisés durant les opérations de manutention.

Tout le personnel, l'équipement et les outils quittant les zones contrôlées sont vérifiés à un poste interzone. Les dossiers sont tenus à jour et conservés par l'unité Radioprotection dans le cadre du programme de radioprotection de la centrale

nucléaire de Gentilly-2. Les données ainsi recueillies sont traitées et incluses dans le rapport trimestriel soumis à la CCSN.

### 2.7.4.3 Surveillance environnementale

Hydro-Québec a implanté dans la plupart de ses unités d'affaires, dont la centrale de Gentilly-2, un SGE conforme à la norme internationale ISO 14001 (1996) et aux encadrements de l'entreprise relatifs à l'environnement. Les tâches et les responsabilités découlant du SGE sont définies dans le document de référence DR-58 (HydroQuébec, janvier 2004). Le SGE est soumis à des procédures de surveillance et d'audits.

Les objectifs environnementaux de 2004, établis dans le cadre du SGE et applicables au complexe nucléaire de Gentilly, touchaient les cinq aspects suivants :

- le pourcentage de non-conformités réglées dans les délais ;
- le phosphore total à l'effluent ;
- le nombre d'appareils contenant des chlorofluorocarbures (CFC) remplacés, convertis ou supprimés de l'installation ;
- le taux d'avancement des études en environnement ;
- la dose cumulative du groupe critique de la population.

Les résultats par rapport aux objectifs fixés ont été qualifiés de très satisfaisants puisque toutes les cibles ont été atteintes et pour trois de ces objectifs, le niveau idéal a été atteint.

Le programme de surveillance de l'environnement actuellement mis en œuvre par Hydro-Québec Production permet d'exercer une surveillance radiologique des différentes composantes abiotiques (air, eau et sol) de l'environnement du complexe nucléaire de Gentilly de même que de certains récepteurs écologiques entrant dans la chaîne alimentaire humaine (lait, légumes et poissons). Les cartes de l'annexe D présentent les stations de suivi radiologique des zones d'étude restreinte et élargie.

Le programme de surveillance a également pour objectif d'acquérir des données relatives au comportement des radionucléides dans l'environnement de Gentilly, notamment sur les aspects écologique, hydrologique, géochimique et météorologique. Ces informations facilitent la compréhension des interactions entre les différents médias environnementaux et les récepteurs écologiques, ce qui contribue à la réalisation d'évaluations de risques plus réalistes.

L'exposition de la population environnante est limitée par l'interdiction de construire une résidence à l'intérieur de la zone d'exclusion de Gentilly-2 (voir la figure 2-1), qui couvre un rayon d'un peu moins de 1 km autour du réacteur, ainsi que par le contrôle de l'accès aux installations nucléaires. La zone protégée et clôturée du complexe nucléaire est constamment surveillée par des caméras en circuit fermé



reliées au poste de garde. La zone protégée fait également l'objet de patrouilles des agents de sécurité de la centrale.

On effectue aussi un suivi radiologique en vue d'évaluer l'exposition de la population environnante aux émissions atmosphériques et aux rejets liquides de radionucléides provenant des installations de la centrale de Gentilly-2 ainsi que d'assurer le respect des différentes normes. Le programme est basé sur l'analyse des voies de contamination de l'humain principalement empruntées par les radio-isotopes susceptibles d'être rejetés dans l'environnement. En se basant sur l'expérience acquise, les principales voies de contamination pouvant entraîner l'exposition du public sont les suivantes :

- exposition du corps entier en raison de la radioactivité présente dans les rejets gazeux ;
- exposition de la glande thyroïde à la suite de l'inhalation de radio-iodes présents dans les rejets gazeux ;
- exposition de la glande thyroïde à la suite de la consommation du lait ;
- exposition interne à la suite de la consommation de poissons porteurs de radioactivité.

Le programme de surveillance de l'environnement s'étend au-delà de la zone d'exclusion. Les postes d'échantillonnage établis à l'intérieur et à l'extérieur de cette zone sont classés en deux catégories. Les premiers sont établis à des endroits pouvant subir l'influence des émissions routinières de la centrale. Les autres, appelés stations de référence, sont considérés comme étant soustraits à l'influence de l'exploitation de la centrale. Ce type de surveillance permet de comparer l'activité des agents prélevés tout en réduisant les problèmes d'interprétation découlant de changements sans lien avec l'exploitation des installations nucléaires.

Le programme de surveillance relatif au complexe nucléaire de Gentilly permet en outre de démontrer aux organismes de réglementation et à la population en général que les impacts environnementaux des installations nucléaires sont connus et demeurent en deçà des limites prévues. Avec son programme de surveillance, Hydro-Québec Production met en place les moyens nécessaires pour rapidement évaluer le risque pour la population au cas où se produirait un événement imprévisible ou un rejet accidentel de matières radioactives.

À la suite des travaux ayant mené à la création de la deuxième liste de substances d'intérêt prioritaire (LSIP2) (Environment Canada and Health Canada, 2001), en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE), il est nécessaire d'évaluer plus précisément les risques associés aux rejets de radionucléides par les installations nucléaires quant aux organismes autres que l'être humain. Ainsi, avec l'entrée en vigueur de la nouvelle *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN), la CCSN veille à ce que les risques pour les organismes non humains (biotes), dans le cadre des activités réglementées, soient considérés au même

titre que les risques pour la santé humaine. Les types de mesures qui retiennent le plus l'attention pour la protection des plantes et des animaux sont liés aux effets sur la reproduction (ex. : réduction du nombre de cellules reproductrices, mortalité au premier stade de vie et stérilité).

La CCSN exige aussi qu'Hydro-Québec Production considère toutes les sources de radionucléides ou de substances chimiques d'intérêt associées à l'exploitation d'installations nucléaires.

Au regard de ces nouvelles exigences, HydroQuébec Production procédera à la révision de son programme de suivi radiologique et chimique afin d'assurer la protection de l'être humain et des récepteurs écologiques de même que la qualité de l'environnement. Le programme révisé tiendra compte des sources de rejet de radionucléides et de substances chimiques dans l'environnement associées à l'exploitation des installations nucléaires de Gentilly. Le MDDEP et la CCSN recevront la version préliminaire du programme révisé pour commentaires. Il sera éventuellement intégré au SGE d'Hydro-Québec Production, basé sur la norme ISO 14001.

## **2.7.5 Sûreté nucléaire**

### **2.7.5.1 Centrale nucléaire de Gentilly-2**

HydroQuébec doit produire et maintenir à jour un rapport de sûreté concernant la centrale de Gentilly-2. Ce rapport comprend deux parties :

- La partie 1 décrit les divers systèmes de la centrale. Elle est révisée périodiquement pour refléter les modifications apportées aux installations.
- La partie 2 présente les résultats des analyses de comportement et de conséquences de défaillances hypothétiques. Basée sur des hypothèses conservatrices, ces analyses couvrent les accidents hypothétiques, tels que la défaillance grave de procédés qui forment l'enveloppe de dimensionnement de la centrale.

Le rapport de sûreté constitue un des principaux documents soumis à la CCSN pour le maintien et le renouvellement du permis d'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 (Hydro-Québec Production, 2002b).

### **2.7.5.2 Aires de stockage des déchets radioactifs et du combustible irradié**

Hydro-Québec Production doit produire un second rapport de sûreté portant plus particulièrement sur la gestion des déchets radioactifs solides et de ses installations de stockage. Ce rapport, révisé périodiquement, est soumis à la CCSN aux fins du maintien et du renouvellement d'un permis distinct d'exploitation relatif aux installations de stockage. Il regroupe les mesures de sûreté considérées dans la conception des installations et des équipements en ce qui concerne l'intégrité

structurelle, les considérations sismiques, l'analyse de blindage, la dissipation thermique et le confinement des produits radioactifs (Hydro-Québec Production, juin 2005).

## **2.7.6 Sécurité matérielle**

### **2.7.6.1 Complexe nucléaire**

Les objectifs du programme de sécurité applicable à l'ensemble du complexe nucléaire de Gentilly sont les suivants :

- s'assurer que personne ne demeure indûment à l'intérieur de la zone d'exclusion ;
- détecter rapidement les cas d'incidents ou de situations d'urgence, tels que les intrusions, les perturbations d'ordre civil et les accidents, et agir rapidement dans ces cas ;
- interdire l'accès des lieux aux personnes non autorisées ;
- empêcher le retrait non autorisé de substances nucléaires hors du site.

Le complexe nucléaire de Gentilly fait l'objet de nombreuses mesures de sécurité qui visent à protéger le personnel de la centrale, la population et les installations elles-mêmes. Par exemple, plusieurs mesures sont prévues contre les actes de sabotage et le vol de matières nucléaires ou d'informations protégées, conformément à la LSRN. Des plans d'intervention sont en place et des gardiens de sécurité sont présents de façon permanente. De plus, le site est pourvu de clôtures et barrières de même que de systèmes de détection d'intrusion, et on vérifie systématiquement l'identité des visiteurs.

Depuis juin 2001, les visiteurs d'affaires se prêtent à la fouille de leurs bagages et au détecteur de métal. Ces mêmes mesures ont progressivement été mises en place pour les employés à partir de l'automne de 2001. De plus, depuis les événements terroristes du 11 septembre 2001, la CCSN a exigé le renforcement des mesures de sécurité : patrouilles de sécurité plus fréquentes, accès resserré aux installations, vérifications plus étroites des biens, des véhicules et des personnes. Le poste de garde a été agrandi et réaménagé en 2002 en raison du nombre de gardiens supplémentaires à la centrale et des mesures de sécurité plus restrictives. La superficie d'environ 450 m<sup>2</sup> du poste de garde a été portée à environ 1 200 m<sup>2</sup>, soit une augmentation de 750 m<sup>2</sup>.

Les visites touristiques de la centrale de Gentilly-2 sont par ailleurs suspendues depuis septembre 2001. La réception des colis et du courrier, qui se faisait au magasin situé à l'intérieur du périmètre clôturé, a maintenant lieu à l'extérieur de ce périmètre, dans l'entrepôt situé au nord de la centrale de Bécancour. Tout y est inspecté et passé aux rayons X. Tout ce qui entre sur le terrain de la centrale est contrôlé minutieusement à un magasin transitoire construit près de l'entrepôt (voir la figure 2-1). Un détecteur d'explosifs y est installé.

Également, depuis juin 2002, chaque employé occasionnel, temporaire ou permanent doit obtenir une cote de sécurité, sans quoi il ne peut circuler sur le site sans être accompagné d'une personne autorisée. Cette cote de sécurité est attribuée par le Service canadien du renseignement de sécurité et vérifiée par la Sûreté du Québec.

#### 2.7.6.2 Aires de stockage des déchets radioactifs et du combustible irradié

Les installations de stockage, soit l'ASSCI et l'ASDR, ont été placées à l'intérieur de la zone d'exclusion :

- pour faciliter le transfert des déchets ;
- pour éviter l'utilisation des voies de transport publiques ;
- afin de confier la gestion et la manutention des déchets radioactifs et du combustible irradié au personnel de la centrale et d'utiliser l'équipement en place ;
- pour les isoler des centres de population ;
- pour réduire l'impact radiologique sur la population à un niveau aussi bas qu'il est raisonnable d'atteindre, si jamais des fuites se produisaient.

De plus, les aires de stockage sont munies d'un système d'éclairage et sont entourées de clôtures surmontées de trois fils barbelés tournés vers l'extérieur. Les barrières sont cadenassées, leur accès est contrôlé et le service de protection d'Hydro-Québec effectue périodiquement une ronde. De plus, l'ASSCI bénéficie du système de contrôle du périmètre de la zone protégée de la centrale.

Au moment de choisir l'emplacement des aires de stockage, on a tenu compte du drainage et de la distance les séparant du Saint-Laurent. En 1998, une digue de protection contre les inondations a été aménagée autour des principales installations nucléaires (voir la figure 2-1).

**Tableau 2-1 : Volume annuel moyen de déchets radioactifs par catégorie (1983-2004) et volume de stockage disponible en juin 2005**

Catégorie de déchets radioactifs	Estimation de la production annuelle (m <sup>3</sup> /a)	Mode de stockage	Volume de stockage disponible (m <sup>3</sup> )
Résines	10	Réservoirs (bâtiment des services)	140
Éléments de filtres	2,5	Cylindres d'acier dans un massif de béton (fosse A-13, ASDR)	15
Déchets compactables	30	Fosses de béton (type B et C, ASDR)	135
Déchets non compactables	6		

**Tableau 2-2 : Limites réglementaires de dose de rayonnement ionisant pour l'humain**

Type de dose	Limite de dose <sup>a</sup>	
	Travailleur du secteur nucléaire (TSN)	Public
Dose efficace	0,05 Sv par an 0,1 Sv par 5 ans	0,001 Sv par an
	0,004 Sv pour les TSN enceintes <sup>b</sup>	
Dose équivalente annuelle :		
• Cristallin	0,15 Sv	0,015 Sv
• Peau <sup>c</sup>	0,5 Sv	0,05 Sv
• Mains et pieds	0,5 Sv	0,05 Sv

<sup>a</sup> Les limites s'appliquent aux doses d'exposition externe durant la période spécifiée ainsi qu'aux doses engagées (50 ans pour les adultes et 70 ans pour les enfants), qui proviennent de l'incorporation de radionucléides durant la même période.

<sup>b</sup> La limite de 0,004 Sv s'applique au reste de la grossesse, après la déclaration écrite de la part de la travailleuse du secteur nucléaire (TSN).

<sup>c</sup> Moyenne sur une superficie de 1 cm<sup>2</sup> de la partie la plus exposée, à une profondeur nominale de 0,007 g/cm<sup>2</sup>.

Source : Canada, mai 2000.



Figure 2-1 : Complexe nucléaire de Gentilly

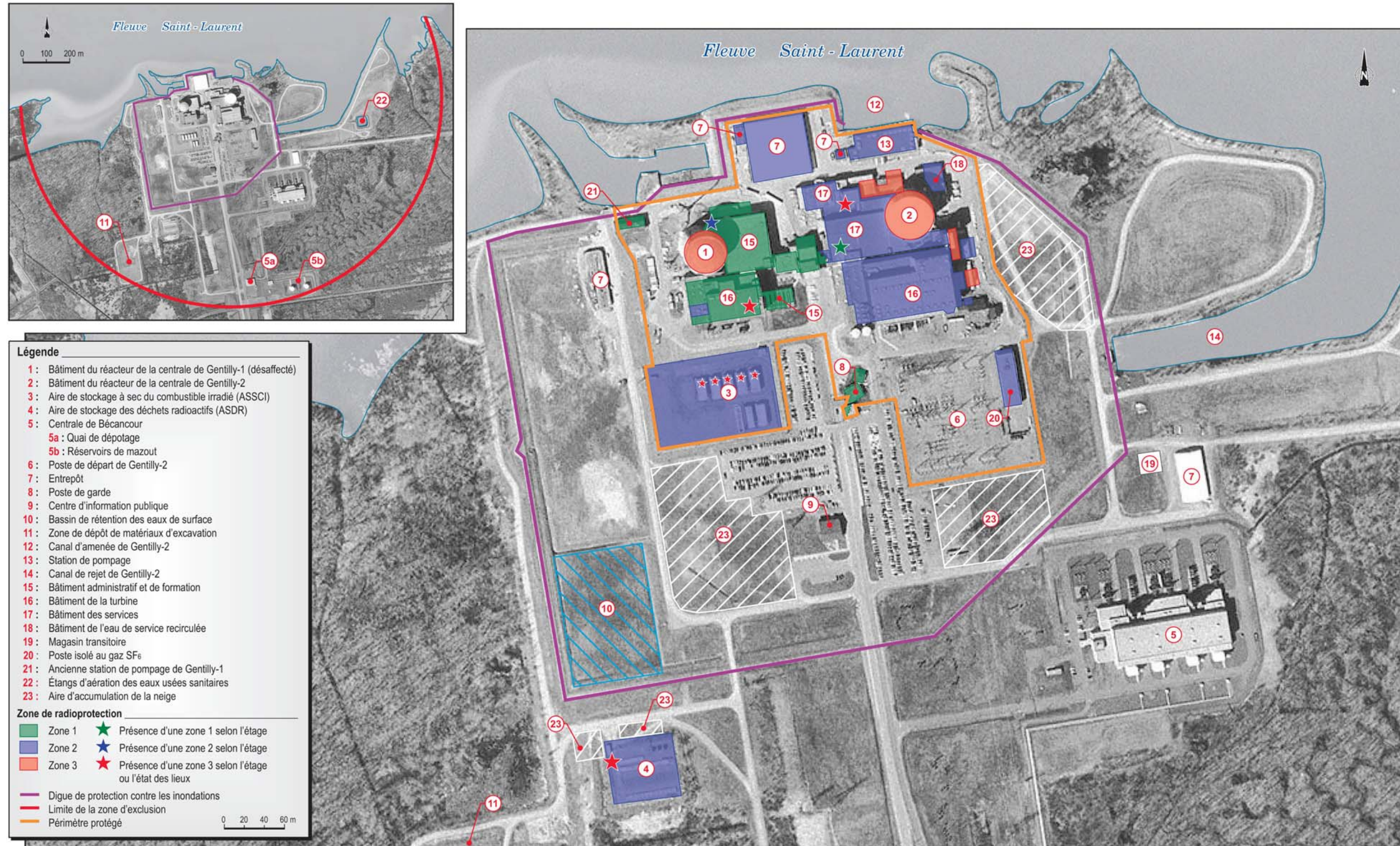






Figure 2-2 : Schéma général de fonctionnement de la centrale

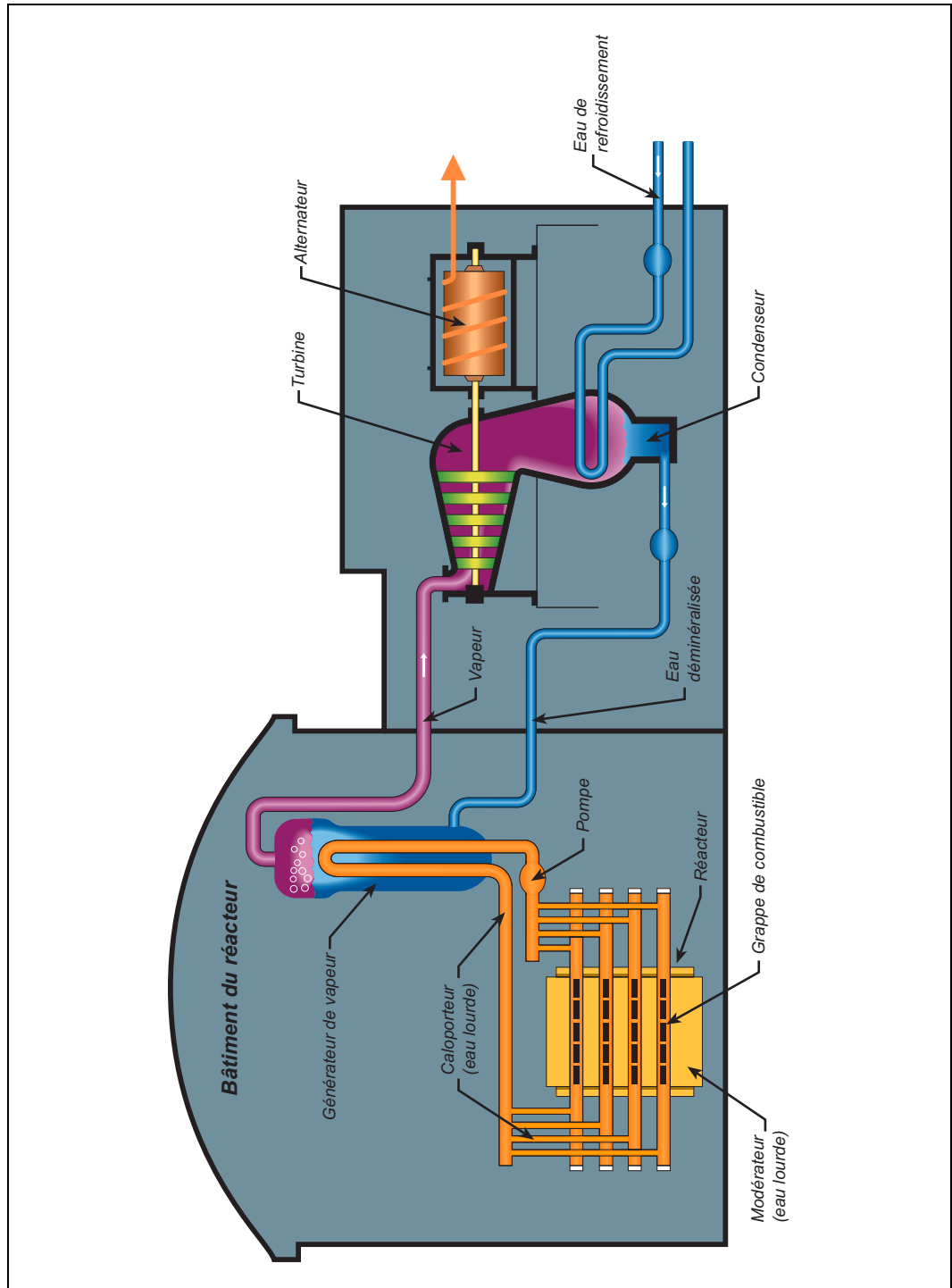


Figure 2-3 : Réacteur

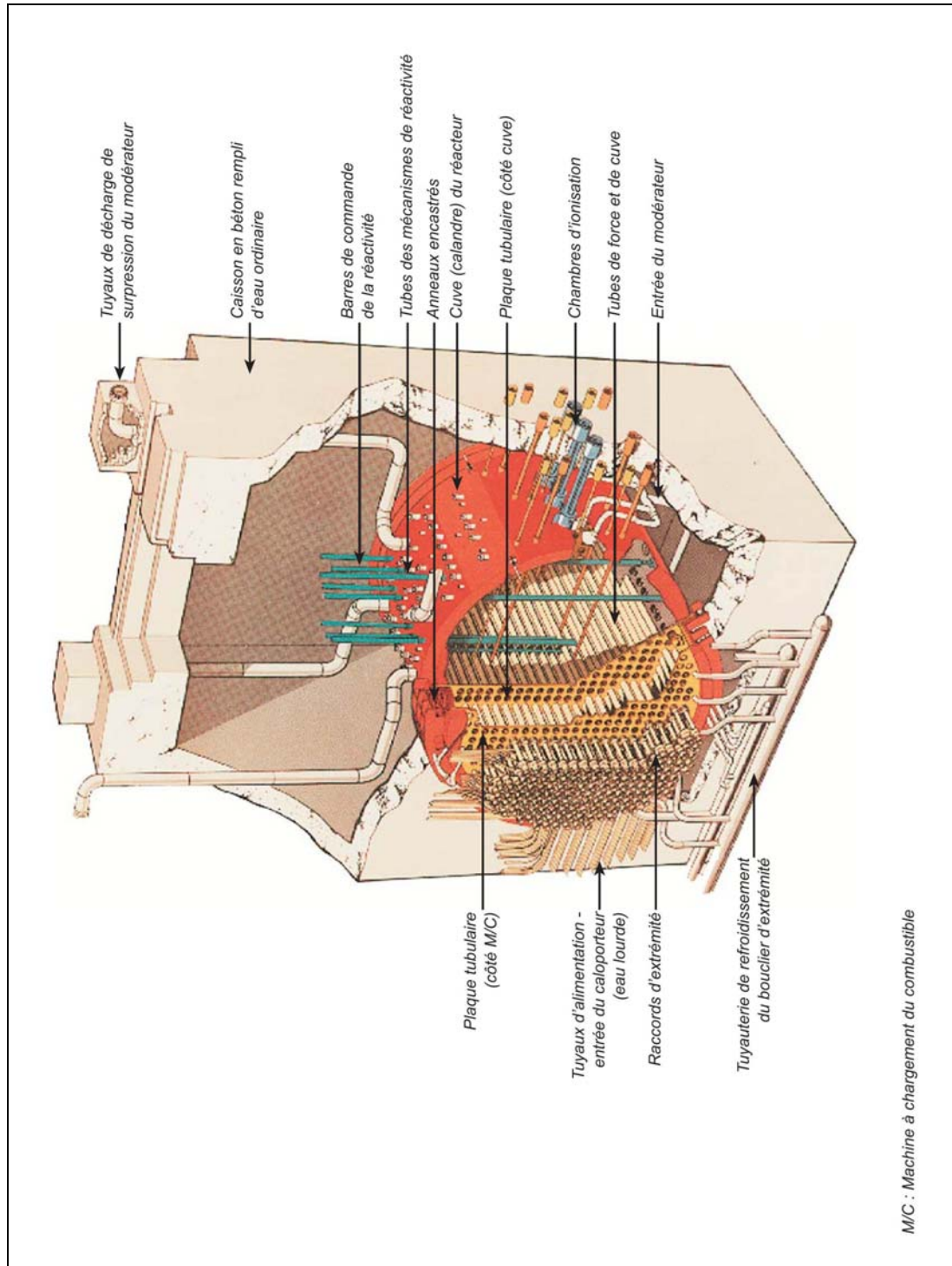


Figure 2-4 : Système caloporteur primaire

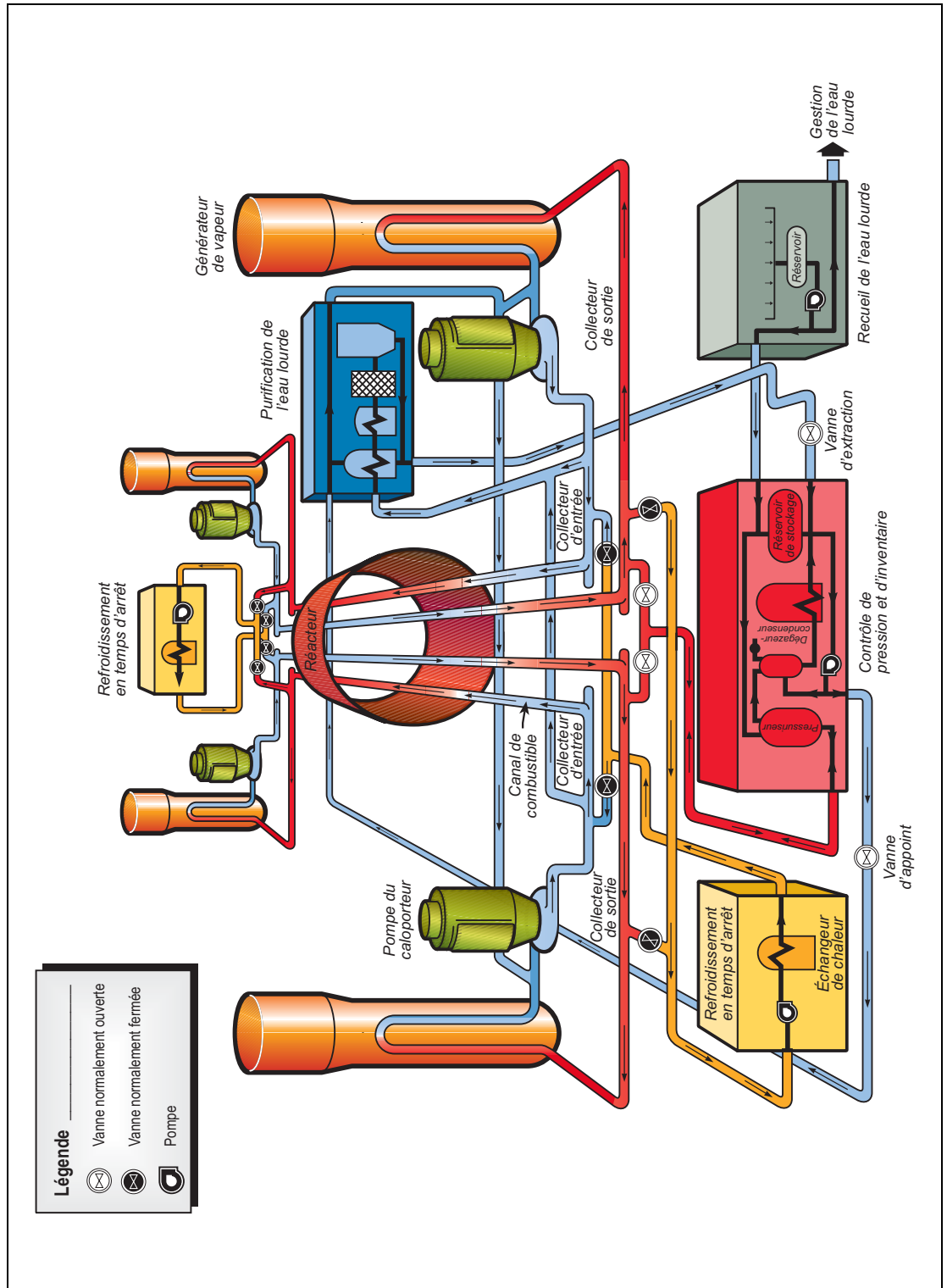


Figure 2-5 : Système modérateur

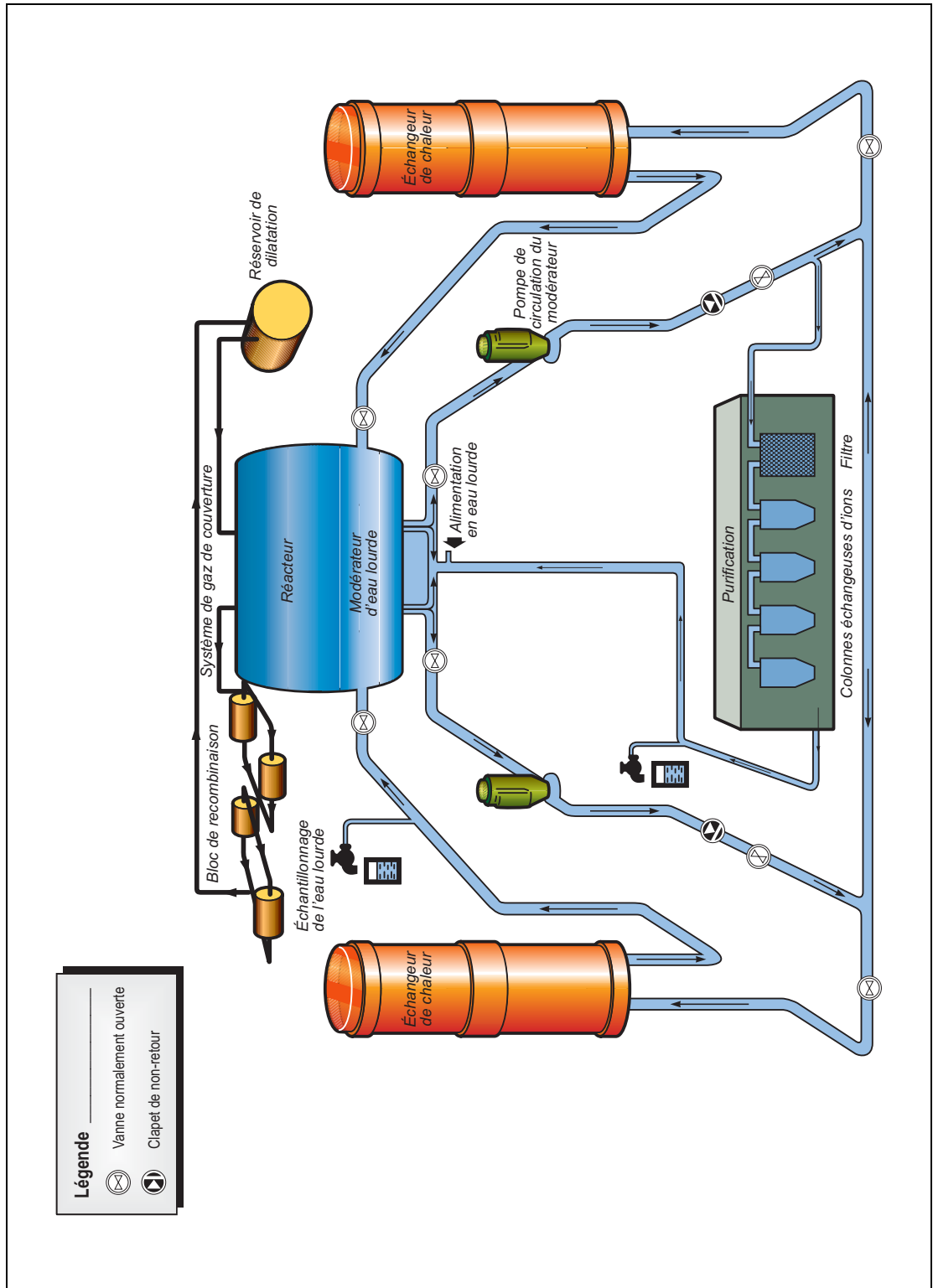


Figure 2-6 : Systèmes d'arrêt d'urgence du réacteur

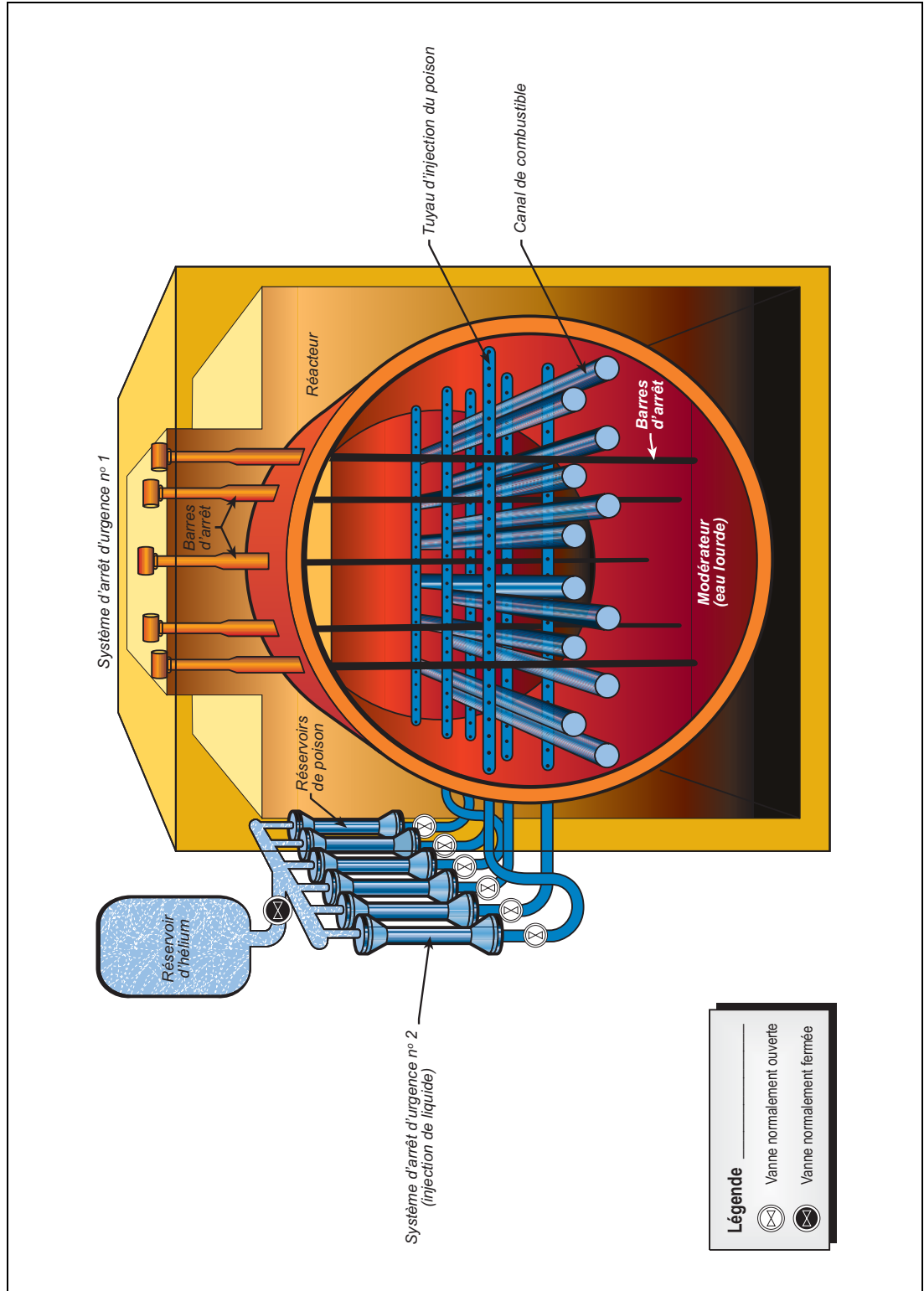


Figure 2-7 : Gestion de l'eau lourde

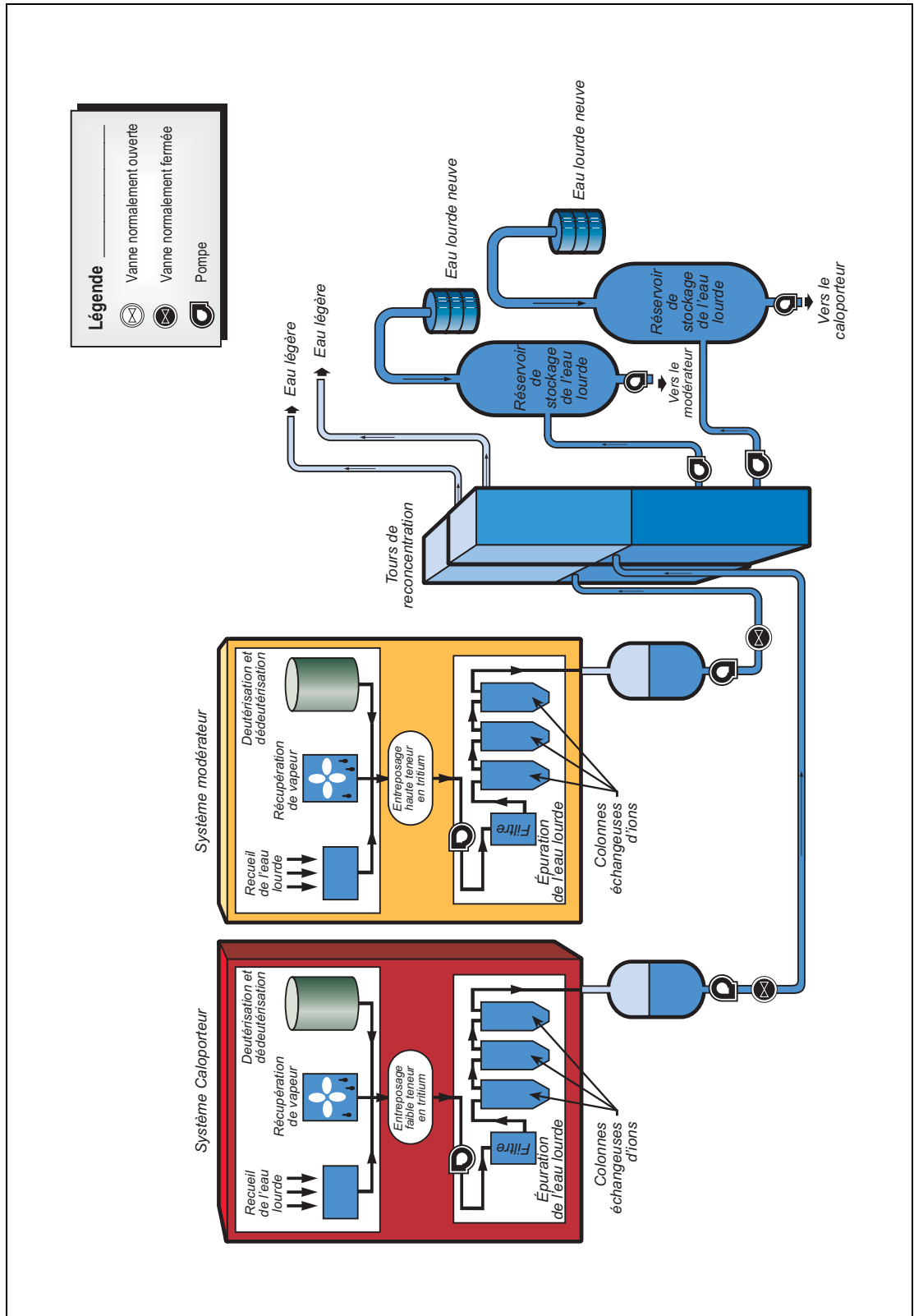


Figure 2-8 : Équipement de manutention du combustible irradié dans la piscine de stockage

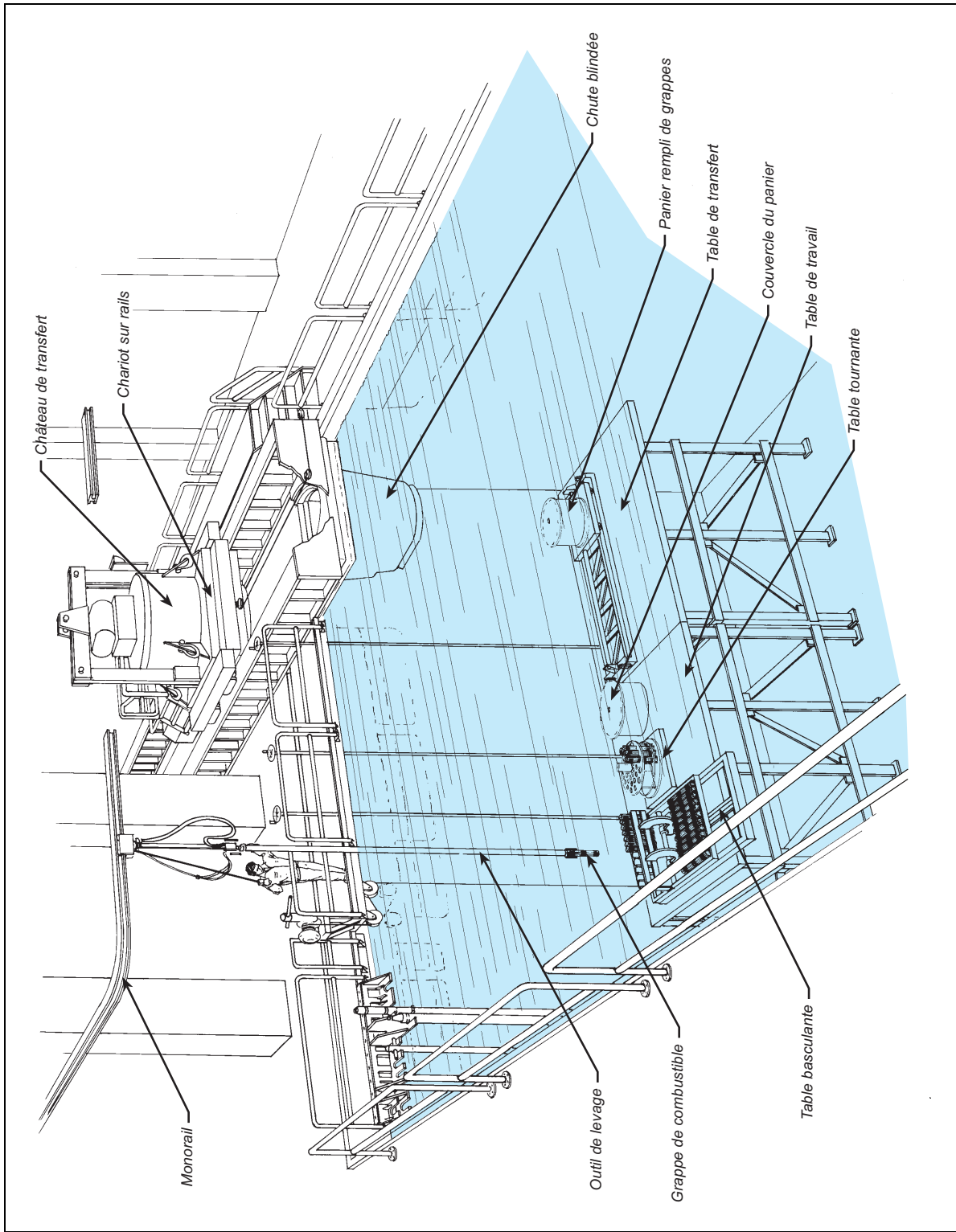


Figure 2-9 : Opérations de transfert du combustible irradié de la piscine de stockage au module CANSTOR

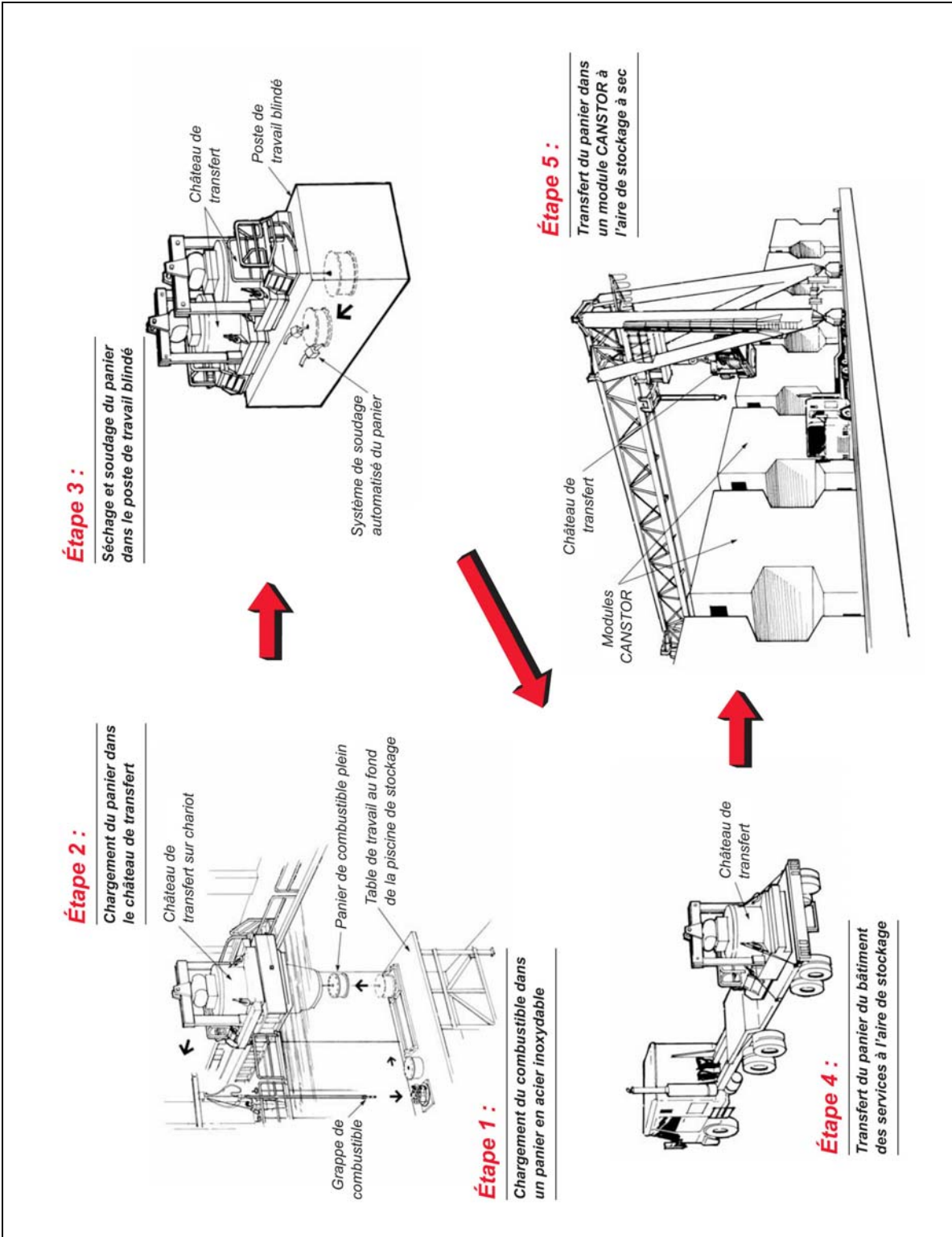




Figure 2-10 : Diagramme de gestion des déchets radioactifs solides

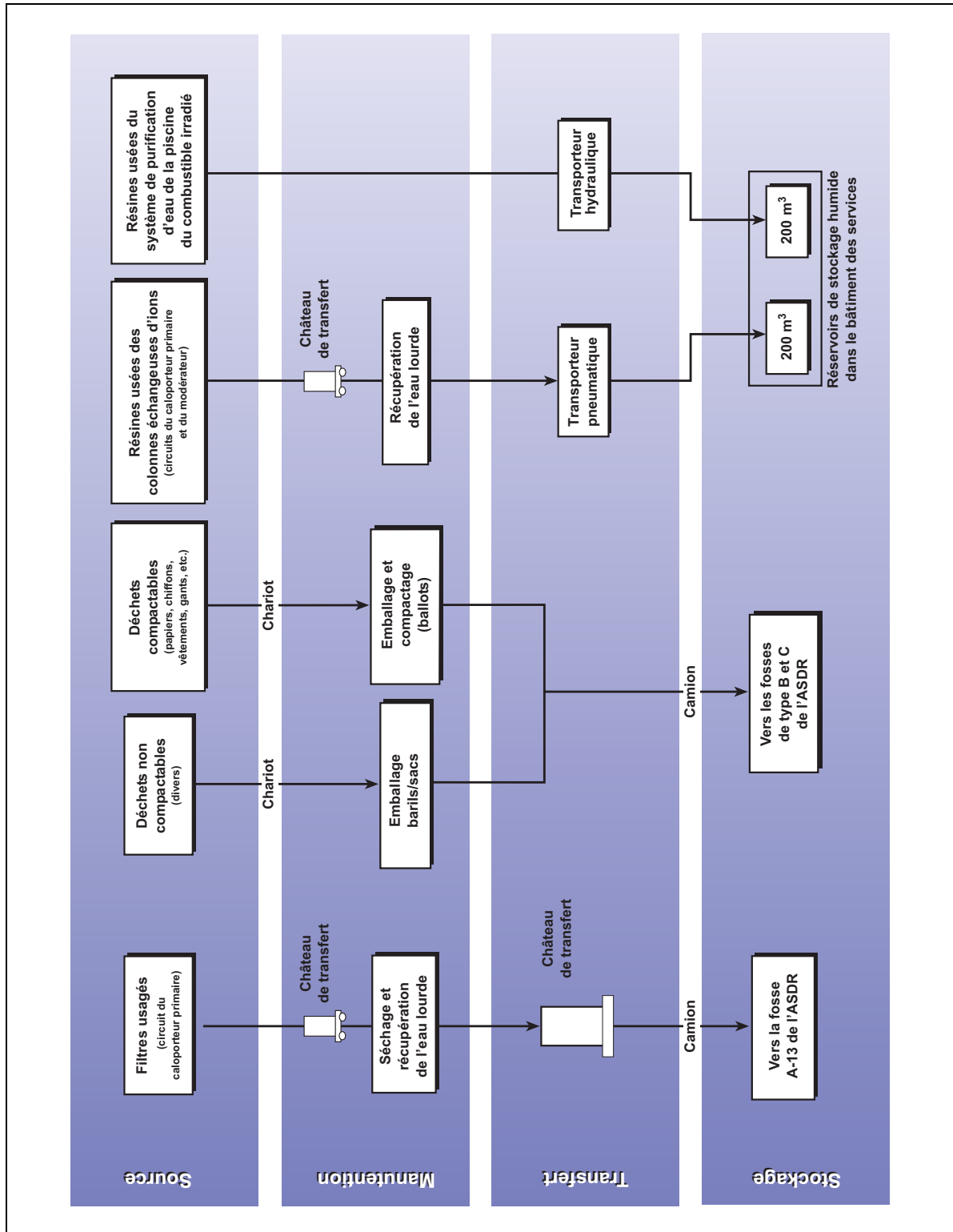
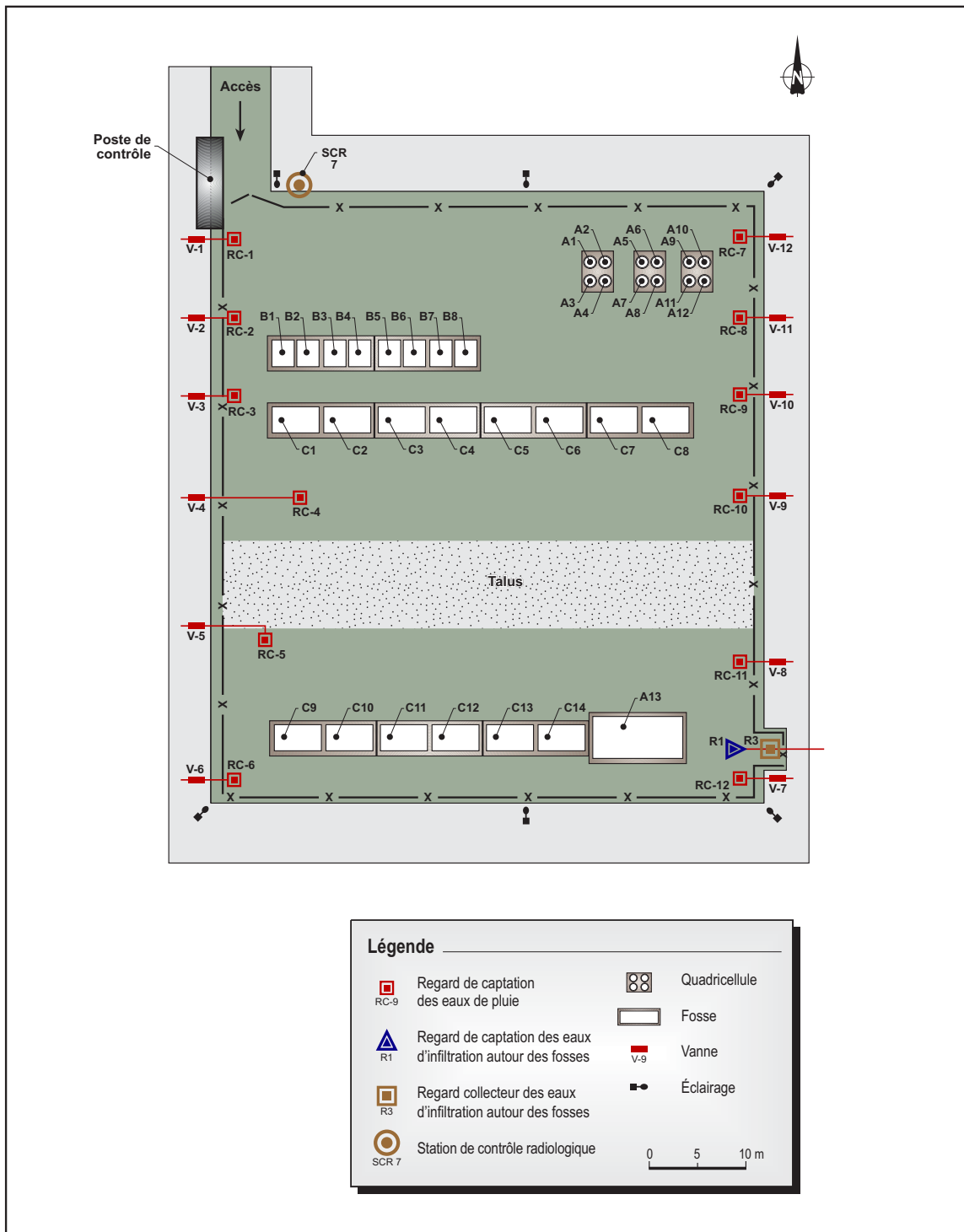


Figure 2-11 : Aire de stockage des déchets radioactifs (ASDR)



### **3 Description du projet**

Selon le niveau de connaissance qu'Hydro-Québec Production a de l'état actuel du réacteur, de l'estimation des coûts élevés pour l'entretien des composants du réacteur et des pertes de production importantes engendrées par de longs arrêts après 2011, l'entreprise a retenu l'année 2011 pour débiter la réfection de la centrale, qui s'étalera sur environ 18 mois.

Dans les conditions actuelles, c'est-à-dire si les travaux de réfection (retubage du réacteur et autres travaux) n'avaient pas lieu, la centrale de Gentilly-2 pourrait être exploitée jusqu'à l'horizon 2013. Il faudrait cependant, avant cette date, construire la phase 1 de l'installation de stockage des déchets radioactifs solides (IGDRS) ou trouver d'autres solutions, par exemple transporter les déchets radioactifs solides à l'extérieur du site du complexe nucléaire de Gentilly.

L'alternative suivante concernant l'avenir de la centrale se présente donc à Hydro-Québec : poursuivre l'exploitation de la centrale après avoir fait sa réfection ou amorcer le déclassement de la centrale, qui comprend la mise en dormance des installations, leur démantèlement et le stockage permanent du combustible irradié et des déchets radioactifs solides sur le site ou ailleurs.

La réfection de la centrale, qui permettra la poursuite de son exploitation, comporte de nombreux avantages économiques et environnementaux, puisque les installations sont déjà intégrées au milieu. Le stockage des déchets résultant de la réfection et de la poursuite de l'exploitation de la centrale est d'ailleurs prévu à un emplacement où des installations de même type sont déjà en place ; le projet ne compromettra donc pas l'intégrité du milieu naturel. Bien qu'il soulèvera sans doute la question de la perception des risques liés à l'exploitation de la centrale et des aires de stockage au-delà de 2035, le projet aura des retombées économiques régionales de divers ordres, notamment le maintien des quelque 675 emplois directs actuels.

Divers déchets seront produits par l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 jusqu'en 2011, par la réfection de la centrale, dont les principaux travaux (retubage) se dérouleront entre 2011 et 2012, ainsi que par la poursuite de son exploitation jusqu'à l'horizon 2035.

Bien qu'une gestion rigoureuse des déchets ait été faite depuis le début de l'exploitation de la centrale, un plan d'action visant à minimiser le volume de déchets radioactifs de la centrale est en cours depuis juin 2002. Ce plan vise principalement à vérifier l'entrée des matériaux en zone contrôlée (zones de radioprotection n<sup>os</sup> 2 et 3), à améliorer la classification des déchets et à chercher des façons de réduire à la source le volume de déchets. On a notamment effectué des études à l'ASDR en vue d'optimiser l'utilisation des fosses de stockage.

Les déchets conventionnels, c'est-à-dire ceux qui ne sont pas radioactifs, seront gérés de la même manière que maintenant et n'exigeront pas d'infrastructure de stockage sur place.

L'implantation d'une nouvelle aire de stockage, soit l'IGDRS, sur le site de Gentilly est toutefois nécessaire pour contenir les déchets radioactifs produits. Une augmentation de la capacité de l'ASSCI est également prévue afin de répondre aux besoins additionnels de stockage à sec du combustible irradié.

Après la réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2, la capacité de production sera maintenue à son niveau actuel et aucune modification ayant comme conséquence une hausse des sources d'effet liées à l'exploitation n'est prévue.

### **3.1 Réfection de la centrale de Gentilly-2**

Les travaux de réfection consisteront essentiellement :

- à aménager une nouvelle aire de stockage des déchets radioactifs ;
- à effectuer une maintenance majeure des systèmes de la centrale ;
- à remplacer certains composants du réacteur ;
- à augmenter la capacité d'entreposage à l'intérieur de l'aire de stockage à sec du combustible irradié provenant de l'exploitation prolongée de la centrale ;
- à remplacer certains équipements majeurs, tels les ordinateurs de commande et le rotor des corps à basse pression (BP) de la turbine ;
- à réaliser certaines modifications pour optimiser le fonctionnement de la centrale jusqu'en 2035.

Les activités du projet de réfection de Gentilly-2 ont été déterminées à la suite d'un examen rigoureux de l'état de la centrale et des recommandations émanant des diverses études de l'avant-projet. Les recommandations retenues ont été estimées, une planification a été produite et un budget a été élaboré.

Le projet de réfection a été élaboré en trois phases. La phase 1, appelée avant-projet de réfection, a débuté en janvier 2001 et doit se terminer en 2005. Durant cette phase, toutes les études requises pour déterminer ce qui doit être fait pour prolonger la vie utile de Gentilly-2 jusqu'à l'horizon 2035 sont menées. La phase 2, appelée phase d'ingénierie et d'approvisionnement, devrait débuter en 2006 pour se terminer au printemps de 2011. La troisième phase consiste en la réfection des composants de la centrale et devrait débuter en 2011. Les trois phases sont présentées en détails à la section 3.1.3.

### **3.1.1 État de la centrale**

Les installations de Gentilly-2 comprennent une centaine de systèmes qui permettent la production fiable et sécuritaire d'une puissance de base brute moyenne d'environ 675 MW électriques. Certains systèmes sont dits conventionnels, c'est-à-dire semblables à ceux présents dans une centrale thermique conventionnelle comme celle de Tracy. D'autres sont de type nucléaire, c'est-à-dire spécifiques à une centrale nucléaire et dont les fonctions sont reliées à l'utilisation de la réaction nucléaire comme source d'énergie. Parmi ces derniers, certains sont nécessaires afin d'assurer la sûreté des installations et la protection du public et de l'environnement.

Les équipements, systèmes et composants de la centrale ont été maintenus dans un bon état. Il n'y a donc aucun empêchement majeur à exploiter la centrale nucléaire de Gentilly-2 durant encore 30 années. En effet, les études ont démontré que les pratiques d'exploitation, de maintenance et de contrôle chimique ont permis de conserver les équipements dans un bon état, notamment les générateurs de vapeur (GV), le béton du système de confinement et la tuyauterie nucléaire et conventionnelle. D'autre part, certains équipements auront atteint leur limite de vie utile et devront être remplacés lors de la réfection, notamment certains composants du réacteur et de la turbine de même que les ordinateurs de commande. Plusieurs équipements nécessiteront aussi une maintenance exceptionnelle pour assurer leur bon fonctionnement jusqu'à l'horizon 2035, notamment l'alternateur principal, les génératrices diesels, certains réservoirs et vaisseaux sous-pression. S'ajoutent à cette liste les rotors de la turbine à basse pression (BP) dont le remplacement a été jugé nécessaire à la lumière des résultats de l'inspection effectuée à la fin de 2003.

Afin de contrer la légère mais constante déformation de la fondation de la turbine, due à la réaction chimique alcali- granulat, la turbine devra être entièrement démontée pour réaligner les plaques sur lesquelles elle repose.

Certaines modifications proposées pour rendre la centrale conforme aux nouvelles exigences réglementaires ont été évaluées à l'aide d'une méthode « coûts/bénéfices », ce qui a permis un éclairage additionnel sur le traitement à donner à ces recommandations. D'autres modifications ont été jugées nécessaires pour permettre à la CCSN d'autoriser le redémarrage après la réfection. La démonstration auprès de la CCSN que le niveau de sûreté pourra être maintenu et même amélioré pour une exploitation jusqu'en 2035 reste à compléter. Un document synthèse qui résume l'approche de mise à niveau de la sûreté a été soumis à la CCSN en avril 2004.

Les recommandations issues des évaluations et des études d'avant-projet ont été évaluées et traitées à l'aide d'un processus de décision rigoureux. Près de 250 recommandations ont été retenues et elles forment la base de la planification du projet de réfection. En résumé, toutes les évaluations réalisées dans le cadre de l'avant-projet ont permis de confirmer que la centrale est exploitable jusqu'à

l'horizon 2035, tout en identifiant clairement les travaux qui devront être complétés pour réaliser cet objectif.

### 3.1.1.1 Études réalisées pour évaluer l'état des installations

Afin de déterminer l'état des installations et les travaux à réaliser pour un fonctionnement fiable et sécuritaire de Gentilly-2 jusqu'à l'horizon 2035, plusieurs systèmes, structures et composants doivent être analysés afin de déterminer les effets des mécanismes de vieillissement sur leurs fonctions. Le tableau 3-1 montre les principaux mécanismes de dégradation pouvant affecter les différents types de matériaux et sous quelles formes on peut les trouver en centrale.

Deux types d'études ont été réalisés. Le premier type d'étude porte sur des systèmes, structures et composants qualifiés de critiques (SSCc), c'est-à-dire pour lesquels un bris compromettrait l'exploitation de la centrale jusqu'à l'horizon 2035, soit par leur coût prohibitif de remplacement, soit par leur impact important sur la sûreté des installations ou sur la production électrique. Ces études sont regroupées dans un programme appelé « étude de vieillissement des SSCc ».

Le second type d'étude concerne tous les autres systèmes de la centrale dont une défaillance pourrait compromettre la sûreté des installations ou la production électrique. Dans le cadre de l'avant-projet de réfection, cette activité est appelée « bilans de santé » (BDS). Basés sur le type d'équipements que l'on trouve à Gentilly-2, sur l'expérience de ce type d'étude dans l'industrie, sur le type d'expertise et la disponibilité des responsables de système au moment de la réalisation des études, les BDS ont été séparés en deux groupes : les bilans d'équipements communs, dits bilans de santé des génériques (BDSG), et les bilans de santé de système (BDSS).

Les BDSG regroupent tous les équipements qui présentent des caractéristiques semblables et qui, très souvent, sont exposés au même type d'environnement. Ce sont ces équipements qui sont appelés les « génériques ». Les transmetteurs sont un exemple de génériques. Regrouper ainsi les équipements semblables permet l'analyse par des experts spécifiques, évite la duplication, et assure l'uniformité des études et conclusions. Les BDSS, quant à eux, analysent pour un système donné tous les équipements qui ne sont pas des génériques.

La figure 3-1 montre la hiérarchie des études ayant servi à évaluer l'état de santé des installations de Gentilly-2.

D'autres composants avaient déjà fait l'objet de suivis ou d'études particulières. Ils n'ont donc pas été considérés par les SSCc ou les BDS. Ce sont :

- Les canaux de combustible et composants associés qui font l'objet de suivis très spécifiques depuis plusieurs années.

- Les ordinateurs de commande actuels ont été l'objet d'une évaluation avant l'avant-projet de réfection. Bien que ces ordinateurs fournissent encore la performance attendue, il devient de plus en plus difficile de se procurer les pièces de rechange. Il a donc été décidé de les remplacer dans le cadre de la réfection.
- Les équipements requérant une preuve de qualification environnementale (QE), déjà évalués par un groupe d'experts qui travaille actuellement à mettre à jour les démonstrations de qualification pour l'horizon 2013, devront être qualifiés jusqu'à l'horizon 2035.

### 3.1.1.2 Études des systèmes, structures et composants critiques

Les études de SSCc ont débuté à Gentilly-2 vers la fin de la décennie 1990 par un effort conjoint entre le personnel de Gentilly-2, de Point Lepreau et d'EACL. Deux études-tests ont alors été réalisées sur la cuve du réacteur et le béton du confinement du bâtiment du réacteur. Ces essais ont permis de bien camper la méthodologie de travail, tant chez EACL que chez Hydro-Québec Production.

Chaque étude devait analyser en profondeur le SSC visé en fonction de son historique de conception, de fabrication, d'installation, de mise en service, d'exploitation (procédé, chimie et entretien) et de correctifs ou de modifications. Une revue des mécanismes de vieillissement connus mondialement pour ce genre de SSCc est faite par les auteurs qui en dégagent ceux qui sont susceptibles d'avoir un impact significatif à Gentilly-2, en fonction de son historique propre.

Les SSCc à étudier ont été choisis en fonction soit de leur caractère unique, soit du coût très élevé de remplacement ou des délais d'approvisionnement que représenterait leur défaillance. Ce sont, outre les deux études-tests mentionnées précédemment, les générateurs de vapeur (GV), les tuyauteries supérieures à 5 cm de diamètre des systèmes nucléaires et conventionnels, le turbo-alternateur, les structures civiles, et les moteurs, câbles et pénétrations électriques, et les principaux échangeurs, vaisseaux sous pression et réservoirs, tant nucléaires que conventionnels. Toutes ces études ont été réalisées par EACL, sauf celle sur le turbo-alternateur, réalisée par le concepteur-constructeur Générale Électrique du Canada (GE), et celle sur les câbles électriques, faite par du personnel de l'Institut de recherche en électricité du Québec (IREQ). Dans le cas de l'étude des GV, EACL s'est adjoint les services du concepteur-fabricant, Babcock & Wilcox.

#### 3.1.1.2.1 Structure du réacteur

L'étude sur la structure du réacteur (EACL, mars 1999) a été la première étude préparée pour Hydro-Québec Production (Gentilly-2) et pour Énergie Nouveau-Brunswick (Point Lepreau) afin d'évaluer s'il y avait une dégradation significative due au vieillissement de la structure du réacteur et de certains de ses sous-composants jugés critiques. Cette étude visait à donner une assurance raisonnable que ces composants pourraient atteindre l'horizon 2035.

Les canaux de combustible, incluant les tubes de force, ont été exclus de cette étude car ils font déjà l'objet d'un programme de suivi qui est en place depuis plusieurs années. La cuve, les boucliers d'extrémité, les anneaux encastrés, les chaussettes des mécanismes de réactivité, les logements des chambres d'ions sont des composants installés en permanence à l'intérieur du caisson. Ils semblent être adéquats et ne devraient pas être remplacés. Ces composants deviennent très radioactifs sous l'effet de l'irradiation neutronique. La réparation sur place ou le remplacement ne peut se faire qu'à l'aide d'outils spécialisés, qui doivent être contrôlés à distance. Le développement de tels outils, la formation du personnel sur des maquettes et la durée de ces réparations seraient coûteux et demanderaient un arrêt prolongé de la centrale.

La structure du réacteur CANDU 6 est présentée à la figure 3-2. Elle comprend la cuve en acier inoxydable (incluant la plaque annulaire et les boucliers d'extrémité), deux anneaux encastrés, 380 canaux de combustible et les mécanismes de contrôle de la réactivité. L'ensemble est à l'intérieur d'un caisson en béton, revêtu de plaques en acier au carbone, le tout rempli d'eau légère déminéralisée.

Les 380 canaux de combustible traversent horizontalement la cuve et les deux boucliers d'extrémité. Chacun des canaux est constitué d'un tube sous pression fait d'un alliage au zirconium terminé par deux raccords d'extrémité en acier inoxydable. À l'intérieur du réacteur, entre les boucliers d'extrémité, les tubes de force sont contenus dans les tubes de cuve, fabriqués eux aussi d'un alliage au zirconium. Les deux raccords d'extrémité de chaque tube de force sont supportés par les tubes de réseau qui traversent les boucliers d'extrémité. Les raccords d'extrémité se prolongent jusque dans les voûtes de la machine à chargement (M/C).

Plusieurs mécanismes nécessaires au contrôle de la puissance neutronique traversent la paroi de la cuve, soit verticalement ou horizontalement. Les mécanismes de réactivité verticaux comprennent les 21 barres de compensation, les 14 barres liquides réunies dans 6 assemblages, les 28 barres d'arrêt et les détecteurs de flux verticaux (28 détecteurs au platine pour la régulation, 34 détecteurs au platine pour la protection par le système d'arrêt d'urgence n° 1 (SAU 1), 102 détecteurs au vanadium pour l'étalonnage neutronique, le tout dans 26 assemblages). Ces composants traversent la plateforme des mécanismes de réactivité, le dessus de la cuve, le cœur du réacteur (entre les rangées de tubes de cuve) et sont fixés à des attaches situées dans le bas de la cuve. Entre la plateforme et la cuve, chacun des mécanismes de réactivité est dans une chaussette en acier inoxydable ; cette dernière est soudée à une tuyère sur la cuve.

Les six tubes d'injection de Gadolinium (poison liquide) du SAU 2 (voir la figure 2-6) ainsi que les 24 détecteurs de flux horizontaux, également du SAU 2 et réunis dans sept assemblages, traversent horizontalement le caisson du réacteur, puis la cuve du réacteur. Tout comme les mécanismes de réactivité verticaux, les mécanismes de réactivité horizontaux traversent une chaussette soudée à une tuyère sur la cuve, passent dans la cuve du réacteur et sont fixés à l'autre extrémité par des attaches.



Les six logements des chambres d'ions sont soudés sur l'extérieur de la cuve, à raison de deux groupes de trois logements diamétralement opposés à l'horizontale.

L'eau lourde du modérateur est acheminée vers la cuve par deux tuyaux diamétralement opposés. Chaque tuyau se subdivise en quatre, pour ensuite pénétrer dans la cuve et se terminer chacun par une buse de distribution. Le modérateur est extrait de la cuve par deux tuyaux situés à sa base.

Afin de protéger la cuve contre une éventuelle pressurisation, quatre tuyaux de décharge du modérateur sont reliés au-dessus de la cuve, traversent le caisson du réacteur et se terminent près de la plateforme des mécanismes de réactivité. Des disques de rupture ferment ces tuyaux. Ils fournissent une sortie pour le modérateur et le caloporteur dans le cas peu probable du bris d'un tube de force et de son tube de cuve. La cuve contient l'eau lourde du modérateur, essentiellement non pressurisée et à basse température. Elle baigne dans de l'eau légère également non pressurisée et à basse température.

L'étude sur la structure du réacteur a démontré que, depuis son entrée en exploitation, la cuve du réacteur de Gentilly-2 n'a subi aucune condition anormale. Comme ce composant est pratiquement inaccessible pour inspection, son état a été évalué indirectement par une revue de l'historique d'exploitation, incluant les conditions chimiques des systèmes de procédé associés à ces composants, soit le système du modérateur, le système de gaz de couverture du modérateur, le système de refroidissement des boucliers, le gaz de couverture (azote) du caisson du réacteur et le système de gaz annulaire.

Des consultations avec le personnel technique de Gentilly-2 de même qu'une revue systématique des conditions chimiques des systèmes mentionnés précédemment n'ont révélé aucune inquiétude significative. Cependant, par prudence et malgré la très faible concentration d'oxygène dans le gaz de couverture du caisson de Gentilly-2, il est recommandé d'inspecter, à la première opportunité, le revêtement métallique du caisson, au niveau du gaz de couverture. Cette inspection sera réalisée au moment de l'arrêt de la centrale, dans le cadre de la réfection.

Notons qu'il n'existe aucun programme d'inspection ni d'entretien de la structure du réacteur puisque cette dernière a été conçue afin de pouvoir être opérée sans inspection ni entretien. Seules quelques inspections ont déjà eu lieu sur des cuves de réacteurs CANDU à la suite de bris ou de forts soupçons de bris, soit à Pickering A n° 4 et Bruce A n° 2. Jusqu'à présent, pour les réacteurs CANDU 6, il n'y a pas eu d'incidents nécessitant de telles inspections systématiquement. Certaines inspections seront réalisées à l'arrêt pour réfection, lorsque l'intérieur de la calandre sera accessible (retrait des canaux de combustible).

L'étude a analysé les divers mécanismes de vieillissement susceptibles d'avoir un impact sur les composants de la cuve. Ce sont la fragilisation due à l'irradiation

neutronique, la corrosion, la fissuration sous contrainte, l'érosion, la fatigue et l'usure mécanique. L'étude démontre que les conditions ayant prévalu jusqu'à maintenant à Gentilly-2 ne peuvent provoquer de vieillissement tel que le fonctionnement jusqu'à l'horizon 2035 soit compromis.

La méthodologie utilisée dans l'étude sur la structure du réacteur est consistante avec celle utilisée dans l'industrie nucléaire, concernant les composants pour lesquels il n'y a pas d'inspections régulières lors de l'exploitation de la centrale. De plus, le rapport mentionne que les conclusions de cette étude sont cohérentes avec les conclusions d'un groupe international d'experts ayant réalisé une évaluation générique sur la dégradation due au vieillissement du réacteur CANDU (Beresford, 1997).

En s'appuyant sur les constats de la revue effectuée dans le cadre de l'étude de Beresford (1997), et sur le fait qu'il y a eu peu de problèmes avec l'exploitation des réacteurs CANDU 6 (ou autres réacteurs similaires), aucune dégradation importante de la structure du réacteur de Gentilly-2 n'est prévue. Les ingénieurs d'EACL concluent que la cuve du réacteur de Gentilly-2 devrait bien fonctionner jusqu'à l'horizon 2035 sans problème.

#### **3.1.1.2.2 Béton du système de confinement**

L'étude SSCc sur le béton du confinement du réacteur (EACL, décembre 1998) a été réalisée conjointement pour les centrales de Gentilly-2 et de Point Lepreau afin d'évaluer s'il y avait dégradation due au vieillissement de la structure de confinement (voir la figure 3-3).

Les raisons qui sous-tendent le choix de cette étude sont les suivantes :

- La structure en béton du bâtiment du réacteur (B/R) est une partie importante du système de confinement, qui protège le public en cas de bris de systèmes contenant des substances radioactives. Le taux de fuite de cette structure est vérifié régulièrement afin de démontrer sa capacité à rencontrer les normes.
- Cette structure est une construction majeure qu'il est presque impossible de remplacer.

L'étude d'EACL (décembre 1998) est l'une des toutes premières à avoir été réalisée et sa réalisation est antérieure au début de l'avant-projet. Afin de mieux préciser l'envergure des recommandations, EACL a proposé un programme de gestion du vieillissement commun aux centrales de Gentilly-2 et de Point Lepreau. Ce programme suggérait l'installation d'appareils de mesure sur les B/R respectifs, la collecte de données sur plusieurs années et leur analyse subséquente.

Les experts en béton d'Hydro-Québec Équipement ont analysé le rapport d'EACL et sa proposition de programme de suivi. À la suite de cette analyse, le groupe d'experts

a recommandé de ne pas installer d'équipement de mesure. Il a plutôt fait une proposition qui se divise en deux étapes : 1) une analyse de comportement du B/R depuis sa coulée initiale, de l'état du bâtiment en 2003 et des prévisions pour l'horizon 2035 à réaliser durant l'avant-projet ; 2) un programme de gestion de vieillissement à réaliser lors de la phase 2 du projet de réfection (voir la section 3.1.3). C'est la voie qui a été retenue par Hydro-Québec Production (Hydro-Québec Équipement, décembre 2003).

L'analyse du comportement du B/R est réalisée de la façon suivante :

- une modélisation numérique du B/R ;
- des essais en laboratoire sur de grands échantillons ;
- des essais en laboratoire sur des poutres-témoins ;
- l'analyse de données prises par des instruments existants et sur des instruments complémentaires.

### ***Description et historique***

La structure de béton du B/R est la partie structurale de l'enveloppe de confinement. Avec les sas, les pénétrations et les autres composants associés, elle constitue l'enveloppe de confinement. En y adjoignant le système d'arrosage, on obtient le système spécial de sûreté qu'est le système de confinement (voir la section 2.2.4).

Bien que l'acier de post-contrainte soit le principal système de renforcement, des barres d'armature sont ajoutées afin de contrôler la fissuration du béton due aux effets thermiques. Ceci a pour but de contrecarrer les grands stress présents à certains endroits, comme à la jonction charnière du mur périphérique et du radier, à la jonction entre le dôme et le mur périphérique, dans les contreforts, dans les zones d'ancrage de la post-contrainte, etc.

Un revêtement à l'époxy a été appliqué sur la surface interne du mur périphérique et sur le radier afin de sceller la surface de béton et d'assurer l'étanchéité de la structure de confinement. Le même revêtement est aussi appliqué sur la surface externe de la piscine de déchargement du combustible. Dans le dôme supérieur et à l'intérieur de la piscine de déchargement du combustible, où de l'eau est présente, un revêtement à l'époxy, renforcé de fibre de verre, a été utilisé.

La conception de la structure de confinement a été réalisée par Canatom inc. Lors de la construction du B/R en 1974, 464 échantillons ont été prélevés et ont confirmé l'excellence des propriétés rhéologiques. Depuis cette date, les activités suivantes ont été réalisées par le personnel d'exploitation de la centrale de Gentilly-2 :

- Une inspection visuelle de la structure, incluant le revêtement, est effectuée tous les 5 ans. Toutes les surfaces internes et externes accessibles sont inspectées.
- Des essais de pressurisation du B/R sont réalisés selon la norme N287.6.

- Douze poutres-témoins ont été fabriquées en 1976. Quatre essais ont été réalisés, soit en octobre 1980, en août 1985, en juin 1993 et en 2002. Tous les essais ont été acceptés. Aucune corrosion excessive n'a été observée.
- La surface intérieure a été recouverte d'une membrane Normac NR 55 afin d'assurer une meilleure étanchéité de la structure.
- À la suite du tremblement de terre de 1988, deux fissures dans le plafond de la salle de la piscine de déchargement du combustible ont été découvertes. Ces deux fissures ont occasionné un taux de fuite plus élevé lors des essais de pressurisation subséquents. Une injection d'époxy dans ces fissures a rétabli la situation.
- Une investigation du béton du B/R a été réalisée en 1999 (Hydro-Québec Équipement, décembre 2003). Les faits saillants de cette étude sont que :
  - le béton projeté sur la surface extérieure montre une dégradation mineure ;
  - il y a présence de micro-fissurations ;
  - aucune corrosion de l'acier d'armature et de post-contrainte du béton n'a été notée ;
  - les propriétés mécaniques du béton sont excellentes ;
  - les propriétés chimiques du béton ne favorisent pas la corrosion ;
  - la réactivité alcali-granulat (RAG) ne devrait pas accélérer le vieillissement car toutes les conditions pouvant augmenter sa progression sont absentes.

### ***Principales recommandations***

Essentiellement, les recommandations des études SSCc faites tant par EACL que par Hydro-Québec Équipement portaient sur les sujets suivants :

- la mise en place d'un programme de gestion du vieillissement ;
- le développement de méthodes alternatives pour quantifier le taux de fuite ;
- l'investigation de la réactivité alcali-granulats (RAG);
- l'investigation de l'efficacité des revêtements.

Le programme planifié (Hydro-Québec Équipement, décembre 2003) considère ces préoccupations, notamment la mise en place d'un programme de suivi du vieillissement. Ce dernier sera implanté à la phase 2 du projet de réfection. Les simulations démontrent que la structure de confinement serait tout à fait en mesure d'assurer un confinement adéquat, advenant une relâche radioactive à l'intérieur du B/R pour la période considérée. Elles concluent donc que :

- Le B/R est en santé et son comportement structural, depuis sa mise en service jusqu'à aujourd'hui, est considéré normal.
- Pour les 30 prochaines années, ce comportement normal se maintiendra. Les travaux éventuels de protection du B/R durant la période de réfection seraient donc mineurs.

### 3.1.1.2.3 Générateurs de vapeur

L'étude des SSCc sur les générateurs de vapeur (EACL, novembre 2000) a été réalisée et conduite par EACL en étroite collaboration avec le fabricant Babcock and Wilcox Canada (BWC), ainsi que les responsables techniques des systèmes (RTS).

EACL était responsable de l'évaluation du faisceau de tubes, des supports externes, de la revue de conception, de la revue de l'opération et des paramètres chimiques. BWC a produit l'information sur les enveloppes sous pression ainsi que sur les composants (autres que le faisceau de tubes), du côté primaire et du côté secondaire, incluant une revue exhaustive de l'historique d'exploitation et de son évaluation.

#### *Description et historique*

Chacune des deux boucles du caloporteur comprend deux générateurs de vapeur (GV). Ils sont situés à l'intérieur du B/R, au niveau supérieur, près des pompes principales du caloporteur (voir la figure 2-4).

Les quatre GV sont identiques. Ils soutirent la chaleur de l'eau du caloporteur primaire et la transfèrent à l'eau d'alimentation pour produire de la vapeur qui est dirigée à la turbine. Ce sont des échangeurs de chaleur verticaux, construits principalement en acier au carbone, dont les tuyaux sont en forme de U inversé (voir la figure 3-4), fixés sur une plaque tubulaire et entourés d'une enveloppe interne et d'une coque externe. L'eau lourde du caloporteur primaire pénètre et sort par les boîtes d'eau situées en dessous de la plaque tubulaire et circule dans les tubes. Chaque GV a son propre ballon de vapeur situé au-dessus du faisceau des tubes, plus large en diamètre que le corps même du GV. Chaque GV repose sur une colonne de 14 m de hauteur (voir la figure 3-5), mais quatre faisceaux de câbles servent de support de relève et sont fixés au mur de l'enclos. Huit supports latéraux limitent les mouvements horizontaux en cas de tremblement de terre.

Le faisceau de tubes de chaque GV est composé de 3 542 tubes en Incoloy 800 ayant un diamètre extérieur de 15,87 mm et une épaisseur de la paroi de 1,12 mm.

Les GV de Gentilly-2 ont été fabriqués entre 1973 et 1977 selon les spécifications de la conception d'origine. La plupart des composants de l'enveloppe de pression demeurent inchangés par rapport à leur construction de l'époque. À la suite d'une erreur dans le traitement thermique final, les faisceaux de tubes et autres composants associés ont été entièrement reconstruits *in situ*, entre 1979 et 1981, selon une nouvelle conception et selon de nouvelles spécifications.

Les GV sont en opération depuis 1983. Depuis, il y a eu des inspections, des nettoyages, des réparations et des modifications. Les principaux aspects liés à l'exploitation des GV sont les suivants :

- Il n'y a pas eu de dégradation importante des faisceaux de tubes.
- Il y a eu une dégradation des quatre plaques de division. En 1999, elles ont été remplacées par une plaque de division de type intégral.
- Avec le temps, les tubes subissent un encrassement progressif. Ceux du côté primaire ont été nettoyés en 1999, avec succès. Ceux du côté secondaire sont nettoyés périodiquement par un lavage au jet d'eau à haute pression.
- Le côté secondaire des GV a été nettoyé chimiquement en 2005 pour des raisons préventives de protection des composants. Les dépôts retirés correspondaient aux quantités anticipées.

### ***Principales conclusions***

Dans l'ensemble, l'étude a démontré la bonne condition du faisceau de tubes et autres composants des GV, comme semble le démontrer le faible taux de dégradation (19 tubes bouchés sur 14 168 tubes). Elle a aussi prouvé que le faisceau de tubes continuera de fonctionner de façon sécuritaire et efficace jusqu'à l'horizon 2035. De même, les enveloppes sous pression des côtés primaire et secondaire sont en bonne condition et le programme actuel d'inspection et de surveillance est suffisant pour une opération fiable jusqu'à l'horizon 2035. Il en est de même des attaches externes et des supports. À la suite du changement des plaques de séparation, les composants internes du côté primaire sont en bonne condition et ne présentent aucun obstacle à un service fiable jusqu'à l'horizon 2035. Bien que peu nombreuses, les inspections des composants internes du côté secondaire ont démontré que les composants internes sont dans un état adéquat et devraient être en mesure d'assurer une opération fiable jusqu'à l'horizon 2035.

Les cyclones séparateurs des GV sont aussi en bonne condition et ne présentent aucun signe évident d'amincissement de la paroi. La performance thermohydraulique des GV est excellente et on peut s'attendre à ce que cela se poursuive jusqu'à l'horizon 2035, pourvu qu'on surveille l'encrassement et la performance des cyclones primaires.

L'étude conclut que toutes les composantes des GV semblent être en bonne condition et qu'il est certainement possible d'atteindre l'horizon 2035.

#### ***3.1.1.2.4 Moteurs électriques***

Une étude des moteurs électriques de Gentilly-2 (EACL, février 2000) et une autre sur les connexions électriques des moteurs (EACL, juin 2002c), appelées « raccords de moyenne tension », ont été préparées pour Hydro-Québec Production.

Environ 850 moteurs électriques de Gentilly-2 ont été couverts par cette analyse. La puissance de ces moteurs varie entre 0,1 HP et 9000 HP. La figure 3-6 illustre la distribution des moteurs en fonction de leur puissance.

Pour des raisons pratiques, les moteurs ont été classés en trois groupes représentatifs. À l'intérieur de ces groupes, les moteurs ont été sélectionnés afin de retrouver la majorité des caractéristiques de conception. L'ensemble des moteurs sélectionnés est alors représentatif de la population des moteurs de la centrale. Les critères de sélection sont les suivants :

- couvrir des moteurs de 9000 HP à environ 40 HP ;
- inclure tous les moteurs de 6,6 kV ;
- inclure huit familles des moteurs de 575 V ;
- choisir des moteurs ayant un impact sur la sûreté nucléaire et la fiabilité de production ;
- inclure des moteurs de type vertical et de type horizontal, ayant différents types de roulement ;
- choisir des moteurs ayant différents types d'accessoires, d'instrumentation et d'enceinte ;
- choisir des moteurs de différents fournisseurs ;
- choisir des moteurs fonctionnant au courant alternatif (CA) et des moteurs fonctionnant au courant continu (CC).

Quant aux raccords de moyenne tension, ils sont principalement formés :

- de l'isolation électrique ;
- d'un déflecteur de champ (*electrical stress relief insulation*) ;
- d'une protection mécanique durant l'installation et l'opération ;
- de la capacité de raccorder le conducteur à l'équipement, à l'intérieur d'une boîte de jonction.

Présentement, l'entretien sur les moteurs électriques se concentre surtout sur le graissage des roulements à billes et sur la surveillance de la vibration, bien que certaines inspections et entretiens majeurs aient été effectués.

D'après les données historiques, il n'y a pas eu de problème majeur sur les raccords électriques des moteurs de moyenne tension. Le rapport recommande cependant de revoir la structure organisationnelle pour améliorer le suivi des moteurs. Cette recommandation est à l'étude.

### 3.1.1.2.5 Tuyauterie des systèmes nucléaires et conventionnels

Une centrale thermique utilise de la tuyauterie pour relier les organes qui réalisent les divers procédés. La tuyauterie transporte différents fluides qui provoquent une dégradation plus ou moins sévère en fonction du temps. Une centrale comme celle de Gentilly-2 possède environ 150 km de tuyauterie ayant un diamètre variant entre 2 cm et 2 m. La firme EACL a réalisé une étude pour évaluer l'état de la tuyauterie, incluant les supports associés aux systèmes nucléaires et non nucléaires

(conventionnels) jugés critiques (voir la figure 3-7). L'évaluation porte sur la capacité de la tuyauterie à soutenir une production jusqu'à l'horizon 2035.

Dans le cadre de l'évaluation de la tuyauterie de la centrale de Gentilly-2, EACL a produit trois rapports sur la tuyauterie des systèmes nucléaires (EACL, novembre 2001 ; août 2002c et août 2002d) et quatre rapports sur la tuyauterie des systèmes conventionnels (EACL, novembre 2002a ; décembre 2002b ; février 2003 et mai 2003).

L'étude d'EACL avait pour but d'analyser toute l'information historique disponible à partir de la conception et d'identifier les mécanismes de vieillissement pouvant affecter les équipements, pour finalement dégager des conclusions et des recommandations.

Les données de conception ont été revues afin de vérifier les bases, les critères fonctionnels et les exigences de sûreté. Les données de fabrication et de construction ont été évaluées pour confirmer que les déviations par rapport à la conception n'auront pas d'impact significatif sur l'exploitation actuelle ni sur une éventuelle exploitation jusqu'à l'horizon 2035. De même, la compilation des données de mise en service et l'historique d'opération, d'entretien, d'inspection, de surveillance des paramètres d'exploitation et de contrôle chimique ont été analysés afin d'identifier les sites qui montrent un comportement anormal, les mécanismes de dégradation en jeu et leurs causes. L'étude comportait aussi une vérification *in situ* de l'état de santé de la tuyauterie, des soudures, des supports et des raccords dans le cadre de rondes d'inspection. Parallèlement, on a effectué une revue de l'expérience internationale sur des systèmes similaires afin d'identifier les mécanismes de vieillissement qui pourraient affecter les systèmes de la centrale de Gentilly-2 ainsi que les sites les plus probables où ils pourraient apparaître.

Les principaux mécanismes de dégradation ont été considérés dans l'analyse de la tuyauterie et des supports. La corrosion se définit par une détérioration uniforme d'une surface métallique par réaction chimique ou électrochimique en présence d'un environnement oxydant. La protection contre la corrosion à l'intérieur de la tuyauterie est assurée par le contrôle chimique des fluides qui y circulent. Gentilly-2 a une bonne feuille de route quant au contrôle chimique des systèmes.

L'érosion se définit par l'enlèvement de particules de métal d'une surface à la suite de l'action abrasive de particules solides ou de liquides en mouvement. La tuyauterie de purge des GV rencontre les critères applicables à l'érosion.

La corrosion assistée par le débit est un mécanisme de dégradation des matériaux rencontrés sur la surface interne de la tuyauterie en présence d'eau ou de vapeur humide. Les principaux facteurs influençant la corrosion assistée par le débit sont la vitesse du fluide, les changements abrupts de géométrie, la température du fluide, la qualité de la vapeur, le pH du liquide, la concentration d'oxygène dissous et le



matériel constituant la tuyauterie. À la suite du bris d'une ligne d'eau d'alimentation ayant causé la mort de travailleurs à la centrale de Surry aux États-Unis, on a apporté un soin particulier au programme de suivi de l'érosion-corrosion à la centrale de Gentilly-2. Depuis, des portions de tuyauterie ont été remplacées et d'autres portions de tuyauterie qui sont suivies montrent un amincissement caractéristique de l'érosion-corrosion.

D'autres centrales similaires à Gentilly-2 ont instauré des programmes de suivi et constatent aussi les effets de l'érosion-corrosion à des sites similaires à ceux de Gentilly-2, mais aussi sur d'autres sites qui n'ont pas été analysés à Gentilly. Le programme CHECKWORKS développé par l'EPRI est largement utilisé dans l'industrie pour compléter les programmes de suivi de l'érosion-corrosion.

Les problèmes de frottement sont associés au mouvement relatif entre la tuyauterie et ses éléments de support, causé par la contraction ou la dilatation, elles-mêmes provoquées par les changements de température d'exploitation, et par la vibration. Des plaques d'usure protègent normalement la tuyauterie au niveau des supports. La tuyauterie inspectée lors des diverses rondes n'a révélé aucun signe majeur de frottement.

La fatigue réfère à la détérioration des matériaux qui sont sujets à des contraintes cycliques, causées par des changements de pression, de température ou de vibration. On note la présence de vibration sur des portions de tuyauterie, phénomène normal dans une centrale thermique. La conception de la tuyauterie doit tenir compte d'un certain nombre de cycles thermiques suite aux changements dans les paramètres d'exploitation comme les arrêts de production ou les changements de puissance. Dans l'éventualité d'une exploitation jusqu'à l'horizon 2035, il faut s'assurer que le nombre de cycles thermiques imposés aux différentes portions de tuyauterie demeurera à l'intérieur des limites acceptables.

Les principales conclusions de l'étude disent que la tuyauterie et les supports ont été conçus et installés de façon adéquate et que l'exploitation de la centrale de Gentilly-2 a été effectuée à l'intérieur des limites des paramètres chimiques. La condition de la tuyauterie et des supports ainsi que leur taux d'usure devraient permettre l'exploitation de Gentilly-2 jusqu'à l'horizon 2035.

#### **3.1.1.2.6 Principaux équipements nucléaires et conventionnels**

Hydro-Québec Production et Énergie Nouveau-Brunswick ont mandaté Énergie atomique du Canada limitée (EACL) pour conduire des études concernant l'estimation de la durée de vie de certains équipements critiques aux centrales de Gentilly-2 et de Point Lepreau. L'objectif principal de ces études était de donner une assurance raisonnable que les équipements visés par ces études assureront un service fiable, non seulement pour la durée de vie prévue à la conception, mais aussi advenant une production jusqu'à l'horizon 2035. Les principaux échangeurs de

chaleur, vaisseaux sous pression et pompes de Gentilly-2 ont donc été analysés. Des pronostics sur leur état actuel et projeté ont été dégagés.

Cinq rapports ont été produits par EACL (EACL, décembre 2001a, b, c et d ; décembre 2002a). Chaque étude regroupe plusieurs équipements critiques de grande dimension et du même type. Les études concernant les équipements des systèmes nucléaires sont regroupées sous l'appellation « groupe A » et les études concernant principalement les équipements des systèmes conventionnels et les services de la centrale le sont sous l'appellation « groupe B ».

Pour les échangeurs de chaleur et les vaisseaux sous pression, l'étude inclut leur enveloppe de pression, leurs supports externes ainsi que les composants internes qui sont irremplaçables. L'étude couvre aussi les pompes, excluant les moteurs qui les actionnent.

La méthodologie utilisée pour évaluer la condition des équipements est sensiblement la même dans chaque étude. Les principales étapes étaient les suivantes :

- Recueillir les données concernant la conception, la construction, l'opération, la maintenance et l'historique d'entretien de ces équipements.
- Établir une liste de tous les composants de chacun de ces équipements ainsi qu'une identification de tous les mécanismes de dégradation ou de vieillissement potentiels qui pourraient affecter la vie utile de ces composants. Ensuite, parmi ces composants, identifier ceux qui sont à risque, c'est-à-dire ceux qui pourraient être affectés par certains de ces mécanismes de dégradation ou de vieillissement.
- Revoir les exigences de conception et les attentes de performance de chaque équipement et ensuite voir quels mécanismes de dégradation peuvent influencer ces exigences et attentes.
- Faire une analyse des limites de conception concernant le fonctionnement normal, les transitoires d'opération ainsi que les transitoires en condition d'urgence, et voir si ces limites ont été atteintes ou dépassées jusqu'à aujourd'hui.
- Faire une revue des différents paramètres chimiques des fluides associés aux échangeurs de chaleur ainsi que des différents matériaux utilisés pour la construction de ces échangeurs qui sont en contact avec ces fluides.
- Faire une revue de l'historique d'opération ainsi que des activités de maintenance et d'inspection.

### ***Échangeurs de chaleur (groupe A)***

Ce groupe comprend les deux échangeurs de chaleur des refroidisseurs en temps d'arrêt (RTA), les deux interchangeurs de la purification du caloporteur, l'échangeur de chaleur de la purification du caloporteur, les deux échangeurs de chaleur du modérateur et l'échangeur de chaleur du système de refroidissement d'urgence du cœur (RUC).

La conclusion générale est que les échangeurs de chaleur du groupe A ont un bon pronostic pour atteindre l'horizon 2035. Plus spécifiquement :

- La fatigue thermique des composants des enveloppes sous pression est de beaucoup inférieure aux critères de conception. Aussi, le nombre de transitoires d'opération et de transitoires en condition d'urgence auxquels ont été soumis ces échangeurs jusqu'à aujourd'hui est de beaucoup inférieur au nombre prévu à la conception.
- Certains échangeurs ont été modifiés à la mise en service de la centrale afin de mitiger les effets de certains mécanismes de dégradation (ex. : vibrations des tubes induites par le débit).
- Certains échangeurs de ce groupe fonctionnent à basse pression et à basse température de façon telle que la fatigue thermique ne sera pas un facteur limitatif pour le prolongement de la durée de vie.
- Plusieurs échangeurs de ce groupe fonctionnent avec un débit réduit ou plus faible que le débit anticipé à la conception.
- Les données chimiques des systèmes associés aux échangeurs de chaleur de ce groupe montrent que les conditions chimiques ont été adéquatement maintenues.
- Un échangeur de chaleur de ce groupe (refroidissement d'urgence du cœur) est inspecté globalement à tous les dix ans, tel que recommandé par le manufacturier, et les composants qui subissent une dégradation ou un vieillissement sont changés lors de ces inspections. D'autres parties de cet échangeur sont construites en titane, qui est un matériau fortement immunisé contre la corrosion.

Une inspection complète de certains de ces échangeurs de chaleur a déjà été réalisée lors d'arrêts annuels. Bien que l'analyse des résultats ne soit pas totalement complétée par le personnel de l'avant-projet de réfection, aucun problème majeur n'a été rapporté par les ingénieurs de système visés. Ceci permet de conclure que ces équipements ne montrent pas de signes indus de vieillissement et ils devraient vraisemblablement pouvoir accomplir leurs fonctions jusqu'à l'horizon 2035.

### ***Échangeurs de chaleur et vaisseaux sous pression (groupe B)***

Ce groupe comprend les équipements suivants : les deux séparateurs-surchauffeurs, les dix réchauffeurs sur le poste d'eau, le dégazeur, les deux échangeurs d'ions sur la purification du caloporteur, l'échangeur de chaleur sur la purification du modérateur, les équipements du système de récupération de vapeur, les deux refroidisseurs sur les boucliers d'extrémité, les quatre échangeurs de chaleur sur l'eau de service recirculée et la bêche alimentaire.

La conclusion générale est que la plupart des échangeurs de chaleur et des vaisseaux sous pression du groupe B ont aussi un bon pronostic pour atteindre l'horizon 2035. Pour quelques-uns de ces équipements, on peut qualifier le pronostic de raisonnable. Par contre, une attention particulière devra être portée à certains vaisseaux sous pression. Il s'agit plus spécifiquement des suivants :

- Les données chimiques (lorsque disponibles puisque les conditions chimiques ne sont pas surveillées à chacun de ces équipements) des systèmes associés à ces équipements montrent que les conditions chimiques ont été adéquatement maintenues.
- Pour la plupart des équipements de ce groupe, la fatigue thermique des enveloppes sous pression n'est pas un facteur limitatif pour le prolongement de la durée de vie.
- Certains vaisseaux sous pression (dégazeur, bêche alimentaire, surchauffeurs) ont subi de sévères transitoires, spécialement durant la première année d'opération, dû à un fonctionnement inapproprié. Ces équipements ont un potentiel significatif de dommages induit par la fatigue. Le dégazeur a pour sa part été réparé et renforcé en 1984 et, depuis, aucun problème n'est survenu. La bêche alimentaire et les séparateurs-surchauffeurs ont été inspectés à plusieurs reprises jusqu'à aujourd'hui, et des fissures ont été observées lors de ces inspections. Les défauts ont été réparés. Les tubes et la plaque tubulaire des surchauffeurs ont été inspectés et aucune anomalie n'a été trouvée. Les supports externes de ces équipements ont été inspectés et il n'y a aucune évidence de dégradation due aux mécanismes de vieillissement connus.
- Pour les réchauffeurs de l'eau d'alimentation, aucune fuite de tube n'a été décelée jusqu'à aujourd'hui, et la performance thermohydraulique de ces équipements a été bonne jusqu'à maintenant. Aucune raison n'a été identifiée qui empêcherait que cette bonne performance ne continue. Par contre, des tubes ont été bouchés sur un réchauffeur à haute pression puisqu'une diminution de leur épaisseur a été notée lors d'inspections.

### ***Vaisseaux sous pression (groupe A)***

Ce groupe comprend les équipements suivants : le pressuriseur, le dégazeur-condenseur, les trois réservoirs d'eau et d'air du système de refroidissement d'urgence du cœur.

Les éléments chauffants dans certains de ces équipements ne sont pas inclus dans l'étude puisqu'ils sont remplaçables. Les pièces internes, tels que les gicleurs et la tuyauterie, sont incluses.

La conclusion générale est que les vaisseaux sous pression du groupe A ont un bon pronostic pour fonctionner adéquatement d'ici l'horizon 2035. Plus spécifiquement :

- Le pressuriseur et le dégazeur-condenseur ont actuellement été soumis à un nombre de transitoires beaucoup plus faible que le nombre prévu à la conception.
- Le pressuriseur et le dégazeur-condenseur ont subi une inspection interne et externe à deux reprises pour satisfaire aux requêtes des autorités qui régissent les vaisseaux sous pression et, à chaque reprise, ces équipements ont été trouvés en bonne condition. Par contre, ces inspections n'incluaient pas les pièces internes (ex. : gicleurs) qui ne font pas partie de l'enceinte de pression.

- Les réservoirs du système de refroidissement d'urgence du cœur sont maintenus à basse température et ne sont pas soumis à des transitoires thermiques.
- Les conditions chimiques du pressuriseur et du dégazeur-condenseur ne sont pas surveillées directement mais, étant donné qu'il y a échange d'eau entre ces réservoirs et le caloporteur et que les conditions chimiques du caloporteur sont surveillées, on peut conclure que les conditions chimiques de ces vaisseaux ont été adéquatement maintenues. Pour les réservoirs d'eau du système de refroidissement d'urgence du cœur, les conditions chimiques sont vérifiées périodiquement et corrigées au besoin.

### ***Pompes (groupe A)***

Ce groupe comprend les équipements suivants : les quatre pompes de circulation du caloporteur, les deux pompes du système de refroidissement en temps d'arrêt, les deux pompes de circulation du modérateur, les deux pompes d'appoint du caloporteur, les deux pompes du système de refroidissement d'urgence du cœur et les deux pompes du système d'eau d'urgence.

L'étude sur les pompes porte sur les composants de rétention de pression, c'est-à-dire l'enveloppe de la pompe, le couvert de l'enveloppe, le boulonnage de fermeture ainsi que les matériaux de la boîte d'étanchéité. L'étude inclut aussi les composants rotatifs, soit l'arbre de la pompe, le rouet, les composants du joint mécanique, ainsi que les joints statiques. Les paliers et les supports font aussi partie de l'étude. Certaines de ces pompes doivent posséder et maintenir des qualifications d'ordre sismique.

Plusieurs de ces pompes sont des composants critiques en raison du fait qu'elles forment une partie de l'enveloppe sous pression du système relié à la sûreté dans lequel elles opèrent.

Le pronostic pour que toutes les pompes de ce groupe atteignent l'horizon 2035 est bon, plus spécifiquement :

- Les pompes de ce groupe fonctionnent dans un environnement chimique adéquat et ceci autant pour la partie de la pompe elle-même que pour la partie du système d'étanchéité de la pompe. Par contre, les pompes du système d'eau d'urgence fonctionnent dans un environnement chimique plus hostile puisqu'elles font circuler l'eau du fleuve non traitée.
- Beaucoup de surveillance (concernant les vibrations par exemple), d'inspections et de maintenance sont effectuées sur les pompes de ce groupe, ce qui fait en sorte que les interventions de maintenance ont lieu bien avant que certains mécanismes de dégradation n'atteignent un niveau tel qu'ils pourraient sérieusement affecter la durée de vie de l'équipement.
- Les pompes du système d'eau d'urgence et du système de refroidissement d'urgence du cœur ont très peu d'heures de fonctionnement puisqu'elles sont sur

des systèmes statiques et qu'elles ne fonctionnent que durant leurs périodes d'essai. De plus, durant les essais, ces pompes fonctionnent à des débits plus faibles que les débits prévus à la conception.

- Les pompes de ce groupe ont été soumises à un nombre beaucoup moindre de transitoires d'opération et de conditions d'urgence que le nombre prévu à la conception.
- Les éléments rotatifs des pompes d'appoint du caloporteur seront changés. Cette décision a été prise à la suite de la découverte de défauts sur des pompes similaires installées à la centrale de Darlington. Une première pompe a fait l'objet d'une réfection à l'arrêt annuel de 2003 et l'autre à l'arrêt annuel de 2005.

### ***Pompes (groupe B)***

Ce groupe comprend les équipements suivants : les deux pompes de circulation au condenseur, les quatre pompes d'eau brute d'alimentation, les quatre pompes d'eau brute de refroidissement, les six pompes d'eau de service recirculée, soit quatre mues par un moteur électrique et deux par un moteur diesel, les deux pompes principales d'extraction du condenseur, les cinq pompes d'eau d'alimentation (trois pompes à 50 % et deux à 4 %) et les deux pompes d'alimentation en eau lourde (D<sub>2</sub>O) aux machines à chargement (M/C).

La portée de l'étude était la même que celle des pompes du groupe A, c'est-à-dire qu'elle incluait tant les composants de rétention de pression que les parties rotatives des pompes.

Toutes les pompes de ce groupe ont aussi un bon pronostic pour fonctionner adéquatement jusqu'à l'horizon 2035, plus spécifiquement :

- Beaucoup de pièces sur ces pompes peuvent être remplacées avec une relative facilité.
- La plupart de ces pompes fonctionnent dans un environnement chimique adéquat. Par contre, certaines pompes qui sont en contact avec l'eau du fleuve sont plus susceptibles d'être atteintes de corrosion microbienne.
- Beaucoup de surveillance (ex. : vibrations), d'inspections et de maintenance sont effectuées sur les pompes de ce groupe, ce qui fait en sorte que les interventions de maintenance ont lieu bien avant que certains mécanismes de dégradation n'atteignent un niveau tel qu'ils pourraient sérieusement affecter la durée de vie de l'équipement.

#### ***3.1.1.2.7 Turbo-alternateur (TA)***

L'étude du groupe turbo-alternateur réalisée par le manufacturier GE (General Electric, juillet 2002) portait sur l'ensemble du turbo-alternateur (voir la figure 3-8) et ses auxiliaires, à l'exception des séparateurs-surchauffeurs. L'étude devait tenir

compte du problème particulier de la déformation constante de la fondation supportant le turbo-alternateur.

De plus, un mandat a été confié à la division d'Hydro-Québec Équipement afin d'étudier les mouvements passés de la fondation de la turbine, et d'en évaluer les amplitudes jusqu'à l'horizon visé après la réfection. Ces résultats ont été transmis à GE (Hydro-Québec Équipement, octobre 2002).

### ***Travaux à effectuer sur le turbo-alternateur***

La performance du turbo-alternateur de Gentilly-2 se compare favorablement avec celle de la flotte de machines similaires. La durée de vie de ce type de machine est d'environ 30 ans avant d'y effectuer des réparations majeures. Les composants majeurs du turbo-alternateur doivent subir des inspections à un rythme de 6, 10 et 20 ans, selon le composant, et il n'est pas rare d'effectuer des remplacements de composants majeurs avant la période de 30 ans. Il n'y a présentement aucune indication relative au fait que la durée de vie du turbo-alternateur n'atteindrait pas 30 ans. Cependant, pour un fonctionnement fiable jusqu'à l'horizon 2035, il faut prévoir des travaux de rajeunissement dont les investissements sont considérés normaux par l'industrie.

#### *Alternateur*

Le stator de l'alternateur rencontre déjà des problèmes de fuites des connecteurs d'eau de refroidissement. La vie utile des barres est déjà fortement entamée. Le stator ne pourra fonctionner de façon fiable jusqu'à l'horizon 2035. Donc il est planifié de changer les barres du stator lors de la réfection ou avant.

Le rotor de l'alternateur possède une vie utile de 30 ans. Il est déjà aux deux tiers de sa vie utile et doit subir une inspection majeure pour déterminer l'état physique du rotor (*forging*) lui-même. Le rotor de l'alternateur a déjà subi un rebobinage avec les barres existantes et l'isolant inter-couches (*layer separator*) a été ajouté en 1992. Il est planifié de remplacer l'isolant inter-couches lors de la réfection.

#### *La turbine*

La situation la plus critique concerne la fondation du turbo-alternateur. La déformation de la fondation engendre de la distorsion au niveau de la turbine et a été la cause principale du manque de disponibilité de la centrale sur le réseau durant les premières années d'exploitation. Il est planifié de refaire les assises des corps de la turbine et de refaire l'alignement complet du turbo-alternateur en tenant compte des déplacements prévisibles de la fondation.

La turbine basse pression (BP) a subi des déformations importantes au niveau des plaques d'assise, ce qui a engendré la déformation des corps BP externes et internes.

Ces derniers seront redressés lors de la réfection. Les deux rotors BP sont en bonne condition mais ne pourront pas fonctionner de façon fiable jusqu'en 2035. Il est planifié de changer, lors de la réfection, les deux rotors par des rotors de type intégral lesquels ne rencontreront pas les problèmes de corrosion. De plus une performance accrue de 2 % sur la puissance électrique est anticipée et les inspections de routine actuellement faites aux six ans le seront aux dix ans.

La turbine haute pression (HP) est en bonne condition mais subit l'usure normale attendue de cette machine. En particulier, les diaphragmes du corps (HP) ont subi une usure normale et leur condition spécifique sera évaluée lors d'un arrêt annuel, d'ici la réfection de la centrale. Les diaphragmes demanderont des réparations et la bride du corps devra subir une modification pour améliorer son étanchéité. Ces activités seront réalisées lors de la réfection.

Bien que le système de contrôle électro-hydraulique (CEH) de la turbine ait très bien fonctionné jusqu'à maintenant, il devra être remplacé lors de la réfection puisque le fabricant a annoncé qu'il cesserait d'en assurer le soutien, certaines pièces étant devenues inaccessibles sur le marché.

Les auxiliaires du turbo-alternateur sont en bonne condition et ne requièrent que peu d'amélioration. Cependant il est planifié d'installer un système de filtration en ligne de l'huile de graissage du turbo-alternateur afin d'améliorer ce système et de procéder à un nettoyage de la tuyauterie de ce dernier.

#### **3.1.1.2.8 Câbles électriques**

Les câbles électriques ont fait l'objet de deux études de SSCc. L'une portait sur les câbles eux-mêmes (IREQ, septembre 2002) alors que l'autre couvrait les pénétrations de câbles électriques dans le B/R (EACL, juin 2002a).

L'étude sur les câbles électriques présente un résumé des travaux de recherche sur les mécanismes de vieillissement, les méthodes de diagnostic des propriétés physico-chimiques, la modélisation du vieillissement et les résultats obtenus sur diverses isolations en fonction de l'application de contraintes thermiques et/ou de radiations. L'étude présente aussi des méthodes de diagnostic pouvant être utilisées pour suivre l'évolution des câbles.

#### ***Description et historique***

On compte environ 1 165 km de câbles électriques de divers types à la centrale de Gentilly-2. L'étude couvre l'ensemble des câbles électriques de la centrale, et étudie leur comportement attendu dans des conditions normales d'opération. Ces câbles sont principalement : des câbles de puissance moyenne tension et de haute tension, des câbles de puissance basse tension, des câbles d'instrumentation et de contrôle, des câbles de communication, des câbles d'éclairage et des câbles de mise à la terre.



La majorité des câbles sont de type multiconducteur, c'est-à-dire que plusieurs conducteurs sont réunis dans un même câble. Chaque conducteur est entouré d'un isolant en polymère. Ces conducteurs sont réunis par un deuxième ruban de polymère, lui-même entouré d'un ruban de cuivre. Le tout est recouvert d'une gaine externe.

Les pénétrations électriques sont localisées en grande majorité sur le mur du B/R. Quelques-unes sont localisées sur chacun des sas. Les pénétrations électriques sont conçues pour permettre le passage des câbles électriques sans compromettre l'étanchéité du confinement. Elles ont toutes été conçues afin de maintenir les caractéristiques électriques et physiques du câble électrique, tout en maintenant étanche l'enceinte de confinement à la suite d'une perte de caloporteur (PERCA), suivie ou non d'un tremblement de terre.

Jusqu'à présent, il n'y a pas eu de problèmes majeurs avec les câbles électriques et les pénétrations électriques.

### ***Principales conclusions***

La conclusion de l'analyse sur les câbles électriques a porté sur les câbles enfouis, les câbles de 8 kV des pompes du caloporteur, les câbles de 225 kV du poste de répartition et les autres câbles de la centrale.

Pour les câbles enfouis, la situation à Gentilly-2 n'est pas différente de celle des autres postes d'Hydro-Québec. Sur ce type de câbles, on constate un très faible nombre de défaillances. Des analyses ont été faites sur quelques câbles enfouis depuis plus de 30 ans au poste Boucherville. Ces analyses ont montré une dégradation importante de la résistance d'isolation ainsi qu'une corrosion avancée de l'écran métallique en cuivre. Malgré cela, tous les câbles maintenaient leurs fonctionnalités. Des essais pourront être réalisés à Gentilly-2 afin de s'assurer de la fiabilité à long terme de ces câbles.

Pour les câbles de 225 kV installés dans le poste, l'auteur ne prévoit aucune dégradation diélectrique d'ici l'horizon 2035. Il mentionne que l'expérience de la compagnie Energie de France (EdF) avec ce type de câbles depuis 1969 est excellente.

La majorité des câbles étudiés (97 %) sont isolés avec du polyéthylène ou du PVC (conducteurs et gaines). Il n'existe aucune méthode pour déterminer la durée de vie résiduelle des câbles. On ne peut déterminer une relation entre la propriété mesurée et la fonctionnalité, ce qui empêche de déterminer le nombre d'années résiduelles.

Malgré cette absence de relation, l'auteur a analysé plusieurs études ou essais réalisés au Canada, aux États-Unis et en France, montrant que les câbles n'avaient subi qu'un faible vieillissement. Il en conclut que les câbles de Gentilly-2 ont peu ou n'ont pas subi de vieillissement depuis le début de l'exploitation de la centrale et qu'ils

pourront continuer d'opérer sous des conditions normales d'exploitation jusqu'à l'horizon 2035. Évidemment, les câbles qui n'auront pu être qualifiés pour des conditions environnementales sévères devront être remplacés.

Quant aux pénétrations électriques, deux ont été ouvertes et des essais ont été réalisés sur des composants. Les résultats d'essais montrent qu'il y a peu de dégradation sur les pénétrations, à l'exception du ressort ondulé. Les résultats indiquent qu'il y a une perte importante de l'élasticité du ressort. Notons que ce ressort sert à maintenir en place le manchon et n'a pas de fonction directe pour maintenir l'étanchéité lors d'une pressurisation du B/R. Malgré cette perte d'élasticité des ressorts, l'étanchéité de ces pénétrations électriques continue d'être assurée, comme cela est vérifié lors des essais de pressurisation du B/R réalisés en moyenne tous les trois ans. En effet, le but principal de ce ressort n'est que de compenser le vieillissement de la garniture, l'expansion et la contraction thermique, et les tolérances allouées aux composants.

#### 3.1.1.2.9 *Autres structures civiles*

Au total, six études ont été réalisées par EACL sur les structures civiles autres que le béton du confinement. Elles concernent le revêtement et les pénétrations du B/R (EACL, juin 2002b), les structures internes du B/R (EACL, août 2002e), la station de pompage (EACL, juillet 2002), les réservoirs de résines usées et de liquides radioactifs (EACL, août 2002a), les piscines de combustible irradié (EACL, octobre 2002b) et l'aire de stockage des déchets radioactifs (EACL, août 2002b).

Une autre étude a permis à Hydro-Québec Équipement de modéliser entièrement la fondation du groupe turbo-alternateur. Les auteurs ont étudié les relevés pris dans le passé pour expliquer les phénomènes en cause, et estimer les mouvements futurs. Les résultats de ce travail d'Hydro-Québec Équipement ont déjà été pris en considération dans la section relative au turbo-alternateur. Un rapport synthèse de toutes ces études sur les structures civiles a aussi été préparé (EACL, septembre 2002a).

#### ***Principales conclusions***

Les principales conclusions de ces études permettent de démontrer que, règle générale, la conception, la construction, les matériaux, l'exploitation, l'inspection et l'entretien rencontrent les normes en vigueur en ce qui concerne les structures visées.

Les inspections visuelles et la revue de la documentation ne révèlent aucun problème majeur de fonctionnement, aucune altération ou réparation majeure sur ces structures civiles. Il faut cependant que le revêtement interne à l'époxy de la piscine de stockage de combustible irradié soit réparé ou remplacé.

Dans l'ensemble, les effets reliés aux mécanismes de dégradation sur ces structures civiles au cours des 20 dernières années sont relativement mineurs et ils n'ont jamais empêché l'exploitation sécuritaire de la centrale.

Hydro-Québec Production est donc confiante qu'en appliquant les recommandations et en poursuivant les inspections et entretiens, ces structures civiles ne seraient pas un empêchement à une production jusqu'à l'horizon 2035.

### 3.1.1.3 Bilan de l'état de la centrale

Les bilans de santé constituent un élément important de l'avant-projet de réfection (APR) de la centrale de Gentilly-2. Alors que les études SSCc s'appliquent à des systèmes (ex. : turbine), des équipements (ex. : générateurs de vapeur) ou des structures (ex. : béton du bâtiment du réacteur), les bilans de santé s'appliquent seulement à des systèmes (bilans de santé de systèmes) ou à des groupes d'équipements (bilans de santé de génériques).

La méthodologie d'établissement des bilans de santé est la même, qu'il s'agisse de systèmes ou de génériques. Cette méthodologie, reconnue dans l'industrie, permet de démontrer que les systèmes et structures importants pour la sûreté et la production ont été identifiés, que les effets du vieillissement des structures et des équipements des systèmes sur leur capacité à remplir leurs fonctions ont été évalués et qu'ils seront pris en charge adéquatement. Cette gestion des effets du vieillissement se fera par le remplacement ou la réfection des équipements ou structures (durant la réfection ou durant un autre arrêt) et par des programmes de maintenance, d'inspection et d'exploitation (surveillance et suivi) adéquats. Un bilan de santé de même qu'une étude de SSCc ne visent donc pas une amélioration de la conception relativement à la sûreté. APR a donc réalisé une évaluation des améliorations potentielles des installations en regard de la sûreté.

Les bilans de santé répondent donc à deux questions fondamentales quant aux équipements et structures des systèmes :

- Quelle est leur condition actuelle?
- Quelles sont les activités nécessaires pour assurer leur fonctionnement adéquat durant la période suivant la réfection?

En plus des effets liés au vieillissement, les bilans de santé considèrent deux autres aspects tout aussi importants qui affectent la disposition d'un équipement face à la poursuite de son exploitation, à savoir :

- l'obsolescence d'un équipement qui demanderait son remplacement ;
- l'opportunité économique d'amélioration d'un équipement ou d'un système lors d'un très long arrêt ou une accessibilité accrue durant la réfection.

Les bilans de santé donnent de bons outils permettant de relever les défis d'une exploitation des installations de Gentilly-2 jusqu'à l'horizon 2035, soit de :

- maintenir la sûreté des installations conforme aux critères de base de l'obtention du permis d'exploitation, en maintenant la fiabilité des systèmes liés à la sûreté ;
- minimiser l'indisponibilité des installations causée par les défaillances d'équipements dues au vieillissement, et ainsi garder un facteur de production élevé ;
- minimiser les coûts de réparation et de remplacement des équipements vieillissants.

Cependant, comme tous les systèmes de Gentilly-2 n'ont pas le même rôle et la même importance face à la sûreté et à la production électrique, un choix judicieux des systèmes à étudier s'imposait.

#### **3.1.1.3.1 Sélection des systèmes**

Un premier niveau de sélection a permis de déterminer la liste des systèmes devant faire l'objet d'un bilan de santé (Boudreault, mars 2004). La méthode de sélection utilisée dans l'industrie a été adaptée à Gentilly-2. Elle se résume aux questions fondamentales suivantes :

- Le système est-il relié à la sûreté?
- Le système est-il important pour la production de la centrale? Est-ce que la défaillance de ce seul système pourrait mener à une perte de production significative?

Un bilan de santé est réalisé, sauf exception, pour tous les systèmes répondant positivement à l'une de ces deux questions. La liste des systèmes a été réalisée en plusieurs étapes appliquant la philosophie de défense en profondeur.

- Une première liste a été produite à partir d'une base de données répertoriant les équipements et leur cote de sûreté et a été révisée par EACL qui a participé au projet d'évaluation du bilan de santé de Point Lepreau.
- Une seconde liste a été produite de façon indépendante en utilisant les schémas fonctionnels.
- Les deux listes ont été consolidées en une seule.
- La liste finale a été vérifiée par le chef d'unité APR et le personnel de l'unité Services techniques.
- Une dernière vérification de la liste finale a été faite par un consultant de grande expérience dans le domaine nucléaire, tant avec les CANDU qu'avec d'autres types de réacteurs.

Tous les systèmes retenus pour une évaluation de leur état de santé forment un total de 73 bilans de santé. Quelques systèmes classés comme étant liés à la sûreté et/ou à la production ont été écartés. Les raisons ayant justifié ce choix ont été strictement documentées dans un rapport spécifique (Boulay, avril 2004). La majorité de ces systèmes n'ont pas été retenus en raison de leur faible complexité et de la grande

accessibilité de leurs équipements. La surveillance, l'entretien et les essais normaux de ces systèmes permettront de déceler et de corriger toute défaillance avant qu'elle ne compromette la sûreté des installations. D'autres systèmes ont été écartés parce qu'ils seront changés avant l'arrêt pour la réfection. Certains autres ont été changés récemment ou font partie d'une étude de SSCc ou d'une étude spéciale, comme celle concernant le remplacement des ordinateurs de commande.

### **3.1.1.3.2 Réalisation des bilans de santé**

L'établissement des études des bilans de santé de systèmes et de génériques suit un cheminement identique, systématique, basé sur une méthodologie acceptée dans l'industrie et encadré par des procédures spécifiques (Boudreault, octobre 2002 ; mai 2002). Ces études ont été produites en accord avec le plan d'assurance qualité de l'unité APR pour les bilans de santé de systèmes, alors que les bilans de santé de génériques l'ont été selon celui d'EACL qui les a réalisés. Les principales étapes pour l'établissement des bilans de santé sont semblables dans les deux cas :

- Recueil des informations nécessaires à l'établissement des bilans de santé (ex. : modifications de la conception, historique d'exploitation, entretien préventif et correctif et historique du suivi chimique).
- De même que tous les systèmes n'ont pas la même importance face à l'ensemble des installations, tous les équipements d'un système n'ont pas la même importance face aux fonctions de celui-ci. L'analyse des effets des mécanismes de vieillissement s'applique donc seulement aux équipements retenus lors du deuxième niveau de sélection à partir de critères spécifiques, qui permettent à l'évaluateur de déterminer pour chaque équipement d'un système s'il doit en poursuivre le processus d'évaluation.
- Analyse des équipements retenus face aux mécanismes de vieillissement.
- Conclusions et recommandations.

Dès le début du processus, l'unité APR a privilégié l'implication des responsables techniques de système (RTS) dans la réalisation des bilans de santé. Les bilans de santé de systèmes ont donc été réalisés, sauf quelques exceptions, par ces derniers, permettant de mettre à profit leur grande connaissance, tant du point de vue de la conception, de l'exploitation que de l'entretien des systèmes dont ils sont responsables. Les auteurs impliqués dans la rédaction des bilans de santé de systèmes ont reçu une formation sur les mécanismes de vieillissement possibles en centrale (EACL, décembre 2001e). Cette formation, en plus de donner des outils indispensables pour la réalisation des études, a eu comme second avantage d'améliorer l'expertise globale du personnel du support technique en gestion du vieillissement.

Certains équipements, déjà identifiés comme des génériques, se prêtaient particulièrement bien à l'analyse par des experts de ce genre de composants. Le concepteur EACL a fourni ces experts. Comme, par ailleurs, ces experts ne

connaissent pas nécessairement en profondeur les systèmes sur lesquels sont installés ces équipements, des rencontres ont été organisées avec les différents groupes d'intervenants de la centrale : RTS et personnel d'entretien électrique, mécanique, instrumentation et contrôle. Cela a permis aux évaluateurs des bilans de santé de génériques, de recueillir l'information spécifique liée à l'expérience de suivi, d'exploitation et d'entretien des équipements génériques.

Ces équipements ont aussi été regroupés selon des caractéristiques similaires, soit, par exemple, les vannes, la tuyauterie, les supports des équipements, les moteurs, les boîtes de jonction et l'instrumentation.

Finalement, l'exercice complet des bilans de santé a permis la réalisation de 107 analyses : 73 bilans de santé de systèmes et 34 bilans de santé de génériques.

### 3.1.1.3.3 Conclusions des bilans de santé

L'exercice des bilans de santé de systèmes a généré un nombre restreint de recommandations. La grande majorité de celles-ci concerne l'amélioration des programmes d'entretien dont la responsabilité revient à l'exploitation normale. Quelques recommandations visent des inspections d'équipement, pour en confirmer l'état, et un faible nombre propose le remplacement ou la réfection d'équipements.

L'analyse des systèmes a donc démontré que la majorité d'entre eux sont dans un état satisfaisant, et que l'inspection et le remplacement de quelques équipements ainsi que des méthodes d'exploitation et de maintenance améliorées seront adéquates pour gérer efficacement le vieillissement des équipements, et assurer le maintien de l'exploitation jusqu'à l'horizon 2035.

Une centaine de recommandations proviennent des bilans de santé de génériques. La plupart concerne les vannes et la tuyauterie. Alors que très peu de ces recommandations touchent directement les activités d'un éventuel projet de réfection, la grande majorité couvre des améliorations aux divers programmes liés à l'exploitation courante de la centrale. Elles sont ou seront prises en compte par le programme d'entretien préventif et correctif. Plusieurs inspections seront aussi réalisées avant ou pendant la réfection, afin de confirmer les conclusions.

L'analyse des équipements génériques des systèmes soumis à un bilan de santé démontre que la très grande majorité d'entre eux sont dans un état satisfaisant. Très peu de ces équipements nécessitent une réfection ou un remplacement. Les programmes d'entretien actuels sont, moyennant quelques améliorations, adéquats. Les effets des mécanismes de vieillissement sur ces équipements seront donc gérés efficacement pendant la période d'exploitation jusqu'à l'horizon 2035.

Cependant, ces études ont révélé que certains travaux plus importants devront être réalisés lors de la réfection : remplacement des six unités des barres liquides,

remplacement des quatre boîtes d'eau du condenseur principal, réfection des systèmes de distribution électrique et remplacement des vannes de dérivation (de la vapeur) au condensateur (VDC).

### **3.1.2 Portée du projet de réfection**

Toutes les études menées dans le cadre de l'avant-projet de réfection de Gentilly-2 ont pour but de recommander les actions requises afin de donner l'assurance raisonnable qu'une fois la réfection réalisée, la centrale pourra être opérée de façon fiable et sécuritaire jusqu'à l'horizon 2035, et que les divers permis requis pour son opération pourront être obtenus. Près de 200 études diverses ont été menées entre les années 2001 et 2003. Environ 800 recommandations ont été produites par les auteurs de ces études (voir la figure 3-9).

Par conséquent, pour élaborer le contenu du projet, son échéancier et le budget requis, il a fallu examiner rigoureusement les recommandations émises. Cet examen a été possible en suivant un processus de gestion des recommandations dont les éléments majeurs sont présentés ci-dessous.

Toutes les recommandations issues des diverses études de l'avant-projet ont été saisies au fur et à mesure de leur émission dans une base de données dédiée à cette fin. De cette base de données, il est possible de retracer toutes les étapes de traitement d'une recommandation.

Le traitement d'une recommandation se résume aux étapes suivantes :

#### **1. Saisie de la recommandation**

Chaque fois qu'une étude APR est complétée et approuvée, la personne responsable d'accepter le document saisit toutes les recommandations suggérées dans l'étude. Pour chaque recommandation, les informations suivantes sont consignées dans la base de données :

- Références au document d'origine.
- Description, motifs, conséquences de ne pas réaliser cette recommandation et mitigation suggérée.
- Portée de la recommandation, catégorie et budget à imputer.

#### **2. Validation de la recommandation**

La validation de chaque recommandation se fait par un comité composé du chef APR (voir la figure 3-10), des gestionnaires et chargés d'équipes des différentes unités APR, et des représentants des RTS. À chaque rencontre, le

comité examine les recommandations à traiter et il les aiguille selon les finalités suivantes :

- *Recommandation rejetée* en raison de sa non-pertinence, de sa prise en compte par un programme existant d'exploitation ou de son intégration à une autre recommandation déjà retenue.
- *Recommandation retenue et transférée au chef de centrale de Gentilly-2* (voir la figure 3-11) car elle a un impact sur l'exploitation courante de la centrale. Il s'agit habituellement de mises à jour aux programmes d'entretien ou d'inspections à effectuer. Ce type de recommandation a été transféré aux instances concernées d'exploitation par le biais du moyen de communication approprié.
- *Recommandation retenue qui a pour but d'assurer la pérennité des installations jusqu'à l'horizon 2035*. Ces recommandations sont estimées et insérées dans l'échéancier de réfection. Il s'agit habituellement de la modification ou de la restauration jugée nécessaire d'un système ou d'un équipement. Il peut aussi s'agir d'inspections qui ne peuvent s'effectuer qu'au début de l'arrêt de réfection ou d'études de sûreté pour satisfaire la réglementation. Pour chacune de ces recommandations, le comité détermine le calendrier d'exécution, le budget à imputer et l'ordre de grandeur du coût à prévoir.

### 3. Consolidation de la recommandation

Les décisions du comité de validation sont entérinées par le comité de consolidation composé du chef de l'APR, du chef de Centrale, du chef Maintenance, du chef Services Techniques et du chef Sûreté Nucléaire (voir la figure 3-11). À chacune de ses rencontres, ce comité passe en revue et sanctionne les recommandations rejetées qui ont été jugées non requises, celles à transférer au chef de centrale, ainsi que celles retenues pour le projet de réfection.

### 4. Disposition de la recommandation

Les recommandations retenues sont :

- Soit transférées au chef de centrale au moyen d'une note de service, d'une demande de travail ou d'un rapport d'action corrective (RAC). À partir du moment où la recommandation est transférée, elle est considérée comme traitée et sous la responsabilité des instances concernées.



- Soit prises en compte dans le projet de réfection. Ces recommandations déterminent l'envergure de la réfection de la centrale de Gentilly-2.

Les décisions et les étapes de traitement relatives à chaque recommandation sont archivées dans la base de données dédiée à cette fin. Des comptes rendus officiels des rencontres des comités de validation et de consolidation ont été rédigés pour chaque réunion. Les décisions prises par les comités de validation et de consolidation ont été enregistrées dans la base de données.

### **3.1.2.1 Principaux travaux à effectuer**

Les travaux retenus par les comités de validation et de consolidation sont présentés selon les différents domaines ci-dessous. Pour chaque domaine, un bref sommaire décrit les activités à effectuer.

#### **3.1.2.1.1 Réfection du réacteur**

La réfection se subdivise en plusieurs sous-activités, à savoir :

- inspection détaillée pour préparer l'intervention ;
- préparation et développement des outils pour le remplacement des composants ;
- qualification des manufacturiers ;
- remplacement des tubes de force, des tubes de cuve et des tuyaux d'alimentation ;
- réfection de certaines sections de la machine à chargement de combustible.

Une description des travaux de retubage et de réfection est présentée à la section 3.4.1.2.

#### **3.1.2.1.2 Remplacement des ordinateurs de commande**

En raison principalement de problèmes d'obsolescence anticipés de plusieurs composants, et malgré un rendement satisfaisant depuis le début des opérations de la centrale, il a été recommandé de remplacer les ordinateurs de commande (voir la figure 3-12) pour la poursuite de l'exploitation jusqu'à l'horizon 2035. Les principales activités de cette tâche sont les suivantes :

- développement des logiciels ;
- qualification des manufacturiers ;
- remplacement des ordinateurs de la salle de commande et du simulateur.

#### 3.1.2.1.3 Réfection du groupe turbo-alternateur

On devra refaire l'alignement de la base de la turbine et le bobinage de l'alternateur (rotor et stator). Il faudra également remplacer le module de commande et de protection de la turbine, ainsi que les deux rotors à basse pression (BP).

#### 3.1.2.1.4 Réfection des auxiliaires du réacteur

Des logiciels pour le remplacement des comparateurs numériques programmables seront développés et on ajoutera des paramètres de déclenchement. Diverses améliorations au RUC (voir la figure 3-13) seront effectuées, dont l'automatisation du transfert de la phase moyenne à la phase de basse pression (RUC-MP au RUC-BP).

#### 3.1.2.1.5 Analyses de sûreté

En raison de l'importance de certains travaux sur la sûreté de la centrale, il faudra effectuer toutes les analyses de sûreté exigées par les normes actuelles, à l'aide des modèles numériques les plus récents. Ces analyses ont pour but d'appuyer les modifications aux systèmes spéciaux de sûreté qui seront effectuées durant la réfection, et de tenir compte de la présence de combustible neuf dans le réacteur au moment du redémarrage. Il faudra réviser toutes les sections pertinentes du rapport de sûreté pour ensuite le soumettre à la CCSN. Le développement d'une évaluation probabiliste de sûreté (EPS) spécifique à Gentilly-2 a déjà débuté dans le cadre de l'avant-projet et cette évaluation sera complétée dans le cadre du projet. Les principaux éléments d'une revue de sûreté intégrée ont été réalisés dans le cadre de l'avant-projet.

#### 3.1.2.1.6 Réfection de systèmes électriques

On remplacera ou on effectuera la réfection des équipements désuets sur les systèmes électriques et on remplacera certains câbles à l'intérieur du B/R pour en assurer la qualification environnementale. Certains équipements électriques seront inspectés.

#### 3.1.2.1.7 Réfection de systèmes de support

On procédera à la remise à neuf des joints d'étanchéité du SAS. Plusieurs activités seront réalisées :

- protection des revêtements en prévision de l'arrêt pour la réfection ;
- application d'un revêtement étanche (Normac) dans le B/R ;
- réfection des trois compresseurs ;
- réfection de certains équipements ;
- déplacement de l'orifice de l'eau de service recirculée (ESR) ;
- inspection de certains systèmes ;

- réfection de moteurs diesels ;
- mise en place d'un programme d'entretien pour le B/R.

### 3.1.2.2 Installations annexes liées à la réfection de la centrale

La réfection de la centrale exigera l'aménagement d'installations annexes temporaires sur le site du complexe nucléaire.

Un bâtiment d'un étage, d'environ 18 m de largeur sur 60 m de longueur, sera construit au nord de l'IGDRS (voir la figure 3-14). En plus d'abriter les bureaux administratifs et d'ingénierie préliminaire, il sera utilisé pour la formation des employés et pour l'entreposage des outils.

On utilisera aussi l'entrepôt situé à l'ouest de la centrale de Gentilly-1 pour le stockage temporaire de matériel nécessaire à la réfection. Il est également possible qu'une partie de l'entrepôt situé près de la station de pompage de la centrale de Gentilly-2 soit utilisée à des fins d'entreposage temporaire (voir la figure 2-1).

De même, des bâtiments de l'ancienne usine d'eau lourde La Prade pourraient servir à l'entreposage du matériel de réfection. Cette propriété est située à l'est du complexe nucléaire, au bord du Saint-Laurent. Dans ce cas, les camions qui transporteront le matériel circuleront sur la route 132 et sur l'autoroute 30 au sud du complexe nucléaire. Il est également possible que des pièces soient acheminées par voie ferrée à EACL, qui possède des bâtiments d'entreposage situés juste à l'est du complexe nucléaire de Gentilly.

Deux roulottes sont aussi prévues pour abriter la salle à manger des travailleurs. Ces dernières seront situées à proximité du bâtiment qui sera construit au nord de l'IGDRS.

Les espaces de stationnement existants seront suffisants pour recevoir les quelque 150 à 200 travailleurs supplémentaires qui pourront être présents sur le site du complexe nucléaire pendant les 18 mois de la réfection de la centrale.

L'aménagement d'installations annexes temporaires sur le site du complexe nucléaire, liées à la réfection de la centrale, ne produira pas de matières dangereuses résiduelles. Pour être autorisés sur le chantier, les équipements (pelle excavatrice, boteur, chargeur, etc.) devront faire l'objet de certifications prouvant leur bon état de fonctionnement, et l'entrepreneur devra soumettre un plan d'urgence environnemental à Hydro-Québec Production. Ce plan comprend notamment une stratégie de gestion des déversements accidentels de même qu'une structure d'alerte identifiant clairement, en plusieurs points du chantier, les responsables à contacter en cas d'incident. L'entrepreneur devra également avoir en tout temps sur les lieux une trousse environnementale pour déversement accidentel.

### 3.1.2.3 Mise en service et redémarrage

Pour le démarrage initial des CANDU 6, la charge de combustible est essentiellement composée de grappes neuves d'uranium naturel et d'un certain nombre de grappes neuves contenant de l'uranium appauvri ayant une teneur réduite en U-235. Le nombre de grappes appauvries et leur distribution permettent de réduire la quantité requise de poison soluble dans le modérateur et d'optimiser la distribution de puissance du combustible.

Les analyses détaillées requises pour établir le nombre de grappes appauvries et leur distribution dans le réacteur seront réalisées à la phase 2 du projet de réfection.

### 3.1.3 Calendrier du projet de réfection

Hydro-Québec Production a effectué, dans le cadre de l'avant-projet, des études afin de recueillir les données essentielles à la prise de décision relative à la réfection des installations. Comme la réfection du réacteur nécessitera un investissement important, il est nécessaire de s'assurer que les équipements de la centrale (autres que le réacteur) sont aussi aptes à fonctionner pour une période prolongée. Ce fut l'objectif de l'avant-projet, aussi appelée la phase 1 du projet de réfection.

#### 3.1.3.1 Phase 1 du projet de réfection

La phase 1 du projet de réfection a débuté en janvier 2001 et devrait se terminer en 2006. Durant cette période, toutes les études requises pour déterminer ce qui doit être fait pour prolonger la vie utile de Gentilly-2 jusqu'à l'horizon 2035 sont menées.

C'est aussi la période où le processus d'obtentions des autorisations gouvernementales est enclenché ainsi que certaines activités spécifiques requises pour le projet de réfection. Ces activités sont :

- l'étude d'impact sur l'environnement ;
- la conception des installations de gestion des déchets radioactifs solides ;
- les travaux d'ingénierie préliminaires ;
- le développement des procédures du programme d'assurance de la qualité (N286) ;
- les activités de définition technique du remplacement des ordinateurs de commande.

#### 3.1.3.2 Phase 2 du projet de réfection

La phase 2 du projet de réfection (aussi nommée phase d'ingénierie et d'approvisionnement) devrait débuter en 2006 pour se terminer au printemps de 2011.

Cette phase consiste à préparer les activités de réfection et l'ingénierie des travaux. On effectuera des inspections supplémentaires pour confirmer certaines conclusions des études d'avant-projet. De plus, on émettra les contrats d'approvisionnements pour obtenir les services et le matériel requis lors de la réfection.

Voici les activités importantes et les contraintes qui doivent être respectées durant la phase 2 :

- Les plans de travail détaillés seront complétés en 2007 , de façon à définir les livrables requis. Pour chacun de ces livrables, un descriptif, un budget et un échéancier seront élaborés.
- Le contrat de réfection du réacteur sera attribué en 2007 afin d'avoir le délai suffisant pour rencontrer l'échéancier de la phase 3 (phase d'arrêt pour réfection décrite à la section 3.1.3.3).
- Le contrat de réfection du turbo-alternateur sera attribué en 2007.
- Les efforts d'ingénierie détaillée seront concentrés en 2007-2008.
- Des inspections supplémentaires lors des arrêts annuels planifiés d'ici la réfection seront effectuées par le groupe d'exploitation. Plusieurs de ces inspections permettront de mieux préciser la nature des travaux sur les équipements. En conséquence, l'équipe de gestion du projet fera un suivi de ces inspections planifiées et portera attention aux résultats.
- Des analyses de sûreté présentement en cours permettront de rencontrer les exigences réglementaires et de préciser les modifications à effectuer sur les systèmes de sûreté.
- La préparation des lots d'implantation, de remplacement et de modification d'équipements débutera en 2008 et suivra les efforts d'ingénierie de conception.
- Sauf pour les travaux nécessitant la fabrication de composants ayant un long délai de livraison, l'approvisionnement des équipements et des services requis se fera en fonction de leur utilisation entre la fin de 2008 et le début de 2011.
- Les procédures de mise à l'arrêt et de redémarrage de la centrale seront rédigées en 2008, selon les exigences de la réfection.
- La conception détaillée des installations de stockage des déchets radioactifs de la réfection du réacteur se fera en 2007.

- L'aménagement des aires de travail temporaires pour réaliser la réfection du réacteur se fera en 2009 et 2010.
- Les travaux de sûreté effectués durant la phase 1 permettront d'obtenir l'autorisation pour la conception des équipements liés à la sûreté. On aura alors une assurance raisonnable que les exigences réglementaires seront satisfaites.

### 3.1.3.3 Phase 3 du projet de réfection

La phase 3 du projet de réfection (aussi nommée phase d'arrêt pour la réfection) devrait débuter au printemps 2011. La centrale sera de nouveau branchée au réseau de TransÉnergie à l'automne 2012, soit après un arrêt de 18 mois. La phase 3 est divisée en trois parties :

- la mise à l'arrêt (phase 3a) ;
- les travaux de réfection (phase 3b) ;
- la mise en service (phase 3c).

Le projet devrait être complété vers la fin de 2012. Le cheminement critique de la phase 3 comprend les activités de mise à l'arrêt du réacteur, le remplacement des équipements du réacteur, et les activités de redémarrage et de montée en puissance.

L'élément déterminant de ce cheminement critique est le remplacement des canaux de combustible du réacteur. Les travaux dans le bâtiment du réacteur et l'accès à la voûte pour le remplacement des canaux seront coordonnés en fonction de l'espace disponible.

#### 3.1.3.3.1 Phase 3A (arrêt et préparation)

Les principales activités de cette phase sont :

- la mise à l'arrêt de la centrale ;
- le retrait du combustible du réacteur ;
- le retrait des barres au cobalt ;
- le nettoyage des générateurs de vapeur et la décontamination du caloporteur ;
- le drainage du caloporteur et de ses auxiliaires ;
- le drainage du modérateur ;
- le drainage des tubes de force par la machine à chargement (M/C) ;
- l'aménagement des voûtes.

#### 3.1.3.3.2 Phase 3B (réfection)

La durée de cette phase est déterminée par la réfection du réacteur. C'est également durant cette phase que seront réalisés la plupart des travaux retenus dans le cadre du

projet. Les activités importantes et les contraintes qui doivent être respectées pour cette phase sont :

- la réfection du réacteur, soit le retrait des composants du réacteur (tubes de force, tubes de cuve et tuyaux d'alimentation) et l'installation des composants neufs ;
- la réfection du turbo-alternateur et du condenseur ;
- la réalisation des recommandations retenues pour le projet (installation de nouveaux équipements sur les systèmes spéciaux de sûreté, remplacement des ordinateurs de commande, modification aux équipements électriques, etc.).

### **3.1.3.3.3 Phase 3C (redémarrage et mise en service)**

Cette phase a été subdivisée en quatre parties pour être conforme à la nomenclature utilisée lors du premier démarrage de Gentilly-2. Les principales activités de ces sous-phases sont :

- Phase 3C/A (préparation et reconfiguration des systèmes avant la première approche critique) :
  - réaménagement des voûtes ;
  - remplissage du caloporteur et réalisation du test hydrostatique ;
  - essai haute pression du B/R.
- Phase 3C/B (première approche critique avec le réacteur chargé de combustible neuf) :
  - mêmes étapes que le premier démarrage de Gentilly-2, soit la première approche à la criticité, suivie de la calibration neutronique des divers mécanismes de réactivité (contrôle et protection).
- Phase 3C/C (mise en service) :
  - montée en puissance par paliers, vérifications neutroniques et thermiques, vérification de la régulation par l'ordinateur de commande et réalisation des essais divers ;
  - arrêt pour corriger les divers problèmes observés durant les étapes précédentes.
- Phase 3C/D (exploitation) :
  - montée jusqu'à la pleine puissance du réacteur et exploitation continue.

### **3.1.4 Budget du projet de réfection**

Le coût total des activités retenues est évalué à 708 M\$ (en \$ de 2003). Ce montant comprend les coûts estimés pour réaliser les travaux proprement dits, mais aussi les coûts passés et à venir de la réalisation de l'avant-projet de réfection, ceux de la gestion à venir du projet et ceux du personnel de Gentilly-2 qui sera directement affecté à la réalisation des activités de la phase 3 du projet de réfection. En ajoutant à ce montant des provisions pour contingence, l'inflation, la taxe sur le capital et les intérêts encourus, c'est un montant total de près de 1,2 milliard de dollars qui sera capitalisé à la fin de 2011 (voir le tableau 3-2).

### **3.1.5 Organisation et main-d'œuvre**

La réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2 est un projet d'envergure. Il est soumis à des exigences réglementaires très rigoureuses et sera réalisé sur une longue période de temps. Le projet fait appel à des domaines des sciences et du génie partagés entre Hydro-Québec Production et Hydro-Québec Équipement, qui sera mandatée pour sa réalisation.

#### **3.1.5.1 Schéma organisationnel**

La gestion de ce projet doit prendre en compte l'ensemble de ces caractéristiques tout en s'intégrant harmonieusement avec les exigences et les activités d'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2. La stratégie de réalisation doit considérer la disponibilité des ressources à la division Production thermique et nucléaire (DPTN) et les expertises d'Hydro-Québec Équipement en gestion de projet et en exécution de la construction. La stratégie de réalisation doit aussi prendre en compte les expériences plus récentes dans la gestion de projets similaires.

#### **3.1.5.2 Main-d'œuvre**

EACL est pressentie pour la réalisation des travaux de réfection du réacteur. La fabrication des composants de remplacement, principalement les tubes de force, les tubes de cuve et les raccords d'extrémité, se fera en Ontario. Les estimations des besoins en main-d'œuvre nécessaire pour réaliser les travaux de réfection du réacteur de la phase 3 au site de Gentilly sont présentés au tableau 3-3. EACL utiliserait un noyau composé de ses spécialistes et ingénieurs pour superviser les travaux, donner la formation et réaliser les opérations hautement spécialisées. À ce noyau serait greffé une équipe de travailleurs locaux qui exécuteront toutes les tâches en chantier sous une supervision technique directe. Hydro-Québec Équipement assurera la coordination des travaux de remplacement des composants des canaux de combustible avec l'ensemble des autres travaux en centrale. Hydro-Québec Production effectuera la surveillance du chantier en ce qui a trait à la sécurité industrielle et à la radioprotection. Le nombre de travailleurs variera en fonction de l'envergure des activités à réaliser ainsi que des doses radiologiques associées à ces



activités. Comme la réfection du réacteur constitue le cheminement critique de l'arrêt de la centrale, les travaux se dérouleront de façon continue.

Pour la réfection du turbo-alternateur et pour le retubage du condenseur, environ 30 à 40 personnes additionnelles travailleront quotidiennement sur le site, sur deux quarts de travail. En ce qui concerne le reste des travaux à réaliser en phase 3, seul du personnel spécialisé d'exploitation de la centrale sera mis à contribution.

### **3.2 Poursuite de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2**

Dans la mesure où le programme de surveillance de l'environnement n'a révélé aucune tendance à la hausse de l'activité radiologique dans les différents compartiments environnementaux depuis la mise en service de la centrale de Gentilly-2, il y a lieu de croire que les niveaux actuels observés au complexe nucléaire de Gentilly et dans ses environs seront similaires plus tard. Il est même possible que l'activité radiologique diminue, de par la mise en œuvre du SGE d'Hydro-Québec Production et de l'amélioration continue de ses pratiques.

Les rejets radiologiques et chimiques associés aux opérations normales et à l'entretien de la centrale ainsi qu'à la gestion des matières dangereuses et des substances nucléaires ne subiront aucune augmentation par rapport aux pratiques en vigueur depuis la mise en service de la centrale. Aucun changement important des caractéristiques du rejet thermique n'est à prévoir.

### **3.3 Déchets non radioactifs résultant de la poursuite de l'exploitation et de la réfection de la centrale**

Des déchets non radioactifs seront engendrés par la poursuite de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2. Ces déchets seront similaires aux déchets actuels décrits à la section 2.3.3 et seront gérés de la même façon.

Des déchets métalliques non radioactifs seront aussi produits par les travaux de réfection de la centrale et pourront être expédiés à la ferraille. Ils comprennent principalement les 28 000 tubes de condenseur en cuivre et en acier inoxydable, des plaques d'assise et 8 plaques tubulaires. Certaines pièces pourraient être mises en vente ou utilisées comme pièces de rechange. Ces équipements pourraient être placés dans un entrepôt temporaire sur la propriété d'EACL ou au nord de l'IGDRS.

## 3.4 Modification des aires de stockage des déchets radioactifs et du combustible irradié

### 3.4.1 Évaluation des besoins de stockage

#### 3.4.1.1 Poursuite de l'exploitation de la centrale

##### 3.4.1.1.1 Combustible irradié

Le réacteur CANDU de la centrale nucléaire de Gentilly-2 utilise comme combustible de l'uranium naturel. Le dioxyde d'uranium ( $\text{UO}_2$ ), obtenu par raffinage des concentrés ( $\text{U}_3\text{O}_8$ ) du minerai, est ensuite comprimé et fritté en pastilles à texture céramique. Ces pastilles sont scellées dans une gaine faite d'un alliage de zirconium. Chaque gaine et les pastilles qu'elle renferme forment un crayon. Chaque crayon contient 31 pastilles de dioxyde d'uranium.

Les grappes de combustible sont composées de 37 crayons soudés aux deux plaques d'extrémité (voir la figure 3-15). Les grappes ont une longueur de 495 mm, un diamètre de 102 mm et une masse de 24,1 kg, dont 19,3 kg d'uranium. Avant que les grappes soient placées dans le réacteur, les isotopes d'uranium sont constitués de 99,28 % d'uranium-238, de 0,71 % d'uranium-235 et d'un peu moins de 0,01 % d'uranium-234 (voir le tableau 3-4).

Dans le réacteur, les neutrons, principalement ralentis par l'eau lourde, fissionnent les noyaux d'uranium-235 contenus dans les pastilles de dioxyde d'uranium. Au moment de la fission, il y a libération d'énergie sous forme de chaleur ainsi qu'émission de rayonnements et de deux ou trois neutrons qui permettent de maintenir la réaction en chaîne. La chaleur dégagée sert à produire de l'électricité de la même façon que dans une centrale thermique classique. Avec le temps, les nouveaux éléments radioactifs formés à l'intérieur des pastilles réduisent le processus de fission en absorbant davantage de neutrons, ce qui diminue l'efficacité du combustible nucléaire. Après un séjour moyen d'un an dans le réacteur, les grappes de combustible sont retirées et placées dans la piscine de stockage. L'eau de la piscine sert à la fois au refroidissement des grappes et d'écran afin d'assurer la protection des humains contre les rayonnements.

Seulement 0,65 % du dioxyde d'uranium contenu dans une grappe de combustible se transforme en nouveaux éléments radioactifs, dont la plupart se changent ensuite très rapidement en éléments stables à mesure que décroît la radioactivité (voir le tableau 3-4). De fait, une heure après le retrait d'une grappe de combustible du réacteur, la radioactivité a diminué de plus de 60 %. Après dix ans, la radioactivité du combustible est mille fois moins élevée. Après 500 ans, la dose de rayonnement et la chaleur résiduelle s'élèveraient respectivement à  $8,2 \times 10^{-4}$  Sv/h à 1 m et à 0,33 W par grappe. Une personne pourrait alors se tenir sans danger à proximité d'une grappe de combustible irradié.

Au début de son séjour dans la piscine, la grappe de combustible dégage une dose de rayonnement d'environ 27 000 Sv/h à 30 cm et sa chaleur résiduelle atteint 9 kW. La figure 3-16 illustre la décroissance de la radioactivité et de la chaleur résiduelle d'une grappe type de combustible irradié après son retrait du réacteur. Ainsi, après avoir séjourné en piscine pendant au moins six ans, une grappe de combustible présente un débit de dose gamma d'environ 3,2 Sv/h à 30 cm et sa chaleur résiduelle est estimée à 6 W.

Selon un facteur d'utilisation de la centrale de 80 %, environ 4 500 grappes de combustible irradié sont produites chaque année. Actuellement, 60 000 grappes de combustible sont entreposées à l'ASSCI.

Pour répondre aux besoins d'entreposage du combustible irradié produit par la poursuite de l'exploitation de la centrale jusqu'à l'horizon 2035, il est nécessaire de construire 13 nouveaux modules CANSTOR. Ces installations de stockage pourraient recevoir 156 000 grappes de combustible, ce qui est suffisant pour recevoir le combustible entreposé temporairement dans la piscine de stockage après 2035.

#### **3.4.1.1.2 Déchets radioactifs solides**

Les déchets radioactifs solides compactables et non compactables engendrés par la poursuite de l'exploitation de la centrale seront du même type que les déchets actuellement stockés à l'ASDR. De même, les résines usées qui seront produites seront similaires à celles qui sont actuellement entreposées dans les deux réservoirs du bâtiment des services de la centrale de Gentilly-2.

##### ***Déchets compactables***

Les déchets compactables ont une faible activité radioactive. Les déchets produits jusqu'à l'horizon 2035 seront constitués de papiers, de chiffons, de matières plastiques, de tissus, de vêtements, de bois et d'autres déchets contaminés provenant des laboratoires et de la zone contrôlée (zones 2 et 3). Ces déchets seront compactés en ballots avant d'être acheminés à l'installation de stockage.

Si la production de déchets compactables suit le même rythme qu'au cours des dernières années, soit environ 40 m<sup>3</sup> ou 80 ballots par an, la capacité d'entreposage maximale de l'ASDR serait atteinte vers la fin de 2006. Le plan d'action entrepris en juin 2002 prévoit de nouvelles mesures relatives à l'entrée et à la sortie des matériaux en zone contrôlée de même qu'une meilleure séparation des déchets. Ces mesures permettraient de réduire d'environ 25 % les déchets compactables, dont le volume serait abaissé à 65 ballots ou 33 m<sup>3</sup> par année. De plus, on envisage un réaménagement de l'ASDR pour répondre aux besoins courants de la centrale à partir de 2005-2006. Des études sont menées à cette fin en vue d'optimiser l'utilisation des fosses et de fournir un espace additionnel pour les ballots.

Une estimation prudente établit à 1 160 m<sup>3</sup> les besoins de stockage des déchets compactables résultant de la poursuite de l'exploitation de la centrale jusqu'à l'horizon 2035 ; elle est basée sur une production de 40 m<sup>3</sup> par an et sur un volume de 0,5 m<sup>3</sup> par ballot, de façon à tenir compte des pertes d'espace (voir le tableau 3-5). Par ailleurs, la mise en œuvre des mesures de séparation proposées pourrait réduire ce volume.

### ***Déchets non compactables***

Les déchets non compactables comprennent des barils usagés, des métaux et des matériaux divers de faible activité, tels que des équipements et des pièces qui ne peuvent pas être décontaminés ou recyclés. Les barils sont utilisés notamment pour l'entreposage d'eau lourde, de matériel asséchant, de charbon activé et de résines. De plus, la centrale possède des systèmes de purification munis de filtres qui doivent être changés périodiquement.

Ces déchets non compactables produits entre 1983 et 2002 sont entreposés dans des conteneurs maritimes à l'intérieur du périmètre de la centrale de Gentilly-2. D'un volume évalué à plus de 1 100 m<sup>3</sup>, ils devront éventuellement être transférés à l'IGDRS. La poursuite jusqu'à l'horizon 2035 de l'exploitation de la centrale devrait produire un volume additionnel de 900 m<sup>3</sup>, pour un total de 2 000 m<sup>3</sup>. En tenant compte d'une réduction de volume de 25 % à 66 % selon les matériaux et d'une perte d'espace de 10 % dans les installations de stockage, on évalue à 1 065 m<sup>3</sup> le besoin de stockage de ces déchets (voir le tableau 3-5).

La poursuite de l'exploitation de la centrale jusqu'à l'horizon 2035 devrait nécessiter 27 filtres de 51 cm de diamètre, 170 filtres de 41 cm et environ le même nombre de filtres de 10 cm. Si on inclut les éléments chauffants du circuit de contrôle de pression du caloporteur (remplacés tous les 3 ans) et les conteneurs Siva-Blast associés au nettoyage des générateurs de vapeur (utilisation de deux conteneurs sur une période de 25 ans), le volume total d'entreposage est estimé à 60 m<sup>3</sup> (voir le tableau 3-5).

### ***Résines usées***

En raison de leur activité, les résines usées des colonnes échangeuses d'ions doivent reposer pour permettre une décroissance avant de pouvoir être stockées à l'extérieur des bâtiments de production. Ces résines proviennent principalement des systèmes de purification du caloporteur primaire et du modérateur. Elles sont actuellement stockées dans deux réservoirs du bâtiment des services de la centrale, où elles occupaient environ 210 m<sup>3</sup> au début de juillet 2005. Un des réservoirs est considéré comme plein depuis janvier 2002. En tenant compte de la distribution des résines à l'intérieur des réservoirs, le second réservoir atteindrait la limite de dégagement d'eau vers 2008 et on aurait alors environ 260 m<sup>3</sup> de résines entreposées à la centrale (Hydro-Québec Production, mai 2003). Des études sont en cours pour optimiser la gestion des réservoirs de résines et ainsi prolonger l'utilisation des réservoirs. En

dernier recours, Hydro-Québec Production pourrait devancer la date prévue de construction des ESRU.

En 2013, on construira à l'IGDRS des enceintes de stockage pour ces résines usées d'exploitation (ESRU), soit avant le transfert des résines du premier réservoir prévu en 2014. Les transferts ultérieurs de résines seront effectués lorsque les réservoirs seront prêts à être vidangés, en tenant compte des périodes de repos. En ajoutant un volume d'environ 240 m<sup>3</sup> de résines associé à la poursuite de l'exploitation de la centrale, on obtient un volume total de résines usées de 500 m<sup>3</sup> qui devra être transféré à l'IGDRS (voir le tableau 3-5).

### 3.4.1.2 Besoins liés à la réfection de la centrale

Les travaux de réfection de la centrale de Gentilly-2 incluent la décontamination du circuit caloporteur primaire, les travaux de retubage du réacteur de même que certains travaux accessoires sur d'autres composants de la centrale. Tous ces travaux engendreront divers types de déchets, dont certains seront radioactifs et d'autres non. Les déchets radioactifs devront être stockés dans les nouvelles installations de l'IGDRS. Ces déchets proviendront presque essentiellement des travaux de retubage du réacteur.

#### 3.4.1.2.1 *Travaux de réfection*

Après avoir décontaminé le système caloporteur primaire, on effectuera les travaux de retubage du réacteur de même que d'autres travaux accessoires.

##### ***Décontamination du circuit caloporteur primaire***

La radioactivité émise par le circuit caloporteur primaire peut résulter de l'activation des pièces métalliques ou de la contamination déposée sur sa surface intérieure.

L'activation des pièces métalliques est engendrée par l'absorption des neutrons par des constituants élémentaires des matériaux. Par exemple, les tubes de force sont fabriqués d'un alliage de zirconium et de niobium. Les isotopes stables (zirconium et niobium) de cet alliage sont transformés en isotopes instables (zirconium-93 et niobium-94) par suite de leur exposition aux neutrons. Il n'existe aucun procédé pour éliminer cette radioactivité ; seul le temps permet de la réduire.

La contamination déposée est liée aux éléments radioactifs présents dans le caloporteur primaire. Les composants du réacteur qui sont exposés au caloporteur primaire seront affectés par ce type de contamination. Contrairement à l'activation des pièces métalliques, la contamination déposée peut être réduite par un procédé de décontamination. Dans le cadre du présent projet, on envisage d'utiliser le procédé de décontamination mécanique Siva-Blast et le procédé de décontamination chimique CAN-DEREM (EAACL, octobre 2002a).

Les procédés de décontamination permettront de réduire l'exposition des travailleurs à la radioactivité. Cependant, comme le procédé de décontamination chimique utilise des résines échangeuses d'ions, il produira un certain volume de résines usées qu'il faudra transférer à l'IGDRS, dans des installations appropriées.

En plus des résines, la décontamination produira des rejets liquides contaminés par le tritium et d'autres radionucléides et provoquera le dégagement de gaz qui pourraient être radioactifs.

### ***Retubage du réacteur***

Le système caloporteur primaire transporte la chaleur produite par le combustible vers les générateurs de vapeur (GV). Les composants du système caloporteur primaire qui seront remplacés (voir la figure 3-17) sont les suivants :

- les bouchons de fermeture ;
- les assemblages de positionnement ;
- une section des tuyaux d'alimentation et leurs accessoires ;
- les raccords d'extrémité avec les bouchons écrans à l'intérieur ;
- les tubes de force ;
- les pièces insérées des tubes de cuve ;
- les tubes de cuve.

En plus de contenir les grappes de combustible, les tubes de force canalisent le caloporteur primaire qui y circule, à une température variant entre 270 °C et 310 °C, afin de transporter la chaleur aux générateurs de vapeur. Au fil des ans, les dimensions et les microstructures des tubes de force ont été modifiées en raison des conditions de température, de contraintes mécaniques et de l'irradiation. De fait, l'eau lourde pressurisée et chaude qui circule dans les tubes de force peut entraîner une corrosion, une réduction de la résistance aux fractures et une pénétration du deutérium dans leur structure. Les tubes de force peuvent être endommagés par le mouvement des grappes de combustible et les particules en suspension dans le caloporteur. Leur vie utile peut aussi être déterminée par la dégradation des raccords d'extrémité, par le contact précoce entre les tubes de force et les tubes de cuve, et par la charge aux joints mécaniques entre les tuyaux d'alimentation et les raccords d'extrémité.

Les tubes de cuve isolent les tubes de force pour réduire la perte de chaleur. Ils traversent la calandre et sont attachés aux boucliers d'extrémité. Ils sont constitués de lamelles de zircalloy-2 attachées par une soudure continue.

Les deux bouchons d'extrémité, scellés mécaniquement aux raccords d'extrémité, sont retirés au moment du chargement des grappes de combustible dans le tube de force.

Les raccords d'extrémité des tubes de force relient ces derniers à la machine à chargement qui alimente le réacteur en combustible. Ils servent de voie d'entrée pour les grappes de combustible de même que pour les tuyaux d'alimentation. Chaque canal de combustible possède deux raccords d'extrémité, qui donnent accès aux deux bouts du tube de force. Les raccords d'extrémité sont fabriqués en acier inoxydable 403. Ils sont très résistants à la pression et à la corrosion.

Chaque raccord d'extrémité possède un assemblage de positionnement qui attache l'ensemble du canal de combustible et le maintient dans son sens axial. Les assemblages de positionnement s'ajustent pour permettre la croissance axiale, uniquement dans une direction.

Les tuyaux d'alimentation acheminent le caloporteur primaire (eau lourde) aux canaux de combustible. Des joints mécaniques assurent le contact entre les tuyaux d'alimentation et les raccords d'extrémité. Seule une partie des tuyaux d'alimentation sera remplacée au cours des travaux de réfection.

Les travaux de retubage du réacteur seront effectués selon les étapes suivantes :

- mise en état d'arrêt du réacteur ;
- retrait de toutes les grappes de combustible et transfert des grappes à la piscine de stockage ;
- désactivation des systèmes de sûreté ;
- drainage de l'eau lourde du circuit caloporteur primaire et du circuit modérateur ;
- drainage de l'eau lourde des tuyaux d'alimentation et des tubes de force ;
- entreposage temporaire d'une partie de l'eau lourde dans les réservoirs du réseau d'alimentation, le reste étant transféré dans des barils qui sont stockés dans la salle de gestion de l'eau lourde située dans le bâtiment des services de la centrale ;
- installation des plateformes et des appareils de levage, et préparation des espaces de travail : installation des équipements temporaires de blindage, etc. ;
- décontamination du circuit caloporteur primaire (voir la section précédente) ;
- coupe et retrait des tuyaux d'alimentation ;
- retrait des bouchons d'extrémité ;
- coupe, si nécessaire, et retrait des composants de la face du réacteur : bouchons de fermeture et bouchons écrans, assemblages de positionnement, joints mécaniques et raccords d'extrémité ;
- retrait des tubes de force et de cuve, et réduction de leur volume en timbres ;
- mise en conteneurs et transfert des composants radioactifs dans la partie de l'IGDRS dédiée aux déchets de retubage ;
- installation des nouveaux composants (tubes de force et de cuve, raccords d'extrémité, assemblages de positionnement) ;
- test de pression pour le gaz annulaire (gaz entre les tubes de force et les tubes de cuve) ;
- installation des nouvelles sections des tuyaux d'alimentation ;

- installation des grappes de combustible neuves dans le réacteur ; installation des bouchons écrans et des bouchons de fermeture ;
- remplissage du circuit modérateur et du circuit caloporteur ;
- retrait des plateformes et des appareils de levage, et restauration des espaces de travail ;
- essais, remise en service du réacteur, montée en puissance et raccordement au réseau.

Le retrait et la réduction du volume des composants seront effectués dans l'ordre suivant :

- tuyaux d'alimentation, entrée (amont) et sortie (aval) ;
- assemblages de positionnement, entrée et sortie ;
- bouchons écrans et bouchons de fermeture, entrée et sortie ;
- raccords d'extrémité, entrée et sortie ;
- tubes de force et tubes de cuve.

La figure 3-18 illustre le processus de gestion des déchets. Dans un premier temps, tous les tuyaux d'alimentation seront enlevés. De façon à réduire l'exposition des travailleurs, les tuyaux d'alimentation seront d'abord retirés de la face du réacteur en longues sections qui seront déplacées vers les aires d'entretien, où elles seront coupées en sections plus petites afin de faciliter leur manutention et leur entreposage. Chaque composant sera identifié selon sa fonction et son emplacement dans le procédé. Par exemple, les tuyaux d'alimentation de l'amont et de l'aval des canaux de combustible seront entreposés séparément.

Après avoir retiré les tuyaux d'alimentation, on enlèvera les assemblages de positionnement. Aucune réduction de volume n'est prévue pour ces composants. Les assemblages de positionnement seront classés avec les parties de faible et de moyenne activité associées aux raccords d'extrémité, puis ces derniers seront coupés et démantelés immédiatement après. On retirera la partie la plus active des raccords d'extrémité, avec les bouchons écrans à l'intérieur, afin de les placer avec les déchets de haute activité. Il est à noter que les raccords d'extrémité situés en aval des canaux de combustible sont plus radioactifs que les raccords amont.

Les tubes de force et de cuve seront enlevés dès que l'ensemble des raccords d'extrémité auront été retirés. On retirera les 380 tubes de force en premier, puis les pièces insérées des tubes de cuve et, enfin, les tubes de cuve eux-mêmes.

Ces travaux produiront des déchets radioactifs qui devront être stockés à l'IGDRS.



### **Travaux accessoires**

Des travaux accessoires seront effectués, dont :

- le retubage du condenseur ;
- le remplacement de certains câbles de mesure de la température ;
- la réfection complète du turbo-alternateur, qui comprend :
  - le rebobinage du rotor et du stator de l'alternateur ;
  - le réalignement de l'ensemble ;
  - le remplacement du système de contrôle électropneumatique, devenu obsolète ;
  - le redressement des corps internes basse pression ;
- le remplacement des ordinateurs de contrôle ;
- la mise à niveau d'une partie des logiques des deux systèmes d'arrêt d'urgence ;
- l'automatisation d'une partie du fonctionnement du système de refroidissement d'urgence du cœur du réacteur.

On profitera par ailleurs de l'arrêt prolongé de la centrale pour effectuer plusieurs inspections exceptionnelles. Certaines de ces inspections pourraient engendrer des déchets radioactifs.

#### **3.4.1.2.2 Déchets radioactifs solides**

Les travaux de réfection produiront divers types de déchets en plus des composants retirés du réacteur, notamment des équipements de protection du personnel (vêtements de plastique, gants, etc.), des équipements de blindage temporaires, des supports de plateformes et de l'équipement de procédé qui ne pourront être décontaminés ou recyclés.

On effectuera un tri et un classement préalable de façon à séparer les déchets radioactifs de ceux qui ne le sont pas. Les déchets non radioactifs pourront être dirigés vers un lieu d'enfouissement approprié ou être recyclés. Les déchets radioactifs seront classés de la même façon que les déchets d'exploitation, soit en fonction des trois niveaux de débits de dose présentés à la section 2.3.2. Ce classement permettra d'optimiser l'utilisation des installations de stockage des déchets radioactifs solides. Une fois triés et classés, les déchets radioactifs seront entreposés dans différents contenants et conteneurs selon leur niveau d'activité, leurs dimensions et leur type (voir la figure 3-18).

La conception et les dimensions des unités à construire à l'IGDRS reposent sur une analyse des besoins de stockage. Le tableau 3-6 présente une estimation de la masse, du volume, de l'activité et du mode de stockage des différents déchets radioactifs qui résulteront de la réfection. Afin de sélectionner le bon type d'unité de stockage et de prévoir un nombre d'unités suffisant, on a classé les déchets en tenant compte de leurs caractéristiques radiologiques et physiques :

- déchets de haute activité ;
- déchets compactables de faible et de moyenne activité ;
- déchets non compactables de faible et de moyenne activité ;
- résines usées.

### ***Déchets de haute activité***

Les déchets de haute activité comprennent :

- les tubes de force et les tubes de cuve ;
- les pièces insérées des tubes de cuve ;
- les raccords d'extrémité avec les bouchons écrans à l'intérieur.

Les tubes de force et les tubes de cuve, de même que les ressorts d'espacement qui sont en contact direct avec ces pièces, subiront une réduction de volume. Jusqu'à quatre déchiqueteuses (voir la figure 3-19) pourront être utilisées pour les réduire en timbres plats de  $25 \text{ cm}^2$  (voir la figure 3-20). Ces déchets seront placés dans de petits contenants cylindriques en acier constitués d'une cellule unique ayant une capacité de stockage de  $0,18 \text{ m}^3$ . Chaque contenant pourra inclure l'équivalent de cinq tubes de force ou onze tubes de cuve réduits en timbres (voir la figure 3-21).

Au préalable, on aura enlevé les pièces insérées des tubes de cuve à l'aide d'un équipement de retrait. Les déchets qui en résulteront, assemblés sur un mandrin, seront déposés avec ce dernier dans des contenants cylindriques similaires aux précédents, mais divisés en six cellules de  $0,014 \text{ m}^3$  chacune, offrant une capacité totale de stockage de  $0,083 \text{ m}^3$  (voir la figure 3-21).

Les sections les plus actives des raccords d'extrémité, avec les bouchons écrans à l'intérieur, constituent également des déchets de haute activité. Ces sections pourront être découpées en longueur n'excédant pas  $1,05 \text{ m}$  à l'aide de l'appareil de coupe illustré à la figure 3-22. Le volume après coupe de ce type de déchets dépendra de la décision de sectionner ou non la partie la plus active des raccords d'extrémité. Si cette partie n'est pas sectionnée, le volume des raccords d'extrémité sera de l'ordre de  $48 \text{ m}^3$  (voir le tableau 3-6). Avec sectionnement, le volume serait réduit de moitié. Les sections les plus actives des raccords d'extrémité seront par la suite déposées dans de grands contenants cylindriques en acier, d'un volume de  $0,30 \text{ m}^3$ . Ces contenants sont divisés en cinq cellules de  $0,033 \text{ m}^3$  chacune, pour une capacité totale utile de stockage de  $0,165 \text{ m}^3$  (voir la figure 3-21).

Avant leur transfert aux installations de stockage, tous ces déchets seront drainés et asséchés convenablement au moyen d'une pression négative, d'un chauffage par induction ou d'une ventilation chaude, selon le cas. Des stations de séchage seront aménagées à cette fin dans le bâtiment des services de la centrale.

### ***Déchets compactables de faible et de moyenne activité***

Les déchets compactables de faible et de moyenne activité, comme les équipements de protection des travailleurs, seront compactés en ballots de 0,45 m<sup>3</sup> qui seront cerclés avec des sangles métalliques. Ce conditionnement est le même que pour les déchets de même type entreposés à l'ASDR et procure un facteur de réduction de volume d'environ 6,2. Ces ballots seront chargés directement dans les EDFMA.

Les travaux de réfection devraient produire un volume brut d'environ 800 m<sup>3</sup> de déchets compactables, soit un volume après compaction de l'ordre de 133 m<sup>3</sup>. Par prudence, on a retenu un volume de 200 m<sup>3</sup> aux fins de l'estimation des besoins de stockage (voir le tableau 3-6).

### ***Déchets non compactables de faible et de moyenne activité***

Des déchets non compactables de faible et de moyenne activité proviendront des travaux de retubage. Les tuyaux d'alimentation et leurs accessoires (assemblages de raccords Grayloc, assemblages de support, espaceurs, trappes à gel), les bouchons d'extrémité, les assemblages de positionnement et la partie la moins active des raccords d'extrémité sont inclus dans cette catégorie. Pour réduire les volumes, les accessoires des tuyaux d'alimentation seront préalablement séparés des tuyaux, qui pourront ainsi être entassés de façon optimale dans des boîtes métalliques en acier prévues pour leur transfert à l'IGDRS. Les dimensions types de ces boîtes seront de 188 cm de longueur sur 117 cm de largeur et 58 cm de hauteur, pour une capacité de 1,24 m<sup>3</sup> ou 2 268 kg (voir la figure 3-23). Les autres déchets seront emballés manuellement dans des boîtes d'aluminium plus petites, qui seront par la suite déposées dans les boîtes de 1,24 m<sup>3</sup>.

Si on considère l'enlèvement de longues sections des tuyaux d'alimentation, le volume de déchets non compactables de faible et de moyenne activité associé aux travaux de réfection du cœur du réacteur atteindrait environ 222 m<sup>3</sup> (voir le tableau 3-6).

D'autres déchets non compactables, de plus grandes dimensions, ne pourront être placés dans des boîtes (ex. : éléments de structure comme les barrières de protection et les poutres). Ces déchets et équipements, qui ne pourront être décontaminés complètement pour des raisons de faisabilité technique ou économique, seront emballés et entreposés directement dans les enceintes de stockage après une décontamination superficielle.

### ***Résines usées***

Le circuit caloporteur primaire sera décontaminé par un procédé chimique (CANDEREM) qui emploie des résines échangeuses d'ions. Cette décontamination engendrera quelque 70 m<sup>3</sup> de résines radioactives (voir le tableau 3-6).

## **3.4.2 Choix des installations de stockage**

La présente section décrit les deux types d'unités de stockage approuvées pour le stockage à sec du combustible irradié, soit les modules CANSTOR et les silos. Elle décrit également les différentes options techniques qui ont été analysées en vue de déterminer les unités de stockage de l'IGDRS.

### **3.4.2.1 Stockage du combustible irradié**

On décrit ici les deux modes de stockage retenus pour le stockage à sec du combustible irradié de même que les critères de radioprotection, de sûreté et de sécurité qui les caractérisent.

#### **3.4.2.1.1 Modes de stockage approuvés**

En 1993, après avoir évalué divers concepts de stockage, Hydro-Québec a choisi la technologie de stockage à sec intérimaire mise au point par EACL en raison des avantages qu'elle offre au chapitre de la protection de l'environnement, de la sûreté nucléaire et radiologique, de la maîtrise de la technologie et de l'économie. La technologie d'EACL porte sur deux types d'unités de stockage, soit les silos et les modules CANSTOR. Ces deux modes de stockage assurent la même sécurité et la même protection du personnel, du public et de l'environnement. Hydro-Québec privilégie les modules CANSTOR, car ils offrent une meilleure performance sur le plan de l'évacuation de la chaleur, ils occupent environ 40 % moins d'espace et ils exigent des investissements moindres.

Hydro-Québec a obtenu les autorisations du gouvernement du Québec et de la CCSN lui permettant d'utiliser les deux types d'unités à l'ASSCI en 1995. Jusqu'à présent, l'entreprise n'a utilisé que les modules CANSTOR, mais elle entend employer, au besoin, les deux types d'unités de stockage de façon à profiter d'une plus grande souplesse d'exploitation et d'optimiser les coûts. Par exemple, les silos pourraient s'avérer utiles à la fin de la vie utile de la centrale, si un nombre réduit de grappes à stocker ne justifiait pas la construction d'un module CANSTOR.

À la suite de la mise en service des deux premiers modules, Hydro-Québec a mis en œuvre un processus d'amélioration technique. L'expérience acquise sert ainsi à améliorer des détails de construction des modules suivants. Les demandes de modifications techniques sont approuvées par le concepteur, autorisées par la CCSN

et incluses aux plans au fur et à mesure de l'ajout des modules. Cette façon de procéder continuera d'être favorisée.

#### 3.4.2.1.2 Critères de radioprotection, de sûreté et de sécurité du module CANSTOR

Le béton du module CANSTOR offre une grande résistance aux intempéries. Ainsi, les charges statiques, dynamiques ou thermiques sont inférieures à la capacité de la structure. La surface en béton est renforcée à l'aide d'une armature en acier afin d'éviter les défauts structurels. La surface externe des cylindres en acier est exposée à l'air circulant par convection naturelle à l'intérieur de l'enceinte du module. Par mesure de précaution, la surface extérieure des cylindres est galvanisée afin d'augmenter la résistance à la corrosion. La structure du module CANSTOR est conçue de manière à résister aux conditions météorologiques sans que sa surface externe ne subisse de détérioration majeure pendant toute sa vie utile d'au moins 50 ans.

##### *Intégrité structurelle et considérations sismiques*

Les contraintes statiques et dynamiques que subira la structure ont été examinées à l'aide du logiciel d'analyse par éléments finis STARDYNE (Hydro-Québec Production, juin 2005). À cette fin, on a construit un modèle tridimensionnel représentant un quadrant de module CANSTOR. Les analyses ont permis de constater que :

- le module présente une grande stabilité par rapport aux renversements, aux glissements ou aux soulèvements ;
- les contraintes exercées sur la structure sont toujours inférieures aux limites prescrites ;
- le module résiste à l'impact découlant de la chute d'objets tels que le château de transfert ;
- le module résiste à un séisme de base présentant une accélération horizontale de 0,3 g ;
- le module résiste à des vents de 420 km/h et à des projectiles provenant d'une tornade et le frappant directement à n'importe quel endroit.

##### *Analyse de blindage*

L'épaisseur des parois du module CANSTOR (96,5 cm) et de la dalle supérieure (107 cm) garantit un débit de dose inférieur à 25  $\mu\text{Sv/h}^{[a]}$  au contact de la structure dans le cas de combustible irradié ayant séjourné en piscine pendant au moins six ans. Les entrées et les sorties d'air du module sont faites d'une série de chicanes pour éliminer les rayonnements gamma directs. De plus, des clôtures sont érigées sur le

---

[<sup>a</sup>] 25  $\mu\text{Sv/h}$  correspond à  $2,5 \times 10^{-5}$  Sv/h

pourtour du site à une distance donnant lieu à un débit de dose inférieur à  $2,5 \mu\text{Sv/h}^{[a]}$ .

### ***Dissipation thermique***

#### *Conditions normales*

Les grappes de combustible qui sont placées dans les modules CANSTOR ont séjourné au moins six ans dans la piscine de stockage et elles dégagent en moyenne 6,08 W chacune. La chaleur résiduelle totale de chaque panier, contenant 60 grappes, est donc estimée à 365 W, ce qui correspond à 3 650 W par cylindre étanche contenant 10 paniers. Selon une étude publiée en 1992 (Beaudoin et Fiorino, 1992a, cité par Hydro-Québec Production, juin 2005), la température maximale de conception d'une grappe de combustible dans le cylindre d'un module CANSTOR est estimée à 145 °C pour une température ambiante de 40 °C. Ces températures ont été interpolées à la suite de deux séries d'essais sur la dissipation thermique effectués aux laboratoires de recherches d'EACL à Whiteshell, au Manitoba. Ces essais portaient sur les éléments suivants :

- un panier placé dans un cylindre étanche en 1989 (Patterson, 1990, cité par Hydro-Québec Production, juin 2005) ;
- une section de quatre cylindres étanches d'un module de stockage en 1990 (Swanson, 1992, cité par Hydro-Québec Production, juin 2005).

Les températures internes de la structure de béton et des cylindres étanches ont aussi été évaluées à partir de ces essais (Beaudoin et Fiorino, 1992b, et Beaudoin, 1992b, cités dans Hydro-Québec Production, juin 2005). L'écart entre la température du béton du module CANSTOR et celle de l'air ambiant ne dépasserait pas 24 °C. Le gradient de température à travers la paroi de béton serait quant à lui de 19 °C. Ces valeurs sont bien inférieures à celles des silos. Les contraintes thermiques appliquées à la structure du module CANSTOR seraient donc inférieures aux limites acceptables.

On a installé des thermocouples dans les deux premiers modules CANSTOR de façon à valider les températures du combustible. L'étude du comportement thermique du module CANSTOR n° 1, publiée en mai 1997 (Moffet et Paquin, 1997, cité par Hydro-Québec Production, juin 2005), démontre clairement que les critères de conception ont été satisfaits. En effet, les mesures de température effectuées sur le module CANSTOR de 1995 à 1997 confirment la validité des hypothèses de conception concernant la température maximale du combustible, la température maximale du béton et les gradients de température dans le béton. Les résultats montrent que la température ambiante à l'extérieur de l'unité de stockage est inférieure d'au moins 10 °C à la température ambiante de conception du module (40 °C). Sans même tenir compte de cet écart, avec un module rempli de combustible

---

[<sup>a</sup>]  $2,5 \mu\text{Sv/h}$  correspond à  $2,5 \times 10^{-6} \text{ Sv/h}$

refroidi depuis six ans et à la température ambiante de conception, on obtient les marges suivantes :

- la température du combustible est de 140 °C, soit 20 °C de moins que la limite de conception de 160 °C ;
- la température de la paroi interne du plafond du module (la plus chaude) est de 34 °C inférieure à la limite locale de 95 °C ;
- le gradient de température du plafond est de 14 °C inférieur au gradient utilisé dans les analyses de contraintes ;
- le gradient de température du mur est inférieur à celui des analyses de contraintes.

Afin de s'assurer que la température maximale du combustible et que les gradients de température de la structure restent à l'intérieur des limites permises, on a chargé un cylindre de chaque côté du module CANSTOR n° 2 avec du combustible ayant séjourné environ six ans dans la piscine de stockage. Les mesures de température effectuées sur le module n° 2 de la fin de 1998 jusqu'en avril 2000 montrent que les estimations de conception sont adéquates. Pour un module entièrement rempli de combustible refroidi pendant six ans et à la température ambiante de conception (40 °C), on obtient les résultats suivants (Shill, 2000, cité par Hydro-Québec Production, juin 2005) :

- La température maximale du combustible dans un panier chaud n'est que de 143 °C, soit environ 17 °C de moins que la température cible de 160 °C ; elle est donc bien inférieure à la température maximale acceptable du combustible, qui est de l'ordre de 180 °C. Cette température correspond à une cinétique extrêmement lente d'oxydation du dioxyde d'uranium et fournit l'assurance additionnelle du maintien de l'intégrité du combustible sur de très longues périodes de temps.
- La température de la paroi interne du plafond du module au centre des cylindres C5, C6, D5 et D6 est de 32 °C inférieure à la limite locale de 95 °C pour des paniers chauds ; la température du béton du plafond en contact avec le haut du cylindre est de 22 °C inférieure à la limite locale.
- Le gradient de température du plafond est de 12 °C inférieur au gradient utilisé dans les analyses de contraintes pour les paniers chauds.
- Le gradient de température du mur pour les paniers chauds est inférieur d'environ 0,6 °C à la valeur utilisée dans les analyses de contraintes.

Les résultats des mesures thermiques prises sur les modules n<sup>os</sup> 1 et 2 appuient l'abaissement de sept à six ans de la restriction réglementaire liée à l'âge de stockage du combustible irradié. Ils indiquent également que le stockage serait réalisable et sécuritaire après une période de refroidissement inférieure à six ans en piscine.

La figure 3-24 illustre la distribution des températures dans un module CANSTOR.

### *Conditions anormales*

La circulation de l'air dans le module CANSTOR s'effectue par convection naturelle grâce à des entrées et à des sorties d'air traversant les parois de béton. Les entrées et les sorties d'air sont couvertes d'une grille en acier très résistante et soudée en place. Cependant, il est prudent d'évaluer que les entrées ou les sorties d'air pourraient éventuellement être obstruées par des débris.

Les entrées et les sorties d'air sont situées respectivement à 1,3 m et 5,6 m de la partie inférieure de la base du module CANSTOR. Il est donc très improbable que des débris s'accumulent jusqu'à cette hauteur sans que le phénomène ne soit perçu par le personnel de la centrale. La partie supérieure de la base du module CANSTOR est au-dessus du niveau de la crue décennale, qui est de 7,7 m. Les entrées ne peuvent donc vraisemblablement être bloquées par une inondation puisqu'elles sont situées à 8,9 m.

De façon à parer à toute éventualité, on a conçu le module de façon à ce qu'il tolère des blocages importants des différents conduits d'air. Même durant ces événements hautement improbables, la température des grappes de combustible se maintiendrait à des niveaux acceptables. Le premier cas étudié est celui du blocage simultané des cinq entrées et des six sorties d'air situées d'un côté du module. Selon les simulations effectuées (Swanson, 1992, cité par Hydro-Québec Production, juin 2005), la température des grappes de combustible, même dans ce cas improbable, s'élèverait à 155 °C. Par ailleurs, si une tempête de neige venait à obstruer toutes les entrées d'air d'un module CANSTOR, on estime que la température du combustible atteindrait 160 °C.

Selon une étude de l'Electric Power Research Institute (EPRI, 1989, cité par Hydro-Québec Production, juin 2005), réalisée conjointement par l'Université Stanford et EACL, la probabilité de défaillance de grappes qui seraient stockées pendant 100 ans à 200 °C est de l'ordre de  $10^{-3}$ . Il reste que les procédures de déneigement de l'ASSCI permettent de diminuer ce risque et de réduire la période de temps pendant laquelle les ouvertures pourraient éventuellement être obstruées. À la suite d'un tel incident, on procéderait à la vérification de l'étanchéité des cylindres concernés.

### ***Confinement des produits radioactifs***

Le confinement des produits radioactifs à l'intérieur du module CANSTOR est assuré par trois barrières étanches, soit la gaine du combustible, le panier et le cylindre.

- La gaine renfermant le combustible irradié constitue la première barrière de confinement servant à prévenir la fuite de produits radioactifs à l'intérieur du panier.
- Le panier en acier inoxydable constitue la deuxième barrière de confinement. Il est soudé hermétiquement après les opérations de remplissage et de séchage, puis les soudures sont inspectées et, au besoin, réparées.



- La troisième barrière de confinement est constituée du cylindre en acier au carbone galvanisé. Une fois rempli, ce cylindre est soudé au couvercle permanent et à la plaque de protection, après quoi le personnel de l'AIEA appose les scellés.

Le module CANSTOR est conçu de manière à empêcher tout rejet radioactif pendant toute sa vie utile, soit au moins 50 ans. Des essais d'étanchéité effectués à intervalles réguliers permettent de détecter toute fuite ou détérioration d'un composant et de prendre les mesures correctives appropriées.

#### 3.4.2.1.3 Critères de radioprotection, de sûreté et de sécurité du silo

Le concept de base des silos envisagés pour la centrale de Gentilly-2 est identique à celui des silos de la centrale nucléaire de Point Lepreau, au Nouveau-Brunswick. Il constitue une variante du concept original adopté aux laboratoires de Whiteshell, au Manitoba, et à la centrale de Gentilly-1. Ce concept de silos de béton est utilisé depuis juillet 1977 et des silos de démonstration sont en service depuis octobre 1975.

Le béton du silo offre une grande résistance aux intempéries. Les cylindres en acier sont protégés des intempéries par le béton à l'extérieur et enduits de peinture époxy à l'intérieur. Ils sont donc protégés contre la corrosion. L'utilisation d'acier galvanisé pour le système d'échantillonnage constitue une mesure additionnelle de protection contre la détérioration des structures, ce qui garantit une vie utile d'au moins 50 ans.

##### ***Intégrité structurelle et considérations sismiques***

Les silos sont conçus de manière à supporter les charges utiles et le poids mort, mais aussi à résister aux contraintes thermiques, aux contraintes de pression, de fluage et de rétrécissement, aux charges sismiques et aux vents forts. Ils reposent sur des fondations en béton situées au-dessus du niveau hydrostatique, sur une assise en BCR. La capacité d'appui est suffisante, puisque la pression d'appui des silos est bien inférieure à celle de la roche ou des fondations. Une étude portant sur le tassement des points d'appui sous la charge d'un silo a permis de constater que le tassement sera négligeable pendant toute la vie utile de l'ouvrage.

Les silos sont par ailleurs conçus pour résister à un séisme de base d'une accélération horizontale de 0,25 g et verticale de 0,167 g (AECL, 1990b, cité par Hydro-Québec Production, juin 2005).

##### ***Analyse de blindage***

Une vérification du blindage des silos de la centrale nucléaire de Point Lepreau indique que l'épaisseur des parois en béton et en acier du silo (96,8 cm et 9,5 mm respectivement) garantit un débit de dose de rayonnement radial inférieur à

25  $\mu\text{Sv/h}^{[a]}$  au contact. De même, l'épaisseur du couvercle (101,6 cm de béton et 0,63 cm d'acier au carbone) permet d'obtenir des débits de dose axiale inférieurs à 25  $\mu\text{Sv/h}^{[a]}$  au contact.

### ***Dissipation thermique***

On estime à 6,08 W la chaleur résiduelle moyenne produite par les actinides et les produits de fission d'une grappe de combustible ayant séjourné en piscine pendant au moins six ans. La chaleur résiduelle totale de chaque panier est donc de 365 W, soit 3 285 W par silo renfermant neuf paniers.

Des essais menés sur une maquette fabriquée pour le projet de Point Lepreau indiquent que la température d'une grappe de combustible stockée dans un silo ne dépasse pas 159 °C. Cette température est atteinte au début de la période de stockage, après quoi elle décroît avec le temps.

En ce qui touche l'incidence des contraintes thermiques sur l'intégrité de la structure du silo, ces essais montrent que :

- la température maximale du béton sur la paroi interne du silo est de 88 °C (voir la figure 3-24) ;
- la contrainte thermique maximale de 10,6 MPa exercée sur le béton de la paroi interne est inférieure à la contrainte en compression admissible pour le béton, qui est de 15,3 MPa ;
- la contrainte thermique maximale exercée sur le béton de la paroi extérieure (5,5 MPa), attribuable à l'écart de température entre le béton et l'air ambiant, est inférieure à la contrainte admissible (15,3 MPa).

### ***Confinement des produits radioactifs***

Comme dans le cas du module CANSTOR, le confinement des produits radioactifs à l'intérieur du silo est assuré par trois barrières étanches, soit la gaine du combustible, le panier et le cylindre.

- La gaine renfermant le combustible irradié constitue la première barrière de confinement pour prévenir la fuite de produits radioactifs à l'intérieur du panier.
- Le panier en acier inoxydable constitue la deuxième barrière de confinement. Il est soudé hermétiquement après les opérations de remplissage et de séchage, puis les soudures sont inspectées et, au besoin, réparées.
- La troisième barrière de confinement est constituée d'un cylindre formant la paroi intérieure du silo. Une fois le silo rempli, le cylindre, le couvercle permanent et la plaque de protection sont soudés ensemble de façon étanche, après quoi le personnel de l'AIEA appose les scellés.

---

[<sup>a</sup>] 25  $\mu\text{Sv/h}$  correspond à  $2,5 \times 10^{-5}$  Sv/h.

Le silo en béton est conçu de manière à empêcher tout rejet radioactif pendant toute sa vie utile, soit au moins 50 ans. Des essais d'étanchéité effectués à intervalles réguliers permettraient de détecter toute fuite ou détérioration d'un composant et de prendre les mesures correctives appropriées.

### 3.4.2.2 Stockage des déchets radioactifs solides

Les différentes options et les critères appuyant les choix retenus pour les unités de stockage de l'IGDRS sont présentés ci-après.

#### 3.4.2.2.1 Critères de radioprotection, de sûreté et de sécurité

Les critères de radioprotection, de sûreté et de sécurité qui s'appliquent en tout ou en partie aux installations de stockage des déchets radioactifs solides, selon le type d'unité, sont les suivants :

- emprise au sol minimale ou optimisée ;
- vie utile minimale de 50 ans ;
- intégrité structurelle et considérations sismiques ;
- structures scellées pour éviter toute infiltration d'eau ou émission de gaz ;
- blindage suffisant : le débit de dose au contact des parois extérieures doit être inférieur à  $25 \mu\text{Sv/h}^{[a]}$  et le débit de dose à la clôture délimitant l'aire de stockage doit être inférieur à  $2,5 \mu\text{Sv/h}^{[b]}$  ;
- protection contre les intempéries ;
- construction, mécanismes de détection de fuites, accès et inspection : l'espace prévu autour des structures est suffisant pour permettre une manipulation sécuritaire des couvercles ou mécanismes d'ouverture ainsi que des déchets eux-mêmes ;
- prévisions pour le démantèlement ;
- expérience acquise ;
- possibilité de récupérer les contenants de déchets ;
- maximisation de l'utilisation des équipements existants.

#### 3.4.2.2.2 Définition des options de stockage

Différents types d'unités ont été analysés pour répondre aux besoins de stockage des déchets radioactifs solides de réfection et d'exploitation de la centrale de Gentilly-2. Ces unités correspondent à des structures robustes en béton. Leurs dimensions et leur forme sont minutieusement choisis pour satisfaire les besoins d'un stockage sécuritaire et sûr, et pour occuper le moins d'espace possible. Ces unités de stockage sont similaires et aussi performantes que d'autres déjà construites dans des complexes nucléaires canadiens, tels que ceux de Point Lepreau au Nouveau-Brunswick et de

---

[<sup>a</sup>]  $25 \mu\text{Sv/h}$  correspond à  $2,5 \times 10^{-5} \text{ Sv/h}$ .

[<sup>b</sup>]  $2,5 \mu\text{Sv/h}$  correspond à  $2,5 \times 10^{-6} \text{ Sv/h}$ .

Bruce en Ontario. Certaines d'entre elles pourraient être utilisées tant pour les déchets de réfection que pour les déchets d'exploitation, dans la mesure où ces deux activités produiront des déchets de même nature et de même niveau d'activité. Les sections suivantes décrivent, dans leurs grandes lignes, les particularités techniques des options analysées. Le tableau 3-7 présente une synthèse de la description technique des principales unités de stockage étudiées.

### ***Enceinte de stockage des déchets compactables et non compactables (type 1A)***

L'enceinte de type 1A est une structure rectangulaire hors terre en béton armé d'une largeur de 4,6 m, d'une hauteur de 4,2 m et d'une longueur approximative de 14,3 m. Elle possède un couvercle et des murs en béton qui assurent le blindage radiologique. Le drainage s'effectue par une pente de 1 % du plancher qui rejoint un drain et une canalisation. Ce type d'enceinte est conçu pour recevoir des déchets compactables et non compactables de faible et de moyenne activité. Les déchets compactables sont stockés en ballots, alors que les déchets non compactables peuvent être déposés directement à l'intérieur de l'enceinte ou dans les contenants en acier. En augmentant l'épaisseur des murs de 0,61 m à 1,04 m, ce type d'enceinte peut aussi être utilisé pour stocker des filtres usagés, dont l'activité est plus élevée, en respectant toujours un débit de dose inférieur à 25  $\mu\text{Sv/h}^{[a]}$  au contact des murs.

La conception de l'enceinte de type 1A est sensiblement la même que celle de la fosse de type B déjà utilisée à l'ASDR du complexe nucléaire de Gentilly pour des déchets semblables. L'enceinte de type 1A est utilisée à la centrale de Point Lepreau au Nouveau-Brunswick. Elle servira aussi au stockage de certains déchets de réfection à cet endroit, si les travaux de réfection ont lieu. À Point Lepreau, ce type d'unité a une capacité de stockage de l'ordre de 142 m<sup>3</sup>.

La figure 3-25 présente une coupe type d'une enceinte de type 1A.

### ***Fosse à déchets de faible et de moyenne activité (type B)***

La fosse de type B correspond à une structure rectangulaire en béton armé partiellement enfouie. Déjà utilisée pour la phase 1 de l'ASDR du complexe nucléaire de Gentilly, elle présente des dimensions de 13,3 m sur 3,4 m sur 3,3 m et compte quatre compartiments (Hydro-Québec, février 1981). L'enceinte possède un couvercle en béton armé et les murs ont une épaisseur de 0,6 m. Le blindage radiologique est assuré essentiellement par le béton. Le drainage s'effectue par une pente de 1 % du plancher qui rejoint un drain et une canalisation.

Comme l'enceinte de type 1A, la fosse de type B est conçue pour recevoir des déchets compactables et non compactables de faible et de moyenne activité. Les déchets compactables sont stockés en ballots, alors que les déchets non compactables peuvent

---

[<sup>a</sup>] 25  $\mu\text{Sv/h}$  correspond à  $2,5 \times 10^{-5}$  Sv/h.

être déposés directement dans l'enceinte ou dans des contenants en acier, selon le cas. Le débit d'exposition au contact des murs de l'enceinte est inférieur à 25  $\mu\text{Sv/h}$ <sup>[a]</sup>.

La figure 3-26 présente une fosse de type B.

### ***Fosse à déchets de faible et de moyenne activité (type C)***

La fosse de type C s'apparente à la fosse de type B, mais comporte deux compartiments au lieu de quatre. Cette fosse, utilisée notamment à la phase 2 de l'ASDR du complexe nucléaire de Gentilly pour des déchets de faible activité, présente des dimensions de 11,8 m sur 3,9 m sur 3,3 m (Hydro-Québec, février 1981).

La figure 3-27 montre une fosse de type C.

### ***Bâtiment de stockage des déchets faiblement radioactifs***

Le bâtiment de stockage des déchets faiblement radioactifs est un entrepôt dont les murs et le plancher sont en béton. Ce type d'installation non chauffée est utilisé au site de Bruce en Ontario. Ses dimensions sont de 30,7 m de largeur sur 47,1 m de longueur et 7,9 m de hauteur, pour une capacité de stockage de 8 000 m<sup>3</sup>. Les murs et le plancher ont une épaisseur respective de 0,38 m et de 0,05 m.

Des plaques de béton sont ajoutées au besoin afin de respecter un débit d'exposition au contact des murs inférieur à 25  $\mu\text{Sv/h}$ <sup>[a]</sup>. Cette installation est conçue pour recevoir des déchets de différents types ayant un débit de dose inférieur à 0,01 Sv/h mesuré au contact des déchets. Les déchets compactables sont entreposés en ballots et les déchets non compactables sont placés dans différents types de conteneurs, selon le type de déchets (cendres, résines, pièces métalliques). Le drainage est effectué par un drain connecté à une fosse de drainage.

La figure 3-28 illustre un bâtiment de stockage des déchets faiblement radioactifs.

### ***Enceinte de stockage des filtres usagés (type A)***

L'enceinte de type A est conçue pour le stockage des filtres radioactifs usagés. Elle correspond à une structure rectangulaire bétonnée d'une longueur de 12,3 m, d'une largeur de 5,1 m et d'une hauteur de 3,8 m (EACL, novembre 2002b). Les filtres sont stockés dans des cylindres coulés dans le béton. Ce type d'enceinte est similaire à la fosse A-13 actuellement utilisée à l'ASDR du complexe nucléaire de Gentilly, qui compte 36 cylindres de 51 cm de diamètre et 72 cylindres de 41 cm (Hydro-Québec, février 1981). Chaque cylindre peut contenir deux filtres, peu importe leur type. L'enceinte est fermée par un couvercle en béton armé et les murs ont une épaisseur de

---

[a] 25  $\mu\text{Sv/h}$  correspond à  $2,5 \times 10^{-5}$  Sv/h.

0,6 m. Le blindage radiologique est assuré par le béton. Aucun dispositif de drainage n'est nécessaire.

L'enceinte de type A est conçue pour stocker des filtres d'activité moyenne et élevée. C'est pourquoi le transfert des filtres radioactifs de la centrale à l'enceinte est réalisé à l'aide d'un château de transfert afin de réduire l'exposition des travailleurs.

La figure 3-29 présente la conception d'une enceinte de stockage des filtres usagés.

### ***Fosse souterraine IC-18***

L'unité de stockage IC-18 est actuellement utilisée pour le stockage de certains déchets radioactifs solides sur le site de Bruce en Ontario. Elle est constituée d'un cylindre souterrain en acier au carbone de 1,73 m de diamètre et de 11,75 m de hauteur, entouré d'une gaine de béton. L'accès à l'unité s'effectue au niveau du sol par le couvercle en béton.

Les avantages de l'unité IC-18 sont liés à une grande capacité de stockage, à ses coûts de construction raisonnables, à sa facilité d'exploitation et à la variété des déchets qu'on peut y entreposer. Cette unité permet en effet de stocker une grande variété de conteneurs et différents types de déchets de moyenne et de haute activité. Les déchets peuvent être des résines échangeuses d'ions, des filtres radioactifs, des colonnes échangeuses d'ions, des composants de procédé et des déchets compactables d'activité trop élevée pour être stockés dans les autres types d'unités.

La capacité maximale d'entreposage de la fosse souterraine IC-18 atteint 18 m<sup>3</sup>. Le blindage est assuré par le cylindre en acier, les structures en béton et le sol entourant l'unité. Le drainage s'effectue par un tuyau situé au fond du cylindre et par une conduite souterraine accessible à partir du sol.

La figure 3-30 illustre la fosse IC-18.

### ***Silo à déchets de retubage***

La conception des silos à déchets de retubage est éprouvée et semblable à celle des modules CANSTOR. Ce type d'unité a été spécialement conçu pour le stockage des déchets métalliques de haute activité résultant des travaux de retubage d'une centrale nucléaire CANDU.

Les silos à déchets de retubage sont constitués d'une structure cylindrique hors terre en béton armé d'une hauteur de 6,8 m et d'un diamètre moyen de 10,06 m. Leurs parois de 1,2 m en béton armé assurent leur intégrité et leur blindage. Chaque silo contient 7 cylindres en acier de 1,42 m de diamètre disposés à la verticale. Ces cylindres peuvent recevoir des contenants métalliques de déchets de haute activité,

tels que les tubes de force et les tubes de cuve, les pièces insérées des tubes de cuve et les parties les plus actives des raccords d'extrémité et des bouchons écrans.

La figure 3-31 montre un silo à déchets de retubage.

### ***Enceinte de stockage des déchets de faible et de moyenne activité (EDFMA)***

L'enceinte de stockage des déchets de retubage de faible et de moyenne activité (EDFMA) est formée d'une structure rectangulaire en béton armé d'une largeur de 4,6 m, d'une longueur de 14,2 m et d'une hauteur de 4,5 m (EACL, août 2003b). Elle peut contenir 70 boîtes métalliques rectangulaires normalement utilisées pour le confinement de déchets de retubage de faible et de moyenne activité. Ce type d'enceinte correspond à une enceinte de type B dont on a optimisé l'espace de stockage.

La figure 3-32 illustre l'enceinte de stockage des déchets de retubage de faible et de moyenne activité (EDFMA).

### ***Bunker à déchets solides métalliques***

Le bunker à déchets solides métalliques est une structure rectangulaire hors terre en béton armé de 7 m de largeur, de 14 m de longueur et de 6 m de hauteur. Ce type d'unité correspond à la première génération du silo à déchets de retubage décrit plus haut. Le concept préliminaire a été révisé puisqu'il présentait des problèmes d'évacuation de la chaleur des déchets entreposés. Il avait été développé par EACL pour le stockage des déchets de retubage issus de la réfection projetée de la centrale de Point Lepreau.

Comme le silo à déchets de retubage, le bunker à déchets solides métalliques peut contenir 60 cylindres en acier disposés à la verticale en cinq rangées de 12 cylindres. Les déchets d'activité élevée sont placés dans les cylindres placés au centre du silo, les déchets d'activité moyenne, dans une position intermédiaire et les déchets de faible activité, dans les cylindres périphériques. Les conteneurs utilisés dans le bunker de même que le blindage sont les mêmes que pour le silo à déchets de retubage.

La figure 3-33 illustre le bunker à déchets solides métalliques.

### ***Quadricellule***

La quadricellule est une structure en béton armé de 6,2 m de longueur sur 5,8 m de largeur et 3,8 m de hauteur, conçue pour recevoir des résines usées et des déchets de haute activité. Ce type d'unité est actuellement utilisé aux sites nucléaires de Gentilly, de Point Lepreau et de Bruce.

La quadricellule est composée de quatre cavités cylindriques de 1,68 m de diamètre et de 1,82 m de hauteur, fournissant un espace de stockage de 4 m<sup>3</sup> par cavité ou 16 m<sup>3</sup> par unité. Les résines sont stockées dans des conteneurs en acier à double paroi qui sont déposés dans les cavités cylindriques. Le blindage radiologique est assuré par la structure de béton.

La figure 3-34 illustre une quadricellule.

### ***Décacellule***

La décacellule est une structure en béton similaire à la quadricellule, mais de dimensions optimisées pour l'entreposage d'importants volumes de résines usées. Elle comporte dix cavités cylindriques individuelles de 6 m<sup>3</sup>, fournissant ainsi une capacité totale de stockage de 60 m<sup>3</sup>. Chaque cavité cylindrique peut recevoir deux contenants de résines de 3 m<sup>3</sup>.

La figure 3-35 montre un exemple de décacellule.

### ***Enceinte de stockage des résines usées (ESRU)***

Comme la décacellule, l'enceinte de stockage des résines usées (ESRU) est une structure en béton similaire à la quadricellule, mais de dimensions optimisées pour l'entreposage d'importants volumes de résines usées. Elle comporte douze cavités cylindriques de 6 m<sup>3</sup> chacune, pour une capacité totale de stockage de 72 m<sup>3</sup>. Chaque cavité cylindrique peut recevoir deux contenants de résines de 3 m<sup>3</sup>.

La figure 3-36 illustre une ESRU.

#### **3.4.2.2.3 Comparaison des options**

EACL et Hydro-Québec Production ont analysé les diverses options de stockage de déchets radioactifs solides présentées à la section 3.4.2.2.2 afin de déterminer les avantages et les inconvénients de leur emploi au complexe nucléaire de Gentilly (voir le tableau 3-7).

Dans un premier temps, certains modes de stockage ont été rejetés. Les unités de stockage souterraines, telles que les fosses IC-18 actuellement utilisées au site de Bruce en Ontario, présentent plusieurs avantages en ce qui concerne notamment la radioprotection, l'optimisation de l'espace et la visibilité moindre. Cependant, cette technologie serait peu appropriée au site de l'IGDRS du complexe nucléaire de Gentilly en raison de la proximité du socle rocheux et de la nappe phréatique. Par ailleurs, le bunker à déchets solides métalliques présente des difficultés d'évacuation de la chaleur. Cette option n'a pas été retenue pour le stockage des déchets issus des travaux de réfection prévus à la centrale de Point Lepreau. Elle n'est donc pas considérée pour des déchets similaires de la centrale de Gentilly-2.



Les déchets d'exploitation de la centrale de Gentilly-2 seront entreposés dans des installations similaires à celles qui sont actuellement utilisées. Hydro-Québec Production et EACL respecteront cependant les nouveaux codes et standards relatifs à ce type d'installation ainsi que toute nouvelle réglementation en vigueur. La conception des installations de stockage projetées devrait donc être améliorée et optimisée.

Des enceintes de stockage en béton d'usage général, d'une capacité de 156 m<sup>3</sup>, ont été retenues pour les déchets compactables et non compactables de faible et de moyenne activité. Ces enceintes (EDFMA) sont de conception semblable aux fosses de type B déjà utilisées à l'ASDR. Des modifications mineures leur permettront de répondre aux besoins associés à l'IGDRS. En effet, à cet endroit, les enceintes seront installées hors sol au lieu d'être partiellement enfouies. Cette adaptation permettra un meilleur suivi de leur état, ce qui augmentera leur durabilité. L'enceinte retenue pour l'IGDRS est très proche de l'enceinte de type 1A utilisée pour la même catégorie de déchets à la centrale nucléaire de Point Lepreau (voir la figure 3-25). L'enceinte de type 1A est plus grande que les fosses de type B ou C présentes au site de Gentilly. Comme elle offre un plus grand volume utile tout en occupant globalement moins d'espace au sol, elle présente un avantage économique. L'enceinte retenue (EDFMA) peut aussi bien être employée pour les déchets d'exploitation que pour les déchets de réfection (voir la figure 3-32).

La solution retenue pour le stockage des résines usées constitue elle aussi une adaptation optimisée du concept existant de la quadricellule. L'enceinte de stockage des résines usées (ESRU) compte douze cellules au lieu de quatre et la capacité de ses cavités cylindriques est supérieure. À 6 m<sup>3</sup> par cavité, l'ESRU offre une capacité totale de stockage de 72 m<sup>3</sup>. Elle peut donc recevoir d'importants volumes de résines tout en permettant une économie d'espace et la réduction des coûts de construction.

Les unités de stockage considérées pour les déchets de retubage représentent également des adaptations et des optimisations de structures existantes. En se fondant sur l'expérience acquise, on a amélioré leur design afin de fournir des solutions supérieures sur les plans économique et technique. De fait, le silo considéré pour les déchets de retubage s'inspire d'un silo simple largement utilisé dans l'industrie nucléaire. Le type de silo choisi offre une capacité de stockage accrue et est considéré comme la solution optimale pour le stockage des déchets de haute activité. Il abrite sept cylindres d'acier entourés d'une paroi de béton, ce qui réduit l'espace occupé et le volume de matériaux nécessaires. Par ailleurs, l'enceinte retenue (EDFMA) pour le stockage des déchets de retubage de faible et de moyenne activité est similaire à l'enceinte de stockage en béton d'usage général, utilisée pour les déchets compactables et non compactables. Elle correspond en fait à une structure de type B optimisée.

Les options de stockage retenues respectent tous les critères de radioprotection, de sûreté et de sécurité définis à la section 3.4.2.2.1.

### 3.4.3 Choix de l'emplacement pour les installations projetées

Hydro-Québec Production n'a pas analysé de nouvel espace de stockage rattaché à l'ASSCI, puisque l'augmentation de la capacité d'entreposage sera effectuée à l'intérieur même de l'aire d'environ 16 000 m<sup>2</sup> déjà autorisée dans les années 1990. On peut rappeler qu'une variante d'aménagement avait été considérée en 1993 mais avait été rejetée, notamment parce qu'elle se situait à l'extérieur du périmètre protégé de la centrale (Hydro-Québec, novembre 1993).

Dans le cas de l'IGDRS, deux sites potentiels ont été envisagés pour la construction des installations de stockage (voir la figure 3-37). Dans la section 3.4.3.2.3, on décrit ces sites et compare leurs avantages et leurs inconvénients en vue de déterminer le meilleur lieu de stockage sur les plans environnemental et technoéconomique.

#### 3.4.3.1 Aire de stockage à sec du combustible irradié

##### 3.4.3.1.1 Critères de localisation, de radioprotection, de sûreté et de sécurité

Les critères de localisation relatifs à l'implantation des futurs modules CANSTOR et des silos à proximité des sept modules déjà construits, à l'intérieur de l'aire autorisée, protégée et clôturée, visent :

- à optimiser les installations existantes ;
- à faciliter le transfert du combustible irradié et à l'effectuer sur la plus courte distance possible ;
- à éviter l'utilisation des voies de transport publiques ;
- à isoler les installations des centres de population ;
- à réduire l'impact radiologique sur la population à un niveau aussi bas qu'il est raisonnable d'atteindre si jamais des fuites se produisaient.

##### 3.4.3.1.2 Besoins en espace

Une superficie de l'ordre de 16 000 m<sup>2</sup> avait été autorisée en 1995 par les autorités provinciales et la CCSN pour stocker le combustible irradié, que ce soit dans des modules CANSTOR ou dans des silos (voir la figure 3-37). La construction de 16 modules CANSTOR, avec la possibilité d'en remplacer certains par des silos, avait été autorisée la même année.

Sept modules CANSTOR (n<sup>os</sup> 1 à 7) sont construits en 2005. La figure 3-38 présente une vue simulée des aires de stockage sans les unités dédiées aux déchets de réfection. Pour répondre aux besoins d'entreposage du combustible irradié engendré par la poursuite de l'exploitation de la centrale jusqu'à l'horizon 2035, il est nécessaire de construire 4 modules CANSTOR en sus des 16 modules autorisés, pour un total de 20. Seuls ces quatre modules supplémentaires font partie de la portée du présent projet. La superficie totale requise pour la construction des 20 modules,

incluant les chemins et la clôture périphérique, est d'environ 14 300 m<sup>2</sup>, soit 1 700 m<sup>2</sup> de moins que l'aire déjà autorisée. Il est toutefois possible qu'Hydro-Québec Production construise des silos vers la fin de l'exploitation plutôt qu'un dernier module CANSTOR qui ne serait que partiellement rempli.

#### **3.4.3.1.3 Agrandissement retenu**

En s'appuyant sur les critères définis plus haut, on a choisi de construire les nouveaux modules CANSTOR dans l'espace libre qui est adjacent aux modules existants. La poursuite de l'aménagement et l'agrandissement de l'ASSCI seront donc effectués à l'ouest des modules existants.

#### **3.4.3.2 Installation de gestion des déchets radioactifs solides**

La présente section fait état des caractéristiques générales des deux sites envisagés pour la construction de l'IGDRS. On y compare leurs avantages et leurs inconvénients afin de déterminer le meilleur endroit de stockage sur les plans environnemental et technoéconomique.

#### **3.4.3.2.1 Critères de localisation, de radioprotection, de sûreté et de sécurité**

Les critères de localisation de l'IGDRS sont les suivants :

- implantation à une distance suffisante du fleuve, en dehors de la zone inondable ;
- implantation à l'intérieur de la zone d'exclusion, définie par un rayon d'environ 1 km autour du bâtiment du réacteur de Gentilly-2 :
  - pour faciliter le transfert des déchets ;
  - pour éviter l'utilisation des voies de transport publiques ;
  - afin de confier la gestion et la manipulation des déchets au personnel de la centrale de Gentilly-2 et d'utiliser l'infrastructure en place ;
  - pour isoler les installations des centres de population ;
  - pour réduire l'impact radiologique à un niveau aussi bas qu'il est raisonnable d'atteindre si jamais des fuites se produisaient ;
- construction le plus près possible des installations de stockage des déchets radioactifs existantes ;
- dans la mesure du possible, implantation à l'intérieur du périmètre clôturé et protégé de la centrale ;
- évitement des conflits d'usage avec les autres fonctions de la centrale.

Les programmes et critères de radioprotection, de sûreté et de sécurité actuellement en vigueur à la centrale de Gentilly-2 s'appliqueront également à l'IGDRS. Cette dernière sera considérée comme une zone contrôlée (zone 2) et sera soumise aux mêmes consignes que les zones de même type en centrale. De plus, les critères de localisation énoncés ci-dessus tiennent compte des exigences de radioprotection.

### 3.4.3.2.2 *Besoins en espace*

L'IGDRS occupera une superficie de l'ordre de 21 000 m<sup>2</sup>. Cet espace comprend les unités de stockage, les installations annexes et les voies d'accès.

L'IGDRS regroupera les unités de stockage des déchets d'exploitation produits jusqu'à l'horizon 2035 ainsi que des déchets de réfection de la centrale. Si la réfection de la centrale n'est pas réalisée, on devra tout de même aménager un peu plus de la moitié de la superficie prévue pour le stockage des déchets d'exploitation, en considérant la vidange des réservoirs de résines usées situés dans le bâtiment des services de la centrale.

### 3.4.3.2.3 *Sites étudiés*

Sur la base des critères décrits précédemment, on a étudié deux sites de construction de l'IGDRS. Ils se trouvent sur la propriété d'Hydro-Québec, à l'intérieur de la zone d'exclusion de la centrale (voir la figure 3-37).

Le premier emplacement envisagé, soit le site 1, est situé à l'ouest de l'ASSCI. Le second emplacement, soit le site 2, est adjacent à l'ASDR.

#### *Particularités du site 1*

Le site 1 se trouve à l'intérieur de la digue de protection contre les inondations qui ceinture l'aire occupée par la centrale et l'ASSCI. Plusieurs structures souterraines sont présentes à cet endroit, soit les fondations de béton de l'usine de traitement d'eau et du clarificateur d'eau La Prade, des câbles électriques, des conduites d'eau et des conduites pluviales. Par ailleurs, le site 1 est traversé par un chemin, d'orientation nord-sud, du côté ouest de l'ASSCI. On remarque également un entrepôt utilisé par Hydro-Québec Production au nord-est du site.

Une étude géotechnique effectuée au cours de l'automne de 2002 permet de qualifier la stratigraphie du site (LMQ, janvier 2003). Le terrain se trouve à un niveau moyen de 7,0 m au-dessus de la mer. Il est couvert d'une friche herbacée qui repose sur un horizon de sol organique ou de terre végétale. Le remblai sous-jacent, d'une épaisseur de 0,22 m à 8,08 m, est hétérogène ; il est composé d'un mélange de sable, de silt et d'argile, et contient des fragments de roche, des morceaux de bois, de la pierre concassée et des cailloux. La consistance du matériel de remblai varie de lâche à dense.

À plusieurs endroits sous le remblai, on trouve une couche de sol fin, constitué de silt argileux, de sable et de traces de matières organiques, ainsi qu'une couche de sol granulaire, composé de sable silteux avec quelques traces d'argile. La consistance de la couche de sol fin est moyenne, alors que celle de la couche granulaire est de compacte à dense.

Le socle rocheux est constitué d'une formation calcaireuse grise. On a observé, par endroits, une couche de roche très fracturée ou broyée, d'une épaisseur variant de 0,10 m à plus de 0,41 m, reposant sur le socle rocheux. Cette dernière est située à des profondeurs de 2,90 à 8,38 m.

### ***Particularités du site 2***

Le site 2 englobe l'ASDR et ses environs, qui sont en grande partie déboisés. Seul un espace au sud de l'ASDR est occupé par une saulaie à aulne, qui est inondée au printemps. Le site est traversé par trois ruisseaux et des fossés, et se trouve à l'extérieur de la digue de protection contre les inondations érigée en 1998. Les terrains adjacents à l'ASDR sont situés à un niveau moyen de 6,3 m au-dessus de la mer, alors que l'ASDR elle-même repose sur un remblai. L'élévation de la surface varie de 9,0 m (phase 1) à 11,3 m (phase 2). Les terrains adjacents à l'ASDR font partie de la plaine inondable.

Les matériaux meubles du site 2 comprennent, par endroits, une couche superficielle constituée d'un mélange hétérogène de sable, de silt et de matière organique, d'une épaisseur de 0,5 m à 1,5 m. On note aussi la présence d'un remblai de matériaux granulaires d'une épaisseur de 0,6 m à 2,8 m (LMQ, septembre 1998).

À peu près partout sous la terre à forte composante organique ou le remblai présents en périphérie de l'ASDR, on trouve une couche de sol fin généralement composé de silt argileux avec des traces de sable gris. Cette couche, d'une épaisseur de 0,5 m à 2,2 m, repose le plus souvent sur un horizon de sol granulaire composé d'un mélange de sable et de silt avec un peu de gravier, d'une épaisseur de 0,3 m à 2,4 m. La profondeur du socle rocheux atteint à ces endroits de 3,0 m à 6,3 m. Il s'agit d'une formation calcaireuse, grise et fracturée, renfermant des lits de calcaire silteux (LMQ, septembre 1998).

#### **3.4.3.2.4 Évaluation comparative**

L'évaluation comparative des sites repose sur des critères environnementaux liés aux milieux naturel et humain, y compris le paysage, de même que sur des critères technoéconomiques. Les tableaux 3-8 et 3-9 résument les avantages et les inconvénients de chaque site.

### ***Considérations environnementales***

Le choix du site 1 permettrait d'utiliser un espace à vocation industrielle actuellement disponible. En raison de l'absence de végétation, aucun déboisement n'est nécessaire aux fins de la construction. Le site 1 se trouve de plus à l'intérieur de la digue de protection contre les inondations aménagée en 1998.

L'utilisation du site 2 entraînerait la perturbation d'un milieu à l'état naturel ainsi que la perte d'environ 0,26 ha d'une saulaie à aulne. Cet emplacement se trouve par ailleurs dans la zone inondable. L'aménagement de l'IGDRS à cet endroit entraînerait la perte de 0,30 ha d'un milieu humide présentant un potentiel pour les poissons, l'herpétofaune et la sauvagine.

Au site 1, les installations de stockage s'intégreront facilement sur le plan visuel à l'ensemble architectural des centrales de Gentilly-1 et de Gentilly-2. Les nouveaux ouvrages accentueront le caractère industriel du paysage. Au site 2, les installations seront partiellement visibles de la route et seront dissociées de l'ensemble architectural principal.

L'implantation de l'IGDRS au site 2 permettra de stocker en un seul lieu les déchets radioactifs solides de faible et de moyenne activité. Autrement, le stockage de déchets radioactifs solides sera réparti en deux lieux distincts. Par contre, l'utilisation du site 1 permettrait de réunir les déchets de haute activité, soit le combustible irradié, les déchets de réfection et les résines usées.

Le site 2, situé au sud de l'ASDR, permet de réduire les risques d'irradiation potentielle et d'atténuer les conséquences d'un accident éventuel pour le personnel de la centrale, en raison de son éloignement. Les deux sites s'équivalent en ce qui touche la radioprotection de la population, puisque le champ de rayonnement à la suite de l'implantation de l'IGDRS demeurera au niveau du bruit de fond naturel mesuré à la limite de la zone d'exclusion.

### ***Considérations technoéconomiques***

Les deux sites envisagés sont assez vastes pour recevoir l'IGDRS, la superficie requise étant d'environ 21 000 m<sup>2</sup>.

Il faudra effectuer des travaux d'excavation et de remblai pour élever le site retenu à la cote de 7,7 m, qui correspond au niveau de l'ASSCI. Les travaux d'excavation sont d'ampleur comparable aux deux sites, même si le roc est moins profond au site 2. Les conditions de terrain à cet endroit sont plus difficiles en raison des contraintes de drainage et d'assèchement. Des travaux majeurs d'amélioration du drainage seront également nécessaires au site 2, ce qui suppose des dépenses supplémentaires.

Le coût global d'aménagement du site est estimé à 70,1 millions de dollars. Les travaux de remblayage et de compaction, de même envergure aux deux sites, représentent environ 50 % de ce montant.

Le site retenu doit être facilement accessible pour la construction de l'IGDRS et les opérations de stockage des déchets radioactifs solides. En période d'exploitation, il sera plus facile d'accéder au site 1 puisqu'il est situé immédiatement au sud-ouest de la centrale de Gentilly-1, à l'intérieur de la zone protégée. La distance qui sépare le

site 1 du bâtiment des services de Gentilly-2 n'est que d'environ 350 m, ce qui a pour effet de réduire les risques d'accidents associés au transfert des déchets radioactifs. Par ailleurs, la surveillance et l'inspection du site ainsi que toute autre intervention sont facilitées par le fait que le site 1 appartient à la zone protégée de la centrale.

Dans le cas du site 2, la semi-remorque portant, à l'occasion, le château de transfert doit parcourir environ 700 m. Le fait que ce site est à l'extérieur de la zone protégée de la centrale prolongera la procédure de transfert des déchets.

Le chemin d'accès doit satisfaire aux normes établies pour la circulation du tracteur semi-remorque chargé de déchets radioactifs solides de haute activité. La voie empruntée pour le transfert des déchets au site 1 n'exige pas de travaux de consolidation. Par contre, l'état général des chemins vers le site 2 exige des travaux de consolidation, de modification de courbure et de renforcement des passages de drains.

Le site 1 se trouve à environ 900 m des réservoirs de mazout de la centrale thermique de Bécancour, comparativement à 600 m pour le site 2, ce qui réduit les risques de dommages provoqués par un incendie de ces réservoirs.

#### **3.4.3.2.5 Site privilégié**

D'après les évaluations environnementale et technoéconomique, le site 1 constitue le meilleur choix. Il permet d'éviter la perte d'un groupement végétal constituant un habitat faunique potentiel, tout en utilisant un terrain à vocation industrielle actuellement disponible et protégé des inondations par une digue.

La surveillance et l'inspection du site 1 seront facilitées, car l'emplacement tout comme le chemin d'accès font partie de la zone protégée et ne présentent pas de contrainte pour la sécurité du public.

Le site 1 réduit la distance de transfert des déchets entre le bâtiment des services et l'IGDRS. Le drainage du site 1 et le chemin d'accès sont déjà conformes aux exigences d'Hydro-Québec.

Le site 1 est entouré d'une digue de protection contre les inondations, ce qui n'est pas le cas du site 2.

Le site 1 ne présente aucune contamination en hydrocarbures C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> puisque toutes les concentrations mesurées lors d'une caractérisation récente sont très inférieures au critère provincial le plus restrictif (critère B), valide pour des terrains à vocation résidentielle, récréative ou institutionnelle (Nove Environnement inc., mars 2003d). Il en est de même pour les métaux, dont les teneurs n'excèdent pas le critère B du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) ni le critère résidentiel et parc du Conseil canadien des ministres de l'Environnement

(CCME). Les analyses radiologiques au site 1 indiquent que, dans toutes les couches de dépôts meubles, le niveau radiologique de type gamma résulte de la radioactivité naturelle et d'une légère contribution résiduelle des retombées radioactives des essais nucléaires à haute altitude effectués entre 1950 et 1970. L'activité observée dans tous les échantillons de sol est qualifiée de normale ; elle est semblable aux teneurs de la croûte terrestre et à celles des échantillons de sédiments fluviaux prélevés à proximité depuis dix ans.

Le site 1 est par ailleurs conforme à la réglementation municipale (voir l'annexe E). En conclusion, le site 1 est retenu pour l'implantation de l'IGDRS.

### **3.4.4 Description des installations projetées**

#### **3.4.4.1 Aire de stockage à sec du combustible irradié**

Une fois les travaux réalisés, l'ASSCI occupera une surface totale de 94 m sur 152 m, incluant les chemins et la clôture, soit environ 14 300 m<sup>2</sup>. Cet espace est suffisant pour contenir les 20 modules CANSTOR nécessaires à l'exploitation de la centrale jusqu'à l'horizon 2035. Il est à noter qu'Hydro-Québec Production pourrait construire des silos pour optimiser l'espace et les unités de stockage. L'aire de stockage sera pourvue de quatre bases de BCR destinées à recevoir des modules CANSTOR ou des silos. L'utilisation de ces deux types d'unités de stockage est déjà autorisée au complexe nucléaire de Gentilly. Rappelons que les normes d'assurance de la qualité énoncées à la section 2.7.2 s'appliquent à l'ASSCI.

##### **3.4.4.1.1 Module CANSTOR**

EACL a développé le concept de stockage du combustible irradié dans des modules CANSTOR à la suite de l'expérience acquise dans le stockage en silos. Ce concept représente une amélioration des points de vue technique et économique, tout en assurant le même niveau de protection de l'environnement. Les modules CANSTOR ont, comme les silos, une vie utile d'au moins 50 ans.

Un module CANSTOR est une enceinte en béton armé dans laquelle 20 cylindres étanches en acier au carbone galvanisé sont placés en position verticale, formant ainsi deux rangées de 10 cylindres. Chaque cylindre peut contenir 10 paniers de 60 grappes de combustible irradié, soit un total de 12 000 grappes par module. Les figures 3-39 et 3-40 illustrent diverses vues d'un module CANSTOR.

Le béton du module CANSTOR est renforcé au moyen d'acier d'armature et satisfait aux exigences en matière de résistance aux intempéries. Le module mesure 21,6 m de longueur, 8,1 m de largeur et 7,5 m de hauteur. Chaque cylindre étanche, fait d'acier au carbone de 9,5 mm d'épaisseur, a un diamètre interne de 1,12 m et une hauteur de 6,8 m. Les parois intérieure et extérieure du cylindre sont galvanisées pour prévenir la



corrosion. Le blindage du module est assuré par des parois en béton de 96,5 cm et une dalle en béton de 107 cm d'épaisseur à sa surface supérieure.

Les cylindres étanches des modules sont soutenus par le haut afin de permettre leur libre dilatation sous l'effet de l'augmentation de la température. Les forces sismiques latérales sont contrées au moyen de pièces encastrées dans le socle du module.

L'ouverture au sommet de chaque cylindre est arrondie et adaptée aux dimensions du château de transfert. Le couvercle permanent soudé qui assure l'étanchéité du cylindre est remplacé pendant les opérations de chargement par un couvercle temporaire. Chaque cylindre étanche est muni de tuyaux d'échantillonnage permettant d'effectuer des essais d'étanchéité. Un anneau muni de cales d'espacement est placé au fond du cylindre afin d'en permettre le drainage en cas de besoin.

La chaleur résiduelle qui se dégage des grappes de combustible irradié est évacuée par convection naturelle grâce à des conduits d'air traversant les parois de béton du module. Les entrées et les sorties d'air, situées respectivement à 1,3 et à 5,6 m de la base du module, sont munies d'une grille en acier inoxydable soudée en place pour éviter qu'elles soient obstruées par des débris ou d'autres éléments. Leur configuration en labyrinthe garantit un blindage minimal de 96,5 cm de béton. De plus, elles sont faites d'une série de chicanes empêchant les rayons gamma directs.

La partie extérieure des entrées et des sorties d'air est légèrement inclinée de manière à faire obstacle au ruissellement de l'eau vers l'intérieur du module CANSTOR. De plus, le plancher du module présente une légère pente permettant de diriger les éventuelles eaux d'infiltration vers une canalisation raccordée à un puisard. Une petite ouverture en labyrinthe sur le côté du module permet d'introduire un boyau flexible jusqu'au fond du puisard et de pomper l'eau vers l'extérieur. Cette eau est d'abord échantillonnée puis, si elle ne présente pas de contamination, elle est évacuée vers le réseau de drainage du site.

#### **3.4.4.1.2 Silo**

Le silo est un cylindre en béton armé qui peut contenir neuf paniers de combustible irradié. Le béton satisfait aux exigences en matière de résistance aux intempéries. Chaque panier contient 60 grappes de combustible, soit un total de 540 grappes par silo. Le silo a une hauteur de 6,52 m, un diamètre extérieur de 3,07 m et une cavité interne d'un diamètre de 1,12 m (voir la figure 3-41). Le blindage du silo est assuré par une paroi de 96,8 cm en béton et un couvercle de 102 cm aussi en béton. Le silo repose sur une dalle en béton de 78 cm d'épaisseur. Les silos sont conçus pour une vie utile d'au moins 50 ans.

La paroi intérieure du silo est constituée d'un cylindre étanche en acier au carbone d'un diamètre de 1,12 m et d'une épaisseur de 9,5 mm. Elle est recouverte d'une peinture époxy pour prévenir la corrosion et faciliter la décontamination au moment

du démantèlement. Chaque cylindre étanche est muni de tuyaux d'échantillonnage permettant d'effectuer des essais d'étanchéité. Un anneau muni de cales d'espacement est placé au fond du cylindre afin d'en permettre le drainage au besoin.

L'ouverture au sommet du silo est arrondie et adaptée aux dimensions du château de transfert pour faciliter les opérations de chargement. Le couvercle qui en assure l'étanchéité est remplacé pendant les opérations de chargement par un couvercle temporaire muni d'un anneau de chargement procurant un blindage supplémentaire.

#### **3.4.4.1.3 Panier**

Le panier en acier inoxydable destiné à recevoir les grappes de combustible irradié est identique pour les modules CANSTOR et les silos. Il est composé d'une plaque de base et d'un couvercle (voir la figure 3-42). Il possède un diamètre extérieur de 107 cm et une hauteur de 56 cm ; l'épaisseur du couvercle et de la paroi cylindrique est de 0,95 cm et celle du fond, de 1,9 cm. La plaque de base supporte 60 grappes de combustible irradié de même que les structures permettant la manutention du panier :

- un poteau de levage vertical soudé à la plaque de base ;
- six membrures verticales renforcées, espacées également autour du poteau central et soudées à ce dernier et à la base ;
- un anneau circulaire placé horizontalement et soudé à l'extérieur des membrures ;
- une grille en acier déployé soudée par points à la surface supérieure de la plaque de base ;
- une plaque de positionnement horizontale soudée au sommet des membrures.

La plaque de positionnement, qui comporte 60 orifices pour accueillir les grappes de combustible irradié, leur assure un support latéral individuel. Le poteau de levage est fait d'un tuyau de 10 cm de diamètre, dans lequel a été soudé un collet de levage s'adaptant au grappin utilisé pour soulever le panier. La grille en acier déployé facilite le séchage du panier et des grappes de combustible avant le soudage du panier rempli.

La plaque circulaire qui tient lieu de couvercle est soudée sur la paroi cylindrique. L'orifice au centre du couvercle laisse passer le poteau fixé à la base. Douze cales soudées sur la face supérieure du couvercle permettent d'éviter que le panier du dessus soit en contact avec le poteau de levage lorsque les paniers sont empilés.

#### **3.4.4.1.4 Château de transfert**

Le château de transfert est utilisé comme blindage du panier de stockage à sec du combustible irradié pendant son transfert de la piscine de stockage au poste de travail blindé et du poste de travail blindé aux modules CANSTOR ou aux silos (voir la figure 3-43).

Le corps du château de transfert est constitué d'une section cylindrique fixée à une base carrée. Les dimensions de la cavité interne sont suffisantes pour contenir un panier. Une porte coulissante est encastrée dans la base carrée et glisse sur deux rails situés sur un côté du château de transfert. Des verrous maintiennent la porte en position fermée et un voyant indicateur précise si la porte est ouverte ou fermée. Un bouclier d'acier couvre la porte de façon à prévenir la dissémination de la contamination non fixée qui pourrait tomber pendant le transport du panier. Le château utilise un treuil électrique, une chaîne et un grappin pour hisser et abaisser le panier.

Le château pèse environ 23 600 kg. Lorsqu'il est chargé d'un panier de 60 grappes de combustible irradié pesant approximativement 2 000 kg, sa masse totale est d'environ 25 600 kg.

#### **3.4.4.1.5 Autres équipements**

Le stockage à sec du combustible irradié au complexe nucléaire de Gentilly fait appel aux autres équipements suivants :

- poste de travail blindé ;
- grue-portique ;
- plateforme de chargement et système de guidage du château de transfert ;
- tracteur semi-remorque.

Tous ces équipements et installations seront utilisés pour le transfert du combustible irradié jusqu'en 2042. Ils sont décrits en détail dans le rapport de sûreté des installations de stockage des déchets radioactifs (Hydro-Québec Production, juin 2005).

#### **3.4.4.2 Installation de gestion des déchets radioactifs solides**

Les travaux d'ingénierie associés à la conception de l'IGDRS respectent les exigences de la norme N286.2-00 (CSA, 2000a). Les activités relatives à l'approvisionnement des composants, des équipements et des matériaux sur le site respectent les exigences de la norme N286.1-00 (CSA, 2000d), tandis que la construction des structures satisfait la norme N286.3-99 (CSA, 1999). La mise en service des systèmes et des composants de l'IGDRS est conforme à la norme CAN/CSA-N286.4-FM86 (C2000) (CSA, 2000b). Enfin, les activités associées à l'exploitation et à l'entretien des composants et des systèmes liés à la sûreté répondent aux exigences pertinentes de la norme CAN/CSA-N286.5-F95 (C2000) (CSA, 2000c).

L'IGDRS sera construite à l'ouest de l'ASSCI. La zone de stockage sera divisée en quatre plateformes de stockage parallèles, d'une longueur moyenne de 80 m et d'une largeur de 15 m à 45 m, selon les besoins. Ces plateformes seront séparées par des

voies de service de 6,7 m à 11 m de largeur. L'ensemble du périmètre de sécurité sera clôturé et l'accès à l'IGDRS sera assuré par deux barrières aménagées aux angles nord-est et sud-est. Les figures 3-44 et 3-14 montrent l'agencement type des unités de stockage de l'IGDRS. Les unités de stockage de l'IGDRS seront construites sur une base en béton. Cette surface aura une pente de 1 % orientée vers l'est afin de permettre l'écoulement des eaux de surface vers des drains connectés à une canalisation de drainage. Une station de contrôle et d'échantillonnage des eaux pluviales sera aménagée. Enfin, un poste interzone d'environ 60 m<sup>2</sup> sera aménagé à l'IGDRS.

Pour le stockage des déchets de réfection et d'exploitation jusqu'à l'horizon 2035, l'IGDRS accueillera éventuellement les installations suivantes (y compris les structures de réserve) :

- 24 enceintes de stockage des déchets compactables et non compactables de faible et de moyenne activité (EDFMA) ;
- 3 enceintes de stockage des filtres usagés (type A) résultant de la poursuite de l'exploitation de la centrale ;
- 7 enceintes de stockage des déchets de retubage de faible et de moyenne activité (EDFMA) ;
- 5 silos à déchets de retubage de haute activité ;
- 14 enceintes de stockage des résines usées (ESRU), soit 2 pour les résines provenant de la décontamination du caloporteur primaire et 12 pour les résines associées à la poursuite de l'exploitation de la centrale.

Les déchets compactables et non compactables de faible et de moyenne activité seront confinés dans des enceintes de stockage aménagées sur deux plateformes d'une largeur de 15 m, situées respectivement aux limites nord et sud de l'IGDRS. Chaque plateforme recevra deux rangées parallèles d'enceintes, à 3 m l'une de l'autre. La plateforme sud comportera douze enceintes, alors que la plateforme nord en comptera neuf, en plus de trois enceintes de stockage des filtres usagés.

Une deuxième plateforme aménagée du côté nord, d'une largeur de 32 m, recevra les unités de stockage associées aux travaux de réfection de la centrale, soit cinq silos à déchets de retubage de haute activité, sept enceintes de stockage des déchets de retubage de faible et de moyenne activité, et trois enceintes de stockage des déchets compactables de faible et de moyenne activité.

Enfin, la troisième plateforme, comptée à partir du côté nord, sera dédiée aux résines usées. D'une largeur de 45 m, elle regroupera quatorze enceintes de stockage des résines usées.

#### 3.4.4.2.1 Déchets résultant de la poursuite de l'exploitation de la centrale

##### ***Enceinte de stockage des déchets compactables (EDFMA)***

L'enceinte de stockage proposée pour les déchets compactables de faible et de moyenne activité (EDFMA), d'une capacité de 156 m<sup>3</sup>, est semblable à l'enceinte de type 1A utilisée pour le même type de déchets à l'installation de stockage des déchets radioactifs de Point Lepreau au Nouveau-Brunswick. On estime que la poursuite jusqu'à l'horizon 2035 de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2 produira un volume d'environ 1 160 m<sup>3</sup>, après compaction, de ce type de déchets (voir le tableau 3-5). Afin de répondre à ces besoins, au moins huit enceintes de stockage doivent être construites. Des enceintes additionnelles de réserve seront également aménagées, notamment pour compenser les pertes d'espace associées à l'exploitation des unités de stockage.

##### ***Enceinte de stockage des déchets non compactables (EDFMA)***

On stockera les déchets non compactables de faible et de moyenne activité, soit les barils usagés, les métaux et les matériaux divers, dans le même type d'enceinte que celui qui est retenu pour les déchets compactables. Le volume à stocker atteint environ 1 065 m<sup>3</sup>, si on compte les déchets engendrés par la poursuite de l'exploitation de la centrale jusqu'à l'horizon 2035 ainsi que les déchets déjà présents sur le site qui doivent être transférés à l'IGDRS (voir le tableau 3-5). Pour répondre à ces besoins, au moins sept enceintes de stockage de 156 m<sup>3</sup> chacune devront être construites, en plus d'unités de réserve.

##### ***Enceinte de stockage des filtres usagés (type A)***

Les filtres issus de la poursuite de l'exploitation de la centrale seront entreposés dans des enceintes de type A. Ce genre d'enceinte est similaire à la fosse A-13 actuellement utilisée à l'ASDR. Cependant, au lieu d'être partiellement enfouies, les enceintes en béton seront construites hors sol à l'IGDRS. Chaque enceinte comprendra 36 cylindres en acier de 51 cm de diamètre et 72 cylindres de 41 cm de diamètre. Ces cylindres, destinés à recevoir les filtres usagés, sont coulés dans le massif de béton.

La poursuite de l'exploitation de la centrale devrait consommer 170 filtres de 10 cm de diamètre, 170 filtres de 41 cm, 27 filtres de 51 cm et, en moindre quantité, d'autres équipements occupant un volume équivalant à un filtre de 51 cm, soit des éléments chauffants du circuit de contrôle de pression du caloporteur et des conteneurs Siva-Blast associés au nettoyage des générateurs de vapeur. Comme les cylindres peuvent accueillir deux filtres superposés, peu importe le type de filtres, le stockage nécessitera 28 cylindres de 51 cm et 108 cylindres de 41 cm de diamètre, ce qui correspond à deux enceintes de type A. On prévoit aménager en plus une troisième

enceinte de réserve. À titre indicatif, le volume total des filtres usagés résultant de la poursuite de l'exploitation est estimé à 60 m<sup>3</sup>.

### ***Enceinte de stockage des résines usées (ESRU)***

Il est prévu d'aménager des enceintes en béton pour stocker les résines usées provenant de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2. Les ESRU sont constituées de douze cellules de 6 m<sup>3</sup>, pour une capacité totale de 72 m<sup>3</sup>. Toutefois, aux fins de l'évaluation des besoins de stockage, on retient un volume utile de 60 m<sup>3</sup> qui tient compte des pertes d'espace. Pour contenir les résines usées produites depuis la mise en service de la centrale jusqu'à l'horizon 2035, soit un total d'environ 500 m<sup>3</sup> incluant les 260 m<sup>3</sup> déjà présents dans les réservoirs du bâtiment des services, il faudra construire au moins neuf ESRU. Jusqu'à trois enceintes supplémentaires de réserve pourront être construites selon les besoins de l'exploitation.

#### ***3.4.4.2.2 Déchets résultant de la réfection de la centrale***

La deuxième plateforme du côté nord de l'IGDRS comprendra les unités de stockage des déchets solides liés au retubage du réacteur, soit des silos et des enceintes pour les déchets de retubage ainsi que des enceintes pour les déchets compactables de faible et de moyenne activité. Une distance de 4,6 m séparera chaque silo. Les enceintes seront séparées par une distance de 3,0 m.

Les deux enceintes de stockage des résines usées issues du procédé de décontamination seront construites à l'extrémité ouest de la troisième plateforme à partir du côté nord, soit la plateforme dédiée aux résines usées.

### ***Silos à déchets de retubage***

Les déchets de haute activité issus des travaux de retubage seront stockés dans des silos. Chaque silo, construit sur une assise de béton, sera constitué d'une structure cylindrique hors terre en béton armé, qui assurera son intégrité structurale et son blindage. Ce type d'unité, dont la conception éprouvée est semblable à celle des modules CANSTOR, a été conçu spécialement pour le stockage des déchets métalliques de haute activité résultant du retubage d'une centrale nucléaire CANDU.

Les silos ont une hauteur de 6,8 m, avec un diamètre de 10,1 m. L'épaisseur des parois de béton est de 1,2 m. Chaque silo contient sept cylindres en acier, d'un diamètre intérieur de 1,43 m, disposés de façon à permettre la circulation de l'air entre eux et la convection passive de la chaleur. Des contenants métalliques utilisés pour le confinement des déchets peuvent être insérés dans ces cylindres, à l'intérieur de trois tubes de guidage de 0,635 m de diamètre. Lorsqu'ils sont remplis, les cylindres sont scellés avec un couvercle métallique.

Les déchets de haute activité qui seront stockés dans les silos comprennent les tubes de force, les tubes de cuve et leurs pièces insérées de même que les sections les plus actives des raccords d'extrémité avec les bouchons écrans à l'intérieur. On réduira le volume de ces composants avant leur insertion dans des contenants métalliques cylindriques. De petits contenants de  $0,19 \text{ m}^3$  seront utilisés pour les équipements qui auront été réduits en pièces plates de  $25 \text{ cm}^2$  (tubes de force et tubes de cuve) et pour les pièces insérées des tubes de cuve. De grands contenants de  $0,30 \text{ m}^3$  seront employés pour les raccords d'extrémité avec les bouchons écran à l'intérieur. Toutefois, il est possible que la partie active des raccords d'extrémité ne soit pas sectionnée et qu'ils soient plutôt stockés en grandes sections. Chaque cylindre d'un silo peut recevoir 24 petits contenants ou 15 grands, pour un maximum possible de 168 petits contenants ou 105 grands par silo.

Le volume de ce type de déchets pourrait atteindre  $62 \text{ m}^3$ , selon que la partie la plus active des raccords d'extrémité aura été sectionnée ou non. Au moins trois silos seront ainsi nécessaires pour stocker ces déchets de haute activité et deux silos supplémentaires seront construits dans l'éventualité où tous les raccords d'extrémité seraient entreposés sans sectionnement préalable.

La figure 3-45 montre la distribution type des températures dans un silo de stockage des déchets de retubage, au début de la période de stockage.

#### ***Enceinte de stockage des déchets de retubage non compactables (EDFMA)***

Le volume des déchets de retubage non compactables de faible et de moyenne activité sera de l'ordre de  $225 \text{ m}^3$  (voir le tableau 3-6). Ces déchets comprennent les tuyaux d'alimentation et leurs accessoires de même que les bouchons d'extrémité. Ils seront déposés dans des boîtes métalliques rectangulaires, qui seront placées dans les enceintes de stockage. Comme chaque enceinte peut contenir 70 boîtes, il faudra au moins trois enceintes pour recevoir les quelque 191 boîtes de déchets de retubage. Une enceinte supplémentaire constituera un volume de réserve pour les tuyaux d'alimentation, dont la longueur des sections pourra varier selon leur état de dégradation.

#### ***Enceinte de stockage des déchets de retubage compactables (EDFMA)***

Les déchets compactables de faible et de moyenne activité issus de la réfection de la centrale (gants, vêtements, etc.) seront stockés dans des enceintes de  $156 \text{ m}^3$ , identiques à celles des déchets d'exploitation (voir la section 3.4.4.2.1). On devra ainsi construire au moins deux enceintes pour stocker un volume de déchets estimé à  $200 \text{ m}^3$  après compaction (voir le tableau 3-6). Une troisième enceinte, à titre de réserve, est prévue.

### ***Enceinte de stockage des résines usées (ESRU)***

Les résines échangeuses d'ions issues de la décontamination du caloporteur primaire seront entreposées dans le même type d'unités que les résines d'exploitation (voir la section 3.4.4.2.1). Ces ESRU fournissent une capacité effective de 60 m<sup>3</sup>. Deux enceintes seront donc construites pour stocker le volume de résines de décontamination estimé à 70 m<sup>3</sup> (voir le tableau 3-6).

## **3.4.5 Construction des aires de stockage**

Les travaux de construction des installations de stockage incluent la préparation du terrain de même que la mise en place des unités de stockage et des installations annexes. En plus de décrire ces travaux, cette section précise l'organisation du chantier, les coûts, les échéanciers et les besoins de main-d'œuvre.

### **3.4.5.1 Préparation des sites**

#### ***3.4.5.1.1 Aire de stockage à sec du combustible irradié***

La préparation de la portion de l'ASSCI qui accueillera les nouvelles unités de stockage exige des travaux d'excavation, de remblayage et de compactage. Ces travaux seront effectués par étapes, en fonction de la construction de chacune des bases prévues pour supporter de quatre à six modules CANSTOR ou les silos, le cas échéant.

La structure géologique du sol doit être en mesure de supporter les modules CANSTOR ou les silos ainsi que la grue-portique et la semi-remorque portant le château de transfert, sans qu'un tassement n'entraîne l'instabilité des ouvrages. Afin de répondre aux critères de conception énoncés par EACL concernant la capacité portante de la fondation et son tassement différentiel, Hydro-Québec Production a choisi des fondations en béton compacté au rouleau (BCR). Ce type de fondation, utilisé depuis 1995 pour les cinq premiers modules CANSTOR, exige l'excavation du sol jusqu'au socle rocheux, situé à un niveau moyen de 3,6 m au-dessus de la mer. On nettoie ensuite la surface rocheuse au moyen de jets d'eau et d'air. Une couche d'au moins 75 mm de béton maigre doit d'abord recouvrir la roche. Le BCR est alors appliqué en couches successives d'au plus 300 mm d'épaisseur et compacté au moyen de rouleaux vibrants. Une partie des matériaux meubles excavés peut être réutilisée pour le remblayage. L'aménagement d'une base type pouvant recevoir cinq modules CANSTOR nécessite l'excavation d'environ 12 000 m<sup>3</sup> de dépôts meubles et la mise en place de 8 000 m<sup>3</sup> de béton.

La dalle de béton structurale des unités de stockage à sec sera coulée sur la fondation de BCR. Son niveau supérieur sera amené à la cote de 7,7 m. Un volume d'environ 6 000 m<sup>3</sup> de matériaux granulaires permettra d'élever le terrain autour de la dalle jusqu'à cette même élévation, avant l'installation des modules CANSTOR. Un



sixième de ces matériaux, soit 1 000 m<sup>3</sup>, proviendront de gravières ou de sablières déjà en exploitation dans la région, tandis que le reste sera constitué des matériaux excavés.

La construction des silos commencera par la mise en place d'une dalle de béton. Le niveau de remblai atteindra 6,9 m, ce qui correspond à la surface inférieure de la dalle ; le dessus de la dalle se trouvera quant à lui à la cote de 7,7 m, comme les autres ouvrages de l'ASSCI. On veillera à protéger les barres d'attente, servant à ancrer les silos, qui seront éventuellement installés sur la dalle. Le volume de remblayage atteindra environ 6 000 m<sup>3</sup>. Outre les matériaux meubles excavés, on utilisera 1 000 m<sup>3</sup> de matériaux provenant de gravières ou de sablières déjà en exploitation dans la région.

Pour effectuer les travaux d'excavation, il faudra une ou deux pelles rétrocaveuses ou un ou deux chargeurs, un bouteur et au plus quatre camions pour transporter les matériaux. L'excavation sera effectuée le jour, sur une période de cinq jours. Une installation mobile de conditionnement du béton, exploitée en continu sur les lieux, fournira le béton des fondations en BCR. Le remblayage et le compactage nécessiteront trois ou quatre camions, un chargeur, un bouteur, un rouleau compresseur et un compacteur.

#### **3.4.5.1.2 Installation de gestion des déchets radioactifs solides**

La préparation du site de l'IGDRS commencera par le retrait de la terre végétale et des structures en place (canalisations et autres). Les travaux d'excavation, de remblayage et de compactage se répartissent en quatre phases :

- phase 1 : fondation de la première plateforme du côté nord ;
- phase 2 : fondation de la deuxième plateforme du côté nord et fondation de l'extrémité ouest de la troisième plateforme, correspondant à quatre ESRU ;
- phase 3 : fondation du centre de la troisième plateforme, nécessaire à quatre ESRU additionnelles, et fondation d'une moitié de la quatrième plateforme, située du côté sud ;
- phase 4 : fondation de la seconde moitié de la quatrième plateforme et fondation du reste de la troisième plateforme.

La structure géologique sous l'IGDRS doit pouvoir supporter les installations de stockage prévues ainsi que la grue-portique et la semi-remorque portant le château de transfert, sans qu'un tassement entraîne l'instabilité des ouvrages. Les méthodes de construction retenues permettront d'assurer cette stabilité à long terme. L'emplacement des plateformes de stockage de l'IGDRS pourrait être excavé jusqu'à la roche-mère, située à une profondeur atteignant 8 m par endroits. Aucune excavation n'est toutefois prévue dans la partie du site ne comprenant pas d'unités de stockage. Selon la profondeur d'excavation atteinte, la mise en place de géotextiles pourrait être

requis pour supporter les sols adjacents. Hydro-Québec Production utilisera, selon les endroits, le matériau approprié.

Les fondations des unités de stockage des déchets de réfection et des ESRU seront construites avec du BCR ou un matériau équivalent. On a prévu un remblai de gravier compacté autour des plateformes nord et sud, vouées au stockage des déchets compactables et non compactables ainsi que des filtres usagés. Le volume total de matériaux meubles à excaver pour l'IGDRS est estimé à 105 000 m<sup>3</sup> en considérant une superficie de 21 000 m<sup>2</sup> et une profondeur moyenne de 5 m. Toute la surface supportant les unités de stockage ainsi que le chemin adjacent seront remblayés jusqu'au niveau de 7,7 m, ce qui exigera environ 120 000 m<sup>3</sup> de matériaux compte tenu de l'élévation moyenne actuelle de 7,0 m du terrain. Deux rampes d'accès seront aussi construites aux entrées de l'IGDRS.

Jusqu'à 25 000 m<sup>3</sup> de déblai pourront être réutilisés pour le remblayage, après la coulée de l'assise des plateformes, au plus tard quelques semaines après l'excavation. Ainsi, le volume de remblai devant être transporté à l'emplacement de l'IGDRS sera de l'ordre de 95 000 m<sup>3</sup>. Les matériaux meubles non réutilisables (environ 80 000 m<sup>3</sup>) seront acheminés à l'aire de dépôt aménagée au sud-ouest de l'ASDR, où ils seront nivelés à la fin des travaux.

Les tuyaux de drainage et les câbles électriques seront installés dans le remblai, qui sera compacté mécaniquement. Le rail (si requis) et la grue-portique pourront alors être mis en place, de même que les clôtures, les barrières et les équipements de sécurité.

Les travaux d'excavation, de remblayage et de compaction exigeront un minimum de trois pelles rétrocaveuses, de quatre bouteurs, de cinq camions et de trois rouleaux compacteurs. Un marteau perforateur monté sur porteur pourra aussi être utilisé pour démolir certaines fondations existantes. Pour construire les fondations en BCR, une usine de béton mobile sera en activité jour et nuit au site du complexe nucléaire de Gentilly.

### 3.4.5.2 Construction des unités de stockage

#### 3.4.5.2.1 Aire de stockage à sec du combustible irradié

##### ***Modules CANSTOR***

La construction des modules CANSTOR, qui se fera par étapes, comprend l'installation de l'armature, des pièces encastrées et des cylindres étanches ainsi que la mise en place du béton. Les dimensions de chaque module CANSTOR sont de 21,6 m de longueur sur 8,1 m de largeur et 7,5 m de hauteur. La construction d'un module requiert 1 070 m<sup>2</sup> de coffrages, 185 t d'acier et 660 m<sup>3</sup> de béton. La base des rails de la grue-portique est placée à la cote de 7,6 m, parallèlement aux rangées de modules.

Elle a une largeur de 2,4 m et une hauteur de 90 cm. Le volume total de béton est d'environ 700 m<sup>3</sup> pour un module et la portion de rails correspondante. La distance entre deux modules est d'environ 5 m.

La surface asphaltée autour des modules CANSTOR sera au niveau de 7,7 m, la cote de conception devant être égale ou supérieure à la cote d'inondation de récurrence décennale. La partie supérieure de la base du module est de 20 cm plus élevée, à 7,9 m.

### ***Silos***

Les silos de stockage du combustible irradié seront fixés sur une dalle modulaire en béton. Chaque dalle portera quatre rangées de cinq silos placées perpendiculairement au trajet de la grue-portique.

Pour construire les silos, on installera d'abord la dalle, puis les silos et enfin la base des rails de la grue-portique sur la distance correspondante. Le point le plus bas de la cavité interne du cylindre se trouvera au niveau de 7,9 m au-dessus de la mer. Une dalle type pour construire 20 silos, de 17 m sur 21,3 m, nécessitera 565 m<sup>3</sup> de béton au total. La base des rails nécessitera 160 m<sup>3</sup> de béton et elle sera érigée en parallèle, comme dans le cas des modules CANSTOR.

On commencera par mettre en place l'armature et les cylindres étanches assemblés par soudure sur le chantier. Ensuite, on installera les coffrages préfabriqués et on coulera le béton par sections ou en continu. Chaque silo, d'un diamètre extérieur de 3,07 m et d'une hauteur de 6,52 m, nécessite 63 m<sup>2</sup> de coffrages, 14 t d'acier et 43 m<sup>3</sup> de béton. La distance entre deux silos d'une même rangée et entre deux rangées sera de 1,14 m.

Deux ou plusieurs silos pourront être construits en même temps selon le nombre de coffrages préfabriqués. Une grue autoportante permettra de mettre en place les coffrages et facilitera le bétonnage. Une ou deux bétonnières serviront de façon continue, en épousant le rythme des travaux. On pourra aussi se servir d'une pompe à béton.

#### ***3.4.5.2.2 Installation de gestion des déchets radioactifs solides***

La construction des installations de stockage a été divisée en quatre phases :

- La phase 1 prévoit l'aménagement, sur la première plateforme du côté nord, de neuf enceintes de stockage des déchets compactables et non compactables (EDFMA) ainsi que de trois enceintes de stockage des filtres usagés (type A).
- La phase 2 inclut la construction des unités de stockage des déchets de réfection sur la deuxième plateforme du côté nord, soit cinq silos à déchets de retubage de

haute activité, sept enceintes de stockage des déchets de retubage de faible et de moyenne activité (EDFMA), et trois enceintes de stockage des déchets compactables de faible et de moyenne activité (EDFMA). Quatre ESRU seront également construites dans la partie ouest de la troisième plateforme ; deux de ces enceintes seront dédiées aux résines usées issues de la décontamination du caloporteur et les deux autres aux résines usées d'exploitation.

- La phase 3 comprend la construction, au centre de la troisième plateforme, de quatre ESRU additionnelles pour les résines usées d'exploitation ; ces unités recevront notamment le contenu des deux réservoirs du bâtiment des services de la centrale, lorsqu'ils seront pleins. De plus, six enceintes de stockage des déchets compactables et non compactables (EDFMA) seront construites sur une moitié de la quatrième plateforme, située du côté sud.
- La phase 4 sera réalisée au fur et à mesure des besoins d'exploitation. Elle comprend la construction de six autres enceintes de stockage des déchets compactables et non compactables (EDFMA) sur la quatrième plateforme et de six autres ESRU sur la troisième plateforme.

La construction des différentes unités de stockage en béton armé aura lieu après la préparation du site et la mise en place des fondations. Les armatures en acier seront mises en place avant le coulage du béton. De plus, pour certaines unités, des pièces encastrées et des cylindres en acier seront utilisés. Le béton sera acheminé en continu par bétonnière.

#### *Enceinte de stockage des déchets de faible et de moyenne activité (EDFMA)*

Les dimensions de chaque enceinte sont de 14,2 m de longueur sur 4,6 m de largeur et 4,4 m de hauteur. La construction d'une enceinte requiert environ 20 t d'acier et 140 m<sup>3</sup> de béton.

#### *Enceinte de stockage des filtres usagés (type A)*

Les dimensions de chaque enceinte sont de 12,3 m de longueur sur 5,1 m de largeur et 4,4 m de hauteur. La construction d'une enceinte requiert environ 60 t d'acier et 300 m<sup>3</sup> de béton.

#### *Enceinte de stockage des résines usées (ESRU)*

Les dimensions de chaque ESRU sont de 18,5 m de longueur sur 6,6 m de largeur et 6,2 m de hauteur. La construction d'une ESRU requiert environ 125 t d'acier et 500 m<sup>3</sup> de béton. Si un système de grue-portique est utilisé, la base de roulement bétonnée de la grue aura 2,4 m de largeur sur 90 cm de hauteur, soit un volume d'environ 40 m<sup>3</sup>. Le volume total de béton pour l'ESRU sera d'environ 540 m<sup>3</sup>.

### *Silo à déchets de retubage*

Le diamètre de chaque silo est de 10,1 m. Les silos ont 6,8 m de hauteur, l'épaisseur nominale des parois étant de 1,2 m. La construction d'un silo exige approximativement 400 m<sup>3</sup> de béton.

Si un système de grue-portique est utilisé, la base de roulement bétonnée de la grue aura 2,4 m de largeur sur 90 cm de hauteur, soit un volume d'environ 40 m<sup>3</sup>. Le volume total de béton pour un silo sera d'environ 440 m<sup>3</sup>.

### 3.4.5.3 Installations annexes

#### 3.4.5.3.1 Aire de stockage à sec du combustible irradié

Les autres travaux prévus à l'ASSCI incluent l'aménagement des chemins d'accès, la mise en place des ouvrages de drainage, le clôturage du périmètre et l'installation de divers équipements, soit les systèmes de sécurité de même que l'alimentation en électricité et en air comprimé. Dans la plupart des cas, il faudra simplement modifier des éléments existants, en place depuis 1995.

Pour le transfert du combustible irradié, on continuera d'utiliser le chemin existant ; il est toutefois prévu d'agrandir vers le sud et vers l'ouest les boucles de desserte des unités de stockage et de les asphaltées, tout comme le pourtour des unités de stockage. L'asphalte reposera sur une base en béton recouverte d'une membrane imperméable. Les surfaces asphaltées à l'intérieur de l'ASSCI auront une épaisseur de 10 cm et atteindront le niveau de 7,7 m au-dessus de la mer. Les emplacements des unités de stockage projetées ne seront pas asphaltés.

Les modules CANSTOR sont isolés du système des eaux de surface et des eaux souterraines grâce à la conception particulière du site, à la préparation des surfaces et à l'agencement des fossés de récupération sur le site de stockage. Toutes les surfaces intérieures de l'ASSCI seront munies de rebords pour récupérer les eaux de pluie, qu'un jeu de pentes dirigera vers une canalisation de drainage reliée au réseau pluvial existant. Un déversoir muni d'une vanne de contrôle sert, au besoin, à empêcher l'évacuation de ces eaux dans le canal de rejet. L'espace compris entre les installations de stockage et la surface asphaltée est scellé à l'aide d'un polymère.

Un fossé de drainage longeant le périmètre de l'aire de stockage limite le niveau des eaux sous l'ASSCI pour prévenir le soulèvement par le gel et l'élévation du niveau des eaux souterraines au moment de fortes précipitations ou à la fonte des neiges.

Le périmètre de sécurité sera déplacé progressivement pour englober les nouvelles unités de stockage de l'ASSCI. Un poste de garde est prévu pour le contrôle de l'accès à ce périmètre. De plus, une clôture temporaire définissant la zone de radioprotection protégée, soit la zone 2, sera déplacée en fonction de l'avancement

des travaux, de façon à ce que les unités de stockage terminées soient en zone 2 et que les espaces non encore exploités demeurent en zone 1. À la fin de la dernière phase de construction, la zone protégée correspondra à l'ensemble de l'ASSCI.

La grue-portique a été transférée en 2004 à la nouvelle base (modules 6 à 11) qui est située au sud des cinq premiers modules CANSTOR. Lors de la construction des autres bases, la grue-portique sera transférée à nouveau.

La ligne à 600 V existante alimentera la grue-portique et le château de transfert, tandis que la ligne à 120 V existante alimentera les appareils d'éclairage, les caméras et les autres équipements de sécurité. Par ailleurs, le système d'alimentation en air comprimé déjà en place permettra de faire fonctionner le grappin de levage du château de transfert.

Le poste interzone actuel, par lequel le personnel d'exploitation accède à l'ASSCI et qui abrite l'équipement nécessaire à l'entretien, sera maintenu à cette fin.

#### **3.4.5.3.2 Installation de gestion des déchets radioactifs solides**

Les installations annexes à l'IGDRS incluent les chemins d'accès, les ouvrages de drainage, le périmètre clôturé et divers équipements, soit les systèmes de sécurité et d'alimentation en électricité et en air comprimé, le poste interzone et la station de contrôle et d'échantillonnage des eaux pluviales (voir la figure 3-14). Cette dernière station recueillera les eaux pluviales de l'IGDRS.

Le transfert des déchets à l'IGDRS se fera par un accès principal existant, situé au nord des centrales de Gentilly-1 et de Gentilly-2, qui est déjà utilisé pour le transfert du combustible. Ce chemin principal a actuellement une largeur variant de 6,7 m à 9,0 m. Il devra être modifié pour prévoir une double section pour les zones 1 et 2. L'essentiel des modifications consistera en l'ajout d'une clôture de séparation radiologique entre les deux zones et en l'aménagement de boucles de desserte des diverses unités de stockage. Des corrections mineures seront aussi apportées aux bords du chemin.

Des accès secondaires conduiront à l'IGDRS. Ils auront une largeur type de 6,7 m et seront perpendiculaires aux unités de stockage. Enfin, un chemin périphérique en gravier permettra la circulation des patrouilles de sécurité.

Les quelque 3 000 m<sup>3</sup> de déblais associés à ces accès seront transportés à l'aire de dépôt située au sud-ouest de l'ASDR.

Les voies qu'emprunteront les véhicules à l'intérieur de l'IGDRS seront asphaltées. La couche d'asphalte, d'une épaisseur de 10 cm, reposera sur un remblai compacté. Les surfaces asphaltées à l'intérieur de l'IGDRS auront une élévation finale de 7,7 m.

Les espaces correspondant aux plateformes des unités de stockage ne seront pas asphaltés.

Les surfaces intérieures de l'IGDRS seront munies de rebords pour récupérer les eaux de pluie, qu'un jeu de pentes dirigera vers des drains et une canalisation. Ces eaux seront acheminées à la station de contrôle et d'échantillonnage avant d'être évacuées dans le canal de rejet via le réseau pluvial. Une vanne permettra de retenir l'eau au besoin.

Dès le début des travaux, on aménagera une clôture définissant un périmètre de sécurité autour de l'IGDRS. L'accès à ce périmètre sera contrôlé à un poste de garde. Comme pour l'ASSCI, des clôtures temporaires délimitant les zones de radio-protection seront installées et déplacées suivant les phases des travaux. La clôture entourant l'ASSCI et les autres éléments du système de sécurité ne devrait pas être modifiée, puisque les travaux de construction de l'IGDRS se dérouleront à l'extérieur du périmètre protégé de la centrale. À la fin des travaux de construction, la zone protégée sera ajustée de manière à intégrer l'ensemble de l'IGDRS. Un poste interzone sera construit au nord-est de l'IGDRS ; il aura un étage et occupera une superficie de 8 m sur 8 m environ.

L'IGDRS comptera une grue-portique de 30 t, montée sur rails ou sur pneumatiques. Une grue mobile de 15 t est également prévue. Une ligne électrique de 600 V, reliée à la ligne existante, alimentera la grue-portique, tandis qu'une ligne à 120 V alimentera les appareils d'éclairage, les caméras de surveillance et les autres équipements de sécurité. Par ailleurs, un système d'alimentation en air comprimé permettra de faire fonctionner le grappin de levage du château de transfert.

#### **3.4.5.4 Organisation du chantier**

##### **3.4.5.4.1 Aire de stockage à sec du combustible irradié**

On accédera au chantier de construction des modules CANSTOR ou des silos par le chemin d'accès principal à l'ASSCI. Les matériaux de construction, tels que les coffrages, les armatures et les granulats destinés aux fondations de BCR, de même que l'équipement nécessaire à la construction des unités de stockage pourront être placés directement dans l'aire d'agrandissement de l'ASSCI, dès que la préparation du terrain sera terminée. Un espace suffisant sera en effet disponible, sauf au moment de la construction des dernières unités de stockage, où il faudra déposer les matériaux et l'équipement à proximité immédiate.

Les espaces de stationnement existants pourront répondre aux besoins des travailleurs affectés à l'agrandissement de l'ASSCI. Quelques roulottes de chantier seront installées à l'extérieur de la clôture située du côté sud de l'ASSCI. Elles devront se trouver à une distance d'au moins 5 m de la zone protégée.

#### 3.4.5.4.2 *Installation de gestion des déchets radioactifs solides*

Les travailleurs emprunteront le chemin de gravier existant du côté ouest de l'ASSCI durant la première phase des travaux de construction de l'IGDRS. Aux phases suivantes, ce chemin devra être détourné ; l'accès à l'aire des travaux sera alors assuré par une rampe aménagée dans le coin sud-est de l'IGDRS.

Après la préparation du terrain, les matériaux de construction pourront être placés directement dans l'espace prévu pour l'IGDRS. Un espace suffisant sera en effet disponible, sauf au moment de la construction des dernières unités de stockage, où il faudra déposer le matériel à proximité immédiate. Celui-ci comprend les coffrages et les armatures ainsi que l'équipement nécessaire à la construction des unités de stockage. Les granulats utilisés pour les fondations pourront également être déposés à l'intérieur ou à proximité de l'IGDRS.

Les espaces de stationnement existants seront suffisants pour accueillir la vingtaine de travailleurs qui pourront être présents au chantier de l'IGDRS.

#### 3.4.5.5 Coût, calendrier de réalisation et main-d'œuvre

##### 3.4.5.5.1 *Coût*

##### *Aire de stockage à sec du combustible irradié*

Le coût de la construction de quinze modules CANSTOR à l'ASSCI est estimé à près de 58 millions de dollars<sup>[a]</sup> (voir le tableau 3-10). Toutefois, seuls les travaux liés aux quatre derniers modules font partie du présent projet, les autres étant déjà autorisés. On évalue à environ 16 millions la portion du coût attribuable à ces quatre unités, dont la construction est prévue entre 2028 et 2038.

##### *Installation de gestion des déchets radioactifs solides*

EACL a estimé de façon préliminaire le coût des différentes phases de construction de l'IGDRS. Cette estimation inclut les frais relatifs à la préparation du terrain, à l'excavation, à la couche de BCR qui servira de base de référence pour le calcul estimé des coûts de fondation des unités de stockage, aux matériaux de remblayage, aux accès, au pavage, au système de drainage, à la clôture et aux éléments des unités de stockage, y compris certaines installations temporaires. Cette estimation s'appuie par ailleurs sur une profondeur moyenne de 5 m du socle rocheux.

Sans tenir compte des intérêts et des effets de l'inflation, le coût total de construction de l'IGDRS est estimé à 70,1 millions de dollars, dont 7,8 millions pour la première

---

[a] Tous les coûts sont en dollars de 2003.



phase de construction (2007). Le tableau 3-11 présente les coûts des quatre phases de réalisation de l'IGDRS.

Les sections 7.5.2.2 et 7.6.2.2 traitent respectivement des retombées économiques liées à la construction et à l'exploitation des nouveaux ouvrages.

### ***Installations annexes liées à la réfection de la centrale***

Le coût de l'aménagement des installations annexes nécessaires à la réfection de la centrale, qui comprennent notamment un bâtiment d'un étage construit au nord de l'IGDRS, s'élèvera à moins de 2 millions de dollars.

#### **3.4.5.5.2 Calendrier de réalisation**

##### ***Aire de stockage à sec du combustible irradié***

Il est prévu de construire deux bases de béton pour accueillir les 13 nouveaux modules de l'ASSCI, dont 9 sont autorisés depuis 1995. Une base de béton peut supporter de quatre à six modules CANSTOR. La construction de la deuxième base, conçue pour six modules, et de deux de ces six modules a été réalisée en 2004. Cette base est installée à l'angle sud-est de l'ASSCI. Les quatre autres modules de cette base seront construits entre 2009 et 2016. Les neuf modules additionnels, prévus sur deux autres bases, seront établis à l'ouest des onze premiers, selon un rythme déterminé par les besoins de stockage. Enfin, la construction des quatre modules visés par le présent projet, sur la dernière base aménagée à l'angle sud-ouest de l'ASSCI, se fera en même temps que la quatrième phase de construction de l'IGDRS, en fonction des besoins d'exploitation de la centrale.

Le tableau 3-10 présente le calendrier et les coûts de l'ensemble des travaux prévus à l'ASSCI.

##### ***Installation de gestion des déchets radioactifs solides***

La préparation du terrain de l'IGDRS commencera en 2006 avec le retrait de la couche de terre végétale et des structures en place ainsi qu'avec l'installation des systèmes de drainage, des voies d'accès et de la clôture de sécurité au pourtour de l'installation.

En résumé, les travaux de construction de l'IGDRS seront exécutés selon l'ordre suivant :

- Phase 1 (2007) :
  - Mise en place de la fondation de la première plateforme du côté nord.

- Construction sur cette plateforme de neuf enceintes de stockage des déchets compactables et non compactables (EDFMA) et de trois enceintes de stockage des filtres usagés (type A).
- Phase 2 (2008-2010) :
  - Mise en place de la fondation de la deuxième plateforme du côté nord, dédiée aux unités de stockage des déchets de réfection.
  - Construction sur cette plateforme de cinq silos à déchets de retubage de haute activité, de sept enceintes de stockage des déchets de retubage de faible et de moyenne activité (EDFMA), et de trois enceintes de stockage des déchets compactables et non compactables (EDFMA).
  - Mise en place de la fondation de la partie ouest de la troisième plateforme.
  - Construction sur cette plateforme de quatre ESRU, soit deux pour les résines de décontamination et deux pour les résines d'exploitation.
- Phase 3 (2013-2014) :
  - Mise en place de la fondation de la partie centrale de la troisième plateforme.
  - Construction sur cette plateforme de quatre ESRU pour les résines d'exploitation.
  - Mise en place de la moitié de la fondation de la quatrième plateforme, située du côté sud.
  - Construction sur cette plateforme de six enceintes de stockage des déchets compactables et non compactables (EDFMA).
- Phase 4 :
  - Mise en place de la fondation du reste de la troisième plateforme.
  - Construction sur cette plateforme de six ESRU.
  - Mise en place de la seconde moitié de la plateforme sud.
  - Construction sur cette plateforme de six enceintes de stockage des déchets compactables et non compactables (EDFMA).

Il est à noter que la réalisation de la quatrième phase de construction de l'IGDRS suivra la progression des besoins de stockage liés à la poursuite de l'exploitation de la centrale.

La figure 3-46 présente le calendrier de réalisation des travaux prévus à l'IGDRS.

#### **3.4.5.5.3 Main-d'œuvre et formation**

Le nombre de travailleurs affectés à la construction de l'IGDRS variera selon la phase des travaux et dépend de la durée qui sera retenue. Plus la durée sera courte, plus il y aura de travailleurs présents en même temps aux lieux des travaux. On estime toutefois que le chantier accueillera moins de 20 personnes en même temps, issues des différents corps de métier : arpenteurs-géomètres, manœuvres, opérateurs, mécaniciens, électriciens, travailleurs du béton et de l'acier, camionneurs, surveillants et autres.

Les caractéristiques de la main-d'œuvre affectée à la construction des quatre unités de stockage de l'ASSCI visées par le présent projet seront les mêmes que celles des travailleurs qui œuvrent à la construction des modules CANSTOR. Les travaux seront accomplis par des entrepreneurs sous la supervision d'HydroQuébec Production. En se basant sur l'expérience acquise, on estime que la construction de deux modules CANSTOR occupe environ 15 travailleurs pendant cinq mois, en moyenne.

Hydro-Québec Production supervisera également les entrepreneurs chargés de construire les installations annexes liées à la réfection de la centrale.

Les travaux de construction de l'ASSCI et de l'IGDRS se dérouleront à l'extérieur des zones protégées et, par conséquent, ne seront pas soumis à des contraintes de radioprotection. On déplacera la clôture temporaire délimitant le périmètre protégé (zone 2) au fur et à mesure du déroulement des phases du projet de façon à en exclure les aires de construction des nouvelles unités de stockage.

Un résumé du plan de construction sera fourni à la CCSN. Des séances d'information et de sensibilisation relatives aux questions environnementales et de sécurité seront offertes aux sous-traitants appelés à participer aux travaux. Hydro-Québec Production s'assurera que les travailleurs possèdent un degré de compréhension suffisant des exigences particulières au projet en ce qui concerne la santé et sécurité, l'environnement, la sûreté et les normes de construction.

### **3.4.6 Exploitation des installations projetées**

De façon générale, les installations de stockage projetées seront exploitées de la même façon que les installations existantes, puisqu'elles sont du même type dans le cas de l'ASSCI ou semblables dans le cas de l'IGDRS. À ce dernier endroit, hormis les déchets de retubage et les résines usées, qui ont certaines particularités, les déchets radioactifs entreposés seront similaires à ceux de l'ASDR.

#### **3.4.6.1 Procédures de radioprotection, de sûreté nucléaire et de sécurité matérielle**

##### **3.4.6.1.1 Aire de stockage à sec du combustible irradié**

Les activités de mise en contenant du combustible irradié seront exécutées selon le manuel d'exploitation ME 35370, et le transfert à l'ASSCI suivra les procédures 35370-4 et 35370-5.

L'exploitation et l'entretien des composants de l'ASSCI respecteront les exigences de la norme CAN/CSA-N286.5-95(R2000). Les diverses activités d'exploitation des installations, notamment la manutention, le stockage et la surveillance, seront conformes au système de gestion de la qualité de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2 (Hydro-Québec, avril 2004) ainsi qu'aux procédures d'exploitation et au programme de radioprotection d'Hydro-Québec Production.

Le programme de radioprotection doit respecter les exigences inhérentes au système de gestion de la qualité de l'exploitation. Ainsi, des audits internes et externes sont effectués à intervalles réguliers, ce qui permet de détecter les points faibles ou les déficiences éventuelles en matière de radioprotection et d'y remédier. Tous les incidents radiologiques font l'objet d'une enquête et les problèmes sont enrayerés à la source.

L'unité Radioprotection joue un rôle d'expert-conseil en matière de radioprotection. Par exemple, le personnel de cette unité élabore des procédures à l'intention des gestionnaires et il s'assure de la qualité de la radioprotection.

Voici une liste non exhaustive d'activités d'exploitation qui contribueront à diminuer les doses de rayonnement reçues par les travailleurs :

- élaboration de procédures à l'intention des exploitants et transmission à ces derniers des résultats des contrôles effectués, pour s'assurer que le travail sous rayonnement est planifié, revu et exécuté de manière adéquate ; par exemple, les fiches de contrôle radiologique et divers autres documents doivent être présentés à l'appui des demandes de permis radiologique ;
- formation du personnel en vue de la mise en service et de l'exploitation des installations ;
- recours à du matériel de protection (vêtements protecteurs, masques et autres) ainsi qu'à des appareils de mesure radiologique ;
- suivi et modification des différents systèmes pour en améliorer la performance sur le plan radiologique, s'il y a lieu ;
- révision périodique des procédures d'exploitation et de radioprotection ;
- rondes radiologiques effectuées selon un programme préétabli et diffusion parmi l'ensemble du personnel de l'information disponible sur les valeurs mesurées au cours de ces rondes ;
- mise en œuvre d'un programme d'inspections périodiques.

#### **3.4.6.1.2 Installation de gestion des déchets radioactifs solides**

Les diverses activités d'exploitation de l'IGDRS, notamment les opérations de manutention, de stockage et de surveillance, respecteront les attentes du système de gestion de la qualité de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2 ainsi que les procédures d'exploitation et le programme de radioprotection d'Hydro-Québec Production.

### ***Déchets résultant de la réfection de la centrale***

Les éléments de radioprotection, de sûreté et de sécurité qui sont applicables aux déchets provenant de la réfection de la centrale sont les suivants :

- Le château de transfert qui sera utilisé pour les déchets de haute activité dirigés vers l'IGDRS présentera un débit de dose de  $250 \mu\text{Sv/h}^{[a]}$  au contact et de  $25 \mu\text{Sv/h}^{[b]}$  à une distance de 1 m. Bien que les châteaux peuvent varier selon la nature des déchets de réfection, ils fonctionneront tous selon les principes qui régissent le château actuellement utilisé à l'ASSCI (voir la figure 3-43).
- La remorque utilisée pour le transfert des déchets radioactifs sera tractée par un véhicule muni d'une cabine blindée. Le blindage sera suffisant pour réduire à  $25 \mu\text{Sv/h}$  le débit de dose d'exposition du conducteur dans la cabine. Le transfert s'effectuera uniquement dans des conditions météorologiques favorables.
- Pour la vérification de l'intégrité des silos à déchets de retubage et des enceintes de stockage des résines usées (ESRU) de décontamination et d'exploitation de la centrale de Gentilly-2, un échantillonnage sera réalisé dès que des silos et des enceintes seront rendus étanches. On vérifiera l'intégrité des ESRU tous les six mois pendant les deux premières années, puis à une fréquence annuelle par la suite.
- La conformité des installations sera inspectée visuellement tous les trimestres, ce qui permettra de détecter la présence de débris dans les ouvertures de circulation d'air des silos à déchets de retubage. Au bout d'un certain temps, la chaleur dégagée par ces déchets sera réduite à un point où la circulation d'air ne sera plus nécessaire et les ouvertures pourront alors être complètement fermées.
- Les appareils de levage de l'IGDRS seront soumis au programme d'entretien préventif et d'inspection en vigueur à la centrale de Gentilly-2 et à l'ASSCI. De plus, on vérifie les appareils de levage avant chaque campagne de transfert de combustible irradié.

### ***Déchets résultant de la poursuite de l'exploitation de la centrale***

Les procédures de radioprotection en vigueur à l'ASDR, énoncées à la section 2.7.4.2, seront appliquées à l'IGDRS.

---

[<sup>a</sup>]  $250 \mu\text{Sv/h}$  correspond à  $2,5 \times 10^{-4} \text{ Sv/h}$ .

[<sup>b</sup>]  $25 \mu\text{Sv/h}$  correspond à  $2,5 \times 10^{-5} \text{ Sv/h}$ .

### 3.4.6.1.3 Formation du personnel

Hydro-Québec Production veille à diffuser le principe ALARA dans la formation et le soutien de son personnel en matière de radioprotection, en ce qui concerne l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 tout autant que l'exploitation des aires de stockage (voir la section 2.7.4). Les mesures prises sont les suivantes :

- mise sur pied d'une équipe d'experts et de techniciens en radioprotection qui fournissent des services à tous les employés et à tous les mandataires d'Hydro-Québec Production, y compris les sous-traitants, et les font bénéficier de leurs compétences spécialisées ;
- mise sur pied d'un vaste programme de formation en radioprotection permettant aux employés de comprendre et de mettre en pratique les principes et les méthodes appropriés pour maintenir la dose de rayonnement qu'ils reçoivent au niveau le plus bas qu'on puisse raisonnablement atteindre ;
- élaboration d'une philosophie d'autoprotection amenant les travailleurs à bien cerner les risques en matière de radioprotection qui sont liés aux travaux courants ainsi que les risques en matière d'autoprotection assistée qui sont liés aux travaux exceptionnels ;
- mise en œuvre d'un programme de formation continue, notamment pour tenir compte des changements au titre des procédures ou des risques.

Les travailleurs appelés à effectuer des tâches en milieu radioactif doivent recevoir une formation en radioprotection appropriée à la nature de leurs responsabilités. Dans ce domaine, les politiques de qualification radiologique du personnel décrites dans le programme de radioprotection s'appliquent intégralement. Chaque employé doit porter en tout temps son dosimètre personnel, dont la couleur indique le degré de qualification radiologique qui lui a été attribué. Cet appareil sert à mesurer l'irradiation accumulée.

Le personnel de la centrale de Gentilly-2 possède plus de 20 ans d'expérience dans la manutention du combustible irradié.

### 3.4.6.2 Gestion du combustible irradié

Actuellement, l'ASSCI est entourée d'une clôture qui est surmontée de trois fils barbelés tournés vers l'extérieur. L'aire est munie d'un système d'éclairage, les barrières sont cadenassées et l'accès est contrôlé. De plus, le service de protection d'Hydro-Québec effectue périodiquement une ronde. L'ASSCI bénéficie aussi du système de contrôle du périmètre de la centrale nucléaire de Gentilly-2.

L'exploitation des installations de manutention et de stockage du combustible irradié suivra les mêmes procédures que celles qui sont appliquées actuellement à la centrale. Ainsi, les opérations en vigueur depuis 1995 et décrites à la section 2.6.1 sur la gestion du combustible irradié seront les mêmes dans l'avenir. La figure 2-9 illustre les différentes étapes de la gestion du combustible irradié.

#### **3.4.6.2.1 Chargement des paniers**

Après avoir été nettoyés, les paniers vides et leur couvercle sont placés dans la piscine de stockage à l'aide d'un palan de 3 t sur monorail.

Le chargement des paniers suit les étapes suivantes :

- Un panier vide est déposé sur la table tournante située sur la table de travail, au fond de la piscine de stockage. Puis, un plateau portant deux rangées de grappes de combustible irradié est placé sur la table basculante située à côté de la table tournante.
- Dans un premier temps, on fait basculer une rangée de grappes de combustible vers la position verticale. Puis, à l'aide de l'outil de levage, chaque grappe est soulevée individuellement et placée dans le panier.
- Lorsque toutes les grappes ont été chargées dans le panier, le plateau est remis en position horizontale. Il suffit alors de faire pivoter le plateau sur 180° autour de l'axe horizontal et de faire basculer la seconde rangée de grappes vers la position verticale.
- Ces opérations sont répétées jusqu'à ce que le panier soit rempli. Le couvercle est ensuite posé sur le panier.

Les paniers remplis de combustible irradié peuvent être déposés temporairement sur des supports au fond de la piscine ou acheminés immédiatement au poste de travail blindé.

L'inspection des grappes de combustible est possible à tout moment durant ces opérations. Toutes ces étapes sont effectuées sous un minimum de 3 m d'eau.

Un système informatisé assure le contrôle des grappes de combustible. On y trouve le numéro et la position de chacune des grappes dans le panier ainsi que le numéro et la position de chaque panier, soit dans la piscine de stockage durant l'entreposage temporaire, soit dans un cylindre étanche d'un module ou d'un silo. Ce système informatisé permet également de gérer la charge thermique de chaque panier.

#### **3.4.6.2.2 Séchage et soudage des paniers**

Les paniers remplis, qu'ils aient été entreposés temporairement ou non au fond de la piscine, sont acheminés au poste de travail blindé pour être séchés et soudés. On procède de la façon suivante :

- Le panier se trouvant au fond de la piscine est déposé sur la table de transfert placée sous la chute blindée. Il est ensuite hissé dans la chute installée au bord de la piscine, pour être inséré dans le château de transfert placé au-dessus de la chute. Ces opérations sont effectuées à l'aide du grappin pneumatique et du treuil électrique du château de transfert.
- Le panier est lavé par un jet d'eau lorsqu'il émerge de la surface de la piscine. On laisse l'eau s'égoutter pendant quelques minutes avant de fermer la porte coulissante du château de transfert.
- Le château de transfert, reposant alors sur un chariot installé sur des rails, est déplacé à proximité du poste de travail blindé, où le château est soulevé et déposé sur le poste.
- Le panier est abaissé à l'intérieur du poste de travail blindé, sur le chariot/table tournante, et placé en position de séchage. Le couvercle est soulevé de 5 cm à l'aide de quatre doigts pneumatiques. Cela permet à l'air chaud de circuler sur toutes les surfaces des grappes de combustible et du panier.
- Après le séchage, le panier est déplacé en position de soudage. L'opération de soudage est automatique, la table tournant à une vitesse contrôlée, et est suivie par caméra vidéo. Les soudures inférieure et supérieure sont effectuées tour à tour. Les soudures sont inspectées et, au besoin, réparées.

On prend soin de vérifier tous les documents et les données enregistrées de soudage pour s'assurer que la procédure a bien été suivie, et l'approbation de la soudure n'est déclarée qu'après inspection visuelle. Des essais réguliers d'assurance de la qualité de la soudure et de son étanchéité sont effectués par des opérateurs qualifiés aux compétences certifiées.

#### **3.4.6.2.3 Chargement du château de transfert**

Lorsque les soudures sont terminées, le grappin du château est abaissé et inséré dans le collet de levage du panier à l'aide du treuil électrique, puis verrouillé. Le grappin et le panier sont alors hissés dans le château de transfert, la porte est refermée et verrouillée, et le panier est déposé sur le plancher du château de transfert.

#### **3.4.6.2.4 Transfert du combustible irradié**

Après avoir fermé la porte du château et mis en place les verrous de sûreté, on examine le château de transfert pour détecter la contamination de surface. Puis on le transfère de la zone 3 à la zone 2. Le château est ensuite placé sur la plateforme de la



semi-remorque au moyen d'une grue de 30 t et fixé sur celle-ci. Le tracteur semi-remorque se déplace ensuite vers l'ASSCI.

Durant le transfert vers l'ASSCI, la circulation est interrompue sur le trajet emprunté par le tracteur semi-remorque. Le service de sécurité s'assure que la voie est libre de toute circulation et de tout obstacle. Le transfert s'effectue uniquement dans des conditions météorologiques favorables.

L'accès actuellement utilisé pour le transfert du combustible vers l'ASSCI servira également à atteindre l'IGDRS. Cet accès sera modifié afin de prévoir une double section pour les zones de radioprotection n<sup>os</sup> 1 et 2.

#### **3.4.6.2.5 Chargement d'un module ou d'un silo**

Pour le chargement d'un module ou d'un silo, on met d'abord en place le mécanisme de guidage du château de transfert à l'aide de la grue-portique. Ce mécanisme est centré sur l'ouverture du cylindre et fixé au module ou au silo.

S'il s'agit du premier panier à être placé dans le cylindre, le couvercle permanent du cylindre est enlevé. L'anneau de chargement est ensuite placé sur le cylindre. Le tracteur semi-remorque se déplace alors sous la grue-portique et le château de transfert est hissé avec le treuil de 30 t au-dessus du mécanisme de guidage.

Si le cylindre contient déjà du combustible irradié, on procède de la façon suivante :

- Le tracteur semi-remorque se déplace sous la grue-portique et le château de transfert est hissé avec le treuil de 30 t au-dessus du mécanisme de guidage.
- Le couvercle de chargement est fixé au treuil de 10 t.
- Les deux treuils fonctionnent de concert, de sorte que le couvercle de chargement est enlevé presque en même temps que le château est positionné au-dessus du cylindre. Ainsi, l'ouverture est maintenue couverte de façon presque continue.

Pendant ces opérations, seuls l'opérateur et son assistant sont présents au sommet du module ou du silo voisin. Ils se placent à la plus grande distance possible en raison du champ de rayonnement élevé provenant de l'ouverture d'un cylindre partiellement chargé. Dans le cas d'un module partiellement chargé, les autres travailleurs ne montent sur le module qu'après la mise en place du château de transfert, de façon à éviter le champ de rayonnement supplémentaire attribuable à la proximité des autres cylindres pleins.

Une fois que le château de transfert est en place, on effectue les opérations suivantes :

- Le système d'entraînement du grappin est raccordé à l'alimentation en air comprimé et le grappin est engagé.

- Le panier est soulevé légèrement pour permettre l'ouverture de la porte blindée. Les verrous de la porte sont enlevés et cette dernière est ouverte.
- Le panier est abaissé dans le cylindre à l'aide du treuil. Lorsque la chaîne d'attache présente un jeu, le grappin est désengagé et remonté dans le château.
- La porte est refermée et verrouillée de nouveau.

Le personnel non essentiel doit évacuer le sommet du module ou du silo pendant le retrait du château de transfert. L'opérateur et son assistant se déplacent jusqu'au point le plus éloigné possible. On replace le couvercle de chargement en inversant l'opération effectuée lors de son enlèvement. Le château est remplacé sur la plateforme de la semi-remorque et transporté au point de chargement.

Une fois le cylindre rempli, le couvercle de chargement est remplacé par le couvercle permanent. L'anneau de chargement est placé au-dessus du prochain cylindre à remplir. Cette opération est effectuée à distance, tout comme le positionnement du château de transfert.

Enfin, le couvercle permanent et la plaque de protection du cylindre sont soudés de façon étanche et les scellés de l'AIEA sont apposés.

À toutes les étapes de la manutention du combustible, du personnel dûment qualifié en matière de radioprotection mesure les champs de rayonnement de façon à s'assurer qu'il n'y a aucun risque de surexposition des travailleurs. De plus, tous les participants à la manutention du combustible irradié prennent régulièrement des mesures de rayonnement gamma.

### 3.4.6.3 Gestion des déchets radioactifs solides

#### 3.4.6.3.1 Déchets résultant de la poursuite de l'exploitation de la centrale

La gestion des déchets radioactifs solides résultant de la poursuite de l'exploitation de la centrale de Gentilly-2 jusqu'à l'horizon 2035 sera semblable à celle qui est décrite à la section 2.3.2. La figure 3-47 illustre la gestion de ces déchets entre la centrale et les unités de stockage.

Les résines usées associées à la poursuite de l'exploitation seront transférées à l'IGDRS dans un château de transfert placé sur une remorque. L'accès à l'IGDRS sera le même que celui qui est actuellement emprunté pour le transfert du combustible irradié ; il sera modifié de façon à prévoir une double section pour les zones 1 et 2. Les résines seront stockées dans des conteneurs de 3 m<sup>3</sup>. En considérant les quelque 500 m<sup>3</sup> de résines en cause et les pertes d'espace, on obtient un total d'environ 200 conteneurs à transférer, ce qui correspond à un voyage tous les deux jours durant les périodes de vidange des réservoirs du bâtiment des services de la centrale.

### 3.4.6.3.2 Déchets résultant du retubage du réacteur et de la réfection de la centrale

La figure 3-48 illustre la séquence des opérations de gestion des déchets radioactifs découlant du retubage du réacteur.

Tous les déchets radioactifs de retubage du réacteur et des activités de réfection de la centrale seront acheminés à l'IGDRS sur une remorque à plancher bas, spécialement adaptée pour ce type de transfert.

On décontaminera le caloporteur primaire avant d'effectuer les travaux de retubage. Les déchets qui en résulteront, soit environ 70 m<sup>3</sup> de résines usées, seront transférés dans des conteneurs de 3 m<sup>3</sup>, ce qui représente un total de 28 conteneurs en tenant compte des pertes d'espace, soit un voyage par jour.

La semi-remorque pourra transporter deux contenants de déchets de haute activité, confinés dans un château de transfert, ou deux boîtes métalliques de déchets non compactables de faible et de moyenne activité.

Le transfert des déchets radioactifs se déroulera seulement lorsque les conditions météorologiques seront acceptables. Comme pour les déchets d'exploitation, le transfert à l'IGDRS des déchets de retubage du réacteur et des activités de réfection empruntera un accès dédié. Pendant le transfert des déchets entre le bâtiment du réacteur et l'IGDRS, l'accès à ce secteur pourrait être interdit, notamment pour des raisons de sécurité.

Le tableau 3-12 précise les quantités de déchets radioactifs issus de la première moitié des travaux de retubage, durant laquelle seront produits les plus gros volumes de ce type de déchets.

Ces opérations de transfert et de stockage n'auront lieu que durant la réfection de la centrale.

### 3.4.6.4 Sûreté et contrôle radiologique

#### 3.4.6.4.1 Aire de stockage à sec du combustible irradié

##### *Sûreté des installations*

L'ASSCI comporte trois barrières indépendantes et étanches qui assurent le confinement des radio-isotopes :

- La première barrière est constituée par la gaine qui entoure les pastilles de combustible (voir la figure 3-3). Seul le combustible dont la gaine est intacte sera mis en panier pour le stockage à sec.

- La deuxième barrière est constituée par le panier soudé contenant 60 grappes de combustible. Les paniers sont conçus pour résister aux chocs, à la corrosion et à la chaleur émanant du combustible irradié.
- La troisième barrière est constituée par le cylindre étanche situé à l'intérieur d'un module CANSTOR ou d'un silo. Le cylindre contenant les paniers superposés est scellé à l'aide d'un couvercle soudé en place.

En cas de bris de la gaine durant le stockage à sec d'une grappe de combustible, les radio-isotopes pourraient s'accumuler à l'intérieur du panier scellé. Cet événement n'aurait aucune conséquence et ne serait pas détectable. Pour avoir un événement détectable, il faut qu'une brèche se produise dans le panier soudé contenant la grappe défectueuse. Les radio-isotopes se trouveraient alors confinés à l'intérieur du cylindre étanche.

Les cylindres des modules CANSTOR et des silos contiennent deux tuyaux d'échantillonnage permettant d'effectuer des essais d'étanchéité. La détection de radioactivité indiquerait qu'au moins un des paniers a fui et qu'il contient au moins un crayon défectueux. Dans ces circonstances, le panier défectueux serait identifié et retiré du cylindre, pour être transféré au poste de travail blindé et ouvert dans la piscine de stockage du combustible irradié. Le contenu du panier serait examiné afin d'identifier la grappe défectueuse. Les paniers intacts seraient transférés dans un autre cylindre.

Si la fuite n'est pas détectée lors de la dernière vérification annuelle et si le cylindre étanche se met à fuir, la radioactivité risque de se disperser dans l'environnement. Afin d'évaluer l'effet des fuites chroniques à un membre du public, on a fait un calcul des limites opérationnelles dérivées (LOD). Ce calcul de LOD est applicable à des fuites continues sur une période d'une ou de plusieurs années. Les radio-isotopes ont alors le temps de s'accumuler dans la chaîne alimentaire et il est possible de calculer la contribution de toutes les voies d'exposition pour un membre du public.

La méthode de calcul des LOD est dérivée de la norme canadienne CAN/CSA-N288.1-M87 (R2003) (CSA, 2003). Cette méthode permet de calculer la quantité de radio-isotopes qui pourraient être libérés à un taux constant dans l'environnement sans qu'une personne appartenant au groupe critique de la population reçoive une exposition qui dépasse les limites de dose.

Parmi tous les isotopes, seul le krypton-85 et le tritium sont suffisamment volatils pour être libérés. Par conséquent, une fuite continue ne pourrait entraîner le dépassement de la limite de dose pour un individu critique vivant en permanence à 2 km de la centrale (voir le chapitre 8).

Il est très peu probable qu'une fuite de matières radioactives dans l'environnement se produise puisque les grappes de combustible irradié sont entreposées de façon sûre et

qu'il est possible de les récupérer en tout temps. Le programme de surveillance de l'environnement permet de détecter les moindres fuites.

Des mesures seront prises pour maîtriser les fuites, y compris la récupération des grappes de combustible entreposées dans les modules et les silos. Les installations sont conçues pour limiter les champs de rayonnement à  $25 \mu\text{Sv/h}^{[a]}$  au contact des unités de stockage. Par ailleurs, la clôture est située à une distance suffisante pour que les champs de rayonnement au public ayant accès à la zone d'exclusion soient égaux ou inférieurs à  $2,5 \mu\text{Sv/h}^{[b]}$ .

Enfin, on a porté une attention particulière à la température du combustible dans les deux premiers modules CANSTOR pour s'assurer que la circulation de l'air et la dissipation thermique dans ce type d'unités est adéquate.

### ***Contrôle des rejets liquides potentiels***

Les modules CANSTOR et les silos sont isolés du système des eaux de surface et des eaux souterraines grâce à la conception des unités de stockage, à la préparation des surfaces et à l'agencement des fossés de récupération à l'intérieur et à l'extérieur de l'ASSCI.

La surface entourant les modules et les silos est nivelée et recouverte d'asphalte, ce qui la rend imperméable aux eaux de ruissellement ; ces eaux s'écoulent donc dans les canalisations de récupération de l'aire de stockage. L'espace entre les modules, les silos, les dalles et l'asphalte est scellé à l'aide d'un polymère. Advenant un incident qui exige le nettoyage de la surface asphaltée de l'aire de stockage, on fermera les vannes de régulation afin de retenir l'eau. Si l'eau s'avère conforme, après analyse, aux normes de concentration maximale permise (CMP) dans l'eau potable pour la population, elle sera rejetée dans le réseau pluvial existant. Sinon, elle sera pompée et dirigée vers le système de gestion des liquides radioactifs de la centrale.

Un autre fossé de récupération est situé sur le périmètre externe de l'ASSCI. Il contrôle le niveau des eaux sous l'aire de stockage pour prévenir le soulèvement causé par le gel et l'augmentation du niveau des eaux souterraines.

### ***Programme d'inspection et de contrôle des installations***

Hydro-Québec Production applique un programme d'inspection et de contrôle afin de s'assurer de l'intégrité des systèmes de sûreté des installations. Ce programme prévoit :

- une inspection trimestrielle de l'aire de stockage à sec, des modules, de la clôture et de l'équipement de surveillance ; une attention particulière est portée à la

---

[<sup>a</sup>]  $25 \mu\text{Sv/h}$  correspond à  $2,5 \times 10^{-5} \text{Sv/h}$ .

[<sup>b</sup>]  $2,5 \mu\text{Sv/h}$  correspond à  $2,5 \times 10^{-6} \text{Sv/h}$ .

- présence de signes de détérioration, tels que des fissures inhabituelles ou des éclats de béton ;
- une première vérification de l'étanchéité des paniers et des cylindres une semaine après le scellement du cylindre et une vérification au printemps et à l'automne de la première année suivant le chargement ;
  - deux vérifications durant la deuxième année suivant le chargement ;
  - une vérification annuelle par la suite.

La vérification d'étanchéité consiste à relier une pompe au système d'échantillonnage de l'air présent à l'intérieur des cylindres de combustible irradié et à faire circuler cet air à travers deux filtres. La surveillance de l'air des cylindres étanches est effectuée par le biais de tubes d'échantillonnage qui pénètrent à l'intérieur du cylindre étanche, après avoir traversé les parois de béton du module ou du silo. Lorsqu'ils ne sont pas connectés au circuit fermé d'échantillonnage d'air, les tubes sont scellés par des vannes d'acier inoxydable permanentes et les extrémités des tubes, par des bouchons. Les tubes et les vannes sont protégés des intempéries par des plaques protectrices, mais demeurent accessibles pour inspection en tout temps.

Au moment de la vérification d'étanchéité des cylindres, Hydro-Québec Production récupère également l'eau présente dans le drain à des fins d'analyse. Jusqu'à présent, l'analyse radiologique de l'eau et des filtres n'a jamais permis de détecter des radionucléides associés à une fuite des paniers stockés à l'ASSCI. Les seuls radionucléides mesurés sont associés à une contamination extérieure des paniers par l'eau de la piscine de stockage.

Une fuite de produits radioactifs dans l'environnement serait le résultat de défaillances simultanées de toutes les barrières de confinement, c'est-à-dire du cylindre étanche, du panier et de la gaine d'un crayon. Cette suite d'événements a une très faible probabilité de se produire. Si une telle situation survenait, la pression à l'intérieur du cylindre serait très près de la pression atmosphérique (en tenant compte des différences de température). La pression intérieure ne serait pas suffisante pour rejeter soudainement des contaminants radioactifs à l'extérieur. La majeure partie des contaminants demeurerait à l'intérieur du cylindre et une lente diffusion à travers la fissure pourrait se produire. Dans tous les cas, la quantité de produits volatils, tels que le tritium et le krypton-85 contenus dans un module, serait beaucoup plus faible que la LOD de rejet annuel, soit la quantité que la centrale est autorisée à rejeter dans une année.

Si les contrôles indiquaient un bris de confinement, la situation serait évaluée et une décision serait prise quant au retrait des paniers du cylindre.

En raison de la présence d'entrées et de sorties d'air, le volume interne du module CANSTOR pourrait accumuler une certaine quantité d'eau de pluie ou de fonte de neige. Ces orifices possèdent, dans leur partie extérieure, une légère pente faisant obstacle au ruissellement de l'eau vers l'intérieur. De plus, le plancher du module

possède une légère pente en direction d'un puisard permettant de collecter l'eau. Une petite ouverture en labyrinthe sur le côté du module permet l'introduction d'un boyau flexible jusqu'au fond de ce puisard, afin de pomper l'eau vers l'extérieur. Cette eau est échantillonnée et, si elle n'est pas contaminée, elle est ensuite évacuée vers le réseau de drainage du site.

On installera des piézomètres aux différentes phases d'agrandissement de l'ASSCI. Ces appareils, établis à différents niveaux, s'ajouteront aux piézomètres existants dans ce secteur.

### ***Surveillance radiologique***

L'ambiance gamma des installations est surveillée par différentes techniques. Un total de 13 détecteurs thermoluminescents (DTL) sont installés à la périphérie de l'ASSCI et d'autres seront installés après l'agrandissement. Ces DTL sont lus chaque trimestre et les résultats figurent dans le rapport trimestriel. De plus, tous les trimestres, on mesure les débits de dose gamma des modules à l'aide de détecteurs portatifs et de relevés de contamination de toutes les surfaces utilisées au cours du chargement des modules. Également, un programme de surveillance de l'environnement est en place depuis 1982. Ce programme porte pour une bonne part sur les aspects radiologiques en relation avec l'exploitation de la centrale de Gentilly-2.

Les points de suivi environnemental autour de l'ASSCI sont décrits plus en détail au chapitre 11 de la présente étude d'impact. Les cartes de l'annexe D montrent l'emplacement des stations de mesure.

#### **3.4.6.4.2 Installation de gestion des déchets radioactifs solides**

##### ***Sûreté des installations***

Les installations proposées à l'IGDRS sont conçues pour stocker les déchets radioactifs de façon sécuritaire pendant une période minimale de 50 ans. Leur conception est basée sur les principes suivants :

- Les ouvrages remplissent leur fonction de façon passive et exigent le moins d'intervention humaine et le moins d'entretien possible.
- Ils peuvent résister à toutes les charges prévues pendant leur vie utile sans perdre de leur fonctionnalité.
- Ils comportent un blindage suffisant pour que le débit de dose au contact des unités demeure inférieur à  $25 \mu\text{Sv/h}^{[a]}$ .
- Ils résistent aux intempéries et empêchent le plus possible l'infiltration d'eau.
- Ils peuvent être inspectés pour vérifier leur condition.

---

[<sup>a</sup>]  $25 \mu\text{Sv/h}$  correspond à  $2,5 \times 10^{-5} \text{ Sv/h}$ .

Les enceintes de stockage des déchets de faible et de moyenne activité (EDFMA), soit les déchets compactables et non compactables provenant de la réfection ou de l'exploitation de la centrale, sont conçues de façon à réduire au minimum les rejets de matières volatiles.

Les enceintes de stockage des filtres usagés (type A) recevront les filtres d'exploitation de la centrale, qui contiennent encore de l'eau lourde. Ces enceintes seront aussi utilisées pour le stockage des contenants Siva-Blast et des éléments chauffants du pressuriseur, qui constituent des déchets solides secs ne contenant pas de matières volatiles.

Les silos à déchets de retubage contiendront des déchets de haute activité qui seront asséchés avant d'être transférés à l'IGDRS. Ces silos, en plus de fournir un blindage suffisant contre les rayonnements gamma, dissipent la chaleur des déchets. Les silos sont scellés et conçus de façon à ce qu'il n'y ait aucun rejet de matières radioactives. Ils ne contiendront pas de matières volatiles susceptibles de s'échapper.

Les ESRU recevront les résines de la décontamination du circuit caloporteur et de l'exploitation de la centrale. On drainera le surplus d'eau des résines avant de les placer dans des contenants cylindriques d'acier inoxydable. Ces contenants, qui sont fermés de façon mécanique et qui possèdent une soupape de surpression, sont insérés dans les cellules de stockage des ESRU. Les cellules sont ensuite fermées à l'aide d'un bouchon et scellées avec une plaque soudée. Le fond et le haut des cellules sont raccordés à des tuyaux d'échantillonnage, qui sont normalement fermés par des valves accessibles à l'extérieur. Périodiquement, on échantillonnera le contenu des cellules afin de vérifier si elles sont pressurisées et s'il y a présence de contamination.

### ***Contrôle des rejets liquides potentiels***

Les activités de contrôle des installations de l'IGDRS seront similaires à celles qui sont actuellement en vigueur à l'ASDR et à l'ASSCI.

Dans les EDFMA, le fond de chaque compartiment est muni d'un canal de quelques centimètres de profondeur, destiné à collecter l'eau d'infiltration ou de condensation ou toute fuite venant des déchets.

S'il y a présence d'eau à l'intérieur des unités de stockage, cette eau sera échantillonnée et analysée. Une eau conforme aux normes administratives d'Hydro-Québec Production sera rejetée vers le réseau de drainage de surface. Sinon, elle sera pompée et dirigée vers le système de traitement des déchets radioactifs liquides de la centrale.

L'eau provenant de la surface de l'IGDRS pourra être soit de l'eau de précipitation (pluie et fonte des neiges) ou de l'eau de lavage de la surface. Des drains de surface achemineront les eaux de précipitation vers une station de contrôle et



d'échantillonnage. À cet endroit, le débit sera mesuré et un échantillonnage sera effectué en continu. Si on ne décèle pas de contamination, les eaux de précipitation seront évacuées vers le réseau pluvial existant puis vers le canal de rejet. En temps normal, les vannes de régulation des drains de surface et du déversoir seront ouvertes. Si une manipulation fautive des déchets entraîne un lavage de la surface de l'IGDRS, les vannes seront fermées. L'eau sera ainsi retenue et traitée selon son niveau de contamination.

Un fossé de drainage sera aménagé autour de l'IGDRS de façon à détourner les eaux de ruissellement provenant de l'extérieur et éviter toute dilution des eaux éventuellement présentes dans l'aire de stockage.

### ***Programme d'inspection et de contrôle des installations***

Le programme d'inspection couvrira principalement :

- la vérification périodique de l'intégrité des silos à déchets de retubage et des enceintes de stockage des résines usées par un échantillonnage de l'air ;
- l'inspection visuelle des unités de stockage ;
- la vérification périodique de la présence de débris accumulés dans les ouvertures de circulation d'air ;
- la vérification périodique des appareils de levage.

Une inspection annuelle permettra de détecter d'éventuelles fissures, de suivre leur évolution et d'effectuer les réparations qui s'imposent pour maintenir l'étanchéité des installations.

Le joint d'étanchéité au bas des enceintes et l'état du parement d'asphalte de l'IGDRS feront l'objet d'une inspection annuelle, qui aura généralement lieu à la fin du printemps. Si une anomalie est décelée, une correction sera apportée le plus tôt possible. L'état de la clôture sera vérifié par des patrouilles du service de protection d'Hydro-Québec.

### ***Surveillance radiologique***

On surveillera la radioactivité à l'intérieur de l'IGDRS par des mesures de débit de dose gamma autour de la clôture et au contact des unités de stockage, effectuées une fois par année à l'aide d'un débitmètre gamma.

De façon similaire à ce qui est fait à l'ASSCI, on mesurera l'irradiation externe à l'aide de DTL installés à la périphérie de l'IGDRS. Ces DTL seront lus chaque trimestre et les résultats figureront dans le rapport trimestriel déjà produit pour les aires de stockage.

On effectuera aussi le suivi de la contamination directe des aires de travail, de tout le personnel, des équipements et des véhicules nécessaires à la manutention des déchets.

Le programme de surveillance de l'environnement en vigueur à la centrale de Gentilly-2 (voir la section 2.7.4.3) sera étendu à l'IGDRS. Les points de suivi relatifs à l'IGDRS sont décrits plus en détail au chapitre 11.

### 3.4.6.5 Main-d'œuvre et formation

#### 3.4.6.5.1 Aire de stockage à sec du combustible irradié

L'exploitation des nouvelles unités de stockage de l'ASSCI n'exigera aucun personnel supplémentaire. Une révision mineure des manuels d'exploitation existants est cependant prévue et des séances de sensibilisation seront tenues pour informer le personnel concerné. Ces activités devraient être réalisées peu de temps avant la mise en service des nouveaux ouvrages.

#### 3.4.6.5.2 Installation de gestion des déchets radioactifs solides

Le transfert des déchets solides d'exploitation à l'IGDRS n'exigera aucun personnel supplémentaire ni d'important programme de formation, puisqu'il s'agira d'opérations courantes du même type que celles qui sont actuellement effectuées à l'ASDR. Des révisions mineures sont tout de même prévues dans les manuels d'exploitation existants. De plus, on donnera des cours de formation pour informer le personnel concerné des changements.

Le transfert des déchets de retubage vers l'IGDRS et leur chargement dans les nouvelles unités de stockage demanderont la rédaction de nouvelles procédures d'exploitation, d'un module de formation propre à ces installations et d'une nouvelle procédure de maintenance. Le personnel affecté au transfert et à l'entreposage des déchets de retubage sera probablement le même que celui qui est actuellement responsable de la gestion des déchets radioactifs en centrale. Tous ces employés devront recevoir une formation particulière adaptée aux nouvelles tâches. De plus, les nouveaux employés devront assister à des séances d'information relatives aux programmes de santé et sécurité au travail, de radioprotection, de gestion environnementale et de sûreté qui sont en vigueur au complexe nucléaire de Gentilly. En tant que maître d'œuvre du retubage du réacteur de la centrale, EACL devra s'assurer, à la satisfaction d'Hydro-Québec Production, qu'un nombre suffisant de travailleurs qualifiés sont disponibles pour la réalisation des travaux.

La main-d'œuvre nécessaire au transfert des déchets radioactifs à l'IGDRS est la suivante :

- *Résines usées d'exploitation.* Une équipe de trois à quatre employés sera assignée au chargement et au transfert vers l'IGDRS des résines usées d'exploitation. Cette

équipe sera active tous les deux jours pendant environ un an. Chaque transfert durera environ deux heures.

- *Déchets d'exploitation.* Une équipe de deux employés sera assignée au chargement et au transfert des déchets d'exploitation, ce qui se produira environ huit jours par année.
- *Résines usées de décontamination du caloporteur.* Une équipe de trois à quatre employés participera au chargement et au transfert vers l'IGDRS des résines de décontamination, avant la période des travaux de retubage du réacteur. Cette équipe sera active tous les jours pendant environ un mois, en considérant que chaque transfert nécessite approximativement deux heures.
- *Déchets radioactifs résultant des activités de retubage.* Pendant le retubage du réacteur, une équipe de quatre employés se chargera du chargement et du transfert vers l'IGDRS des déchets de haute activité. Pour les déchets de faible et de moyenne activité, une équipe de trois personnes sera suffisante. Une équipe sera requise chaque jour durant une période d'environ six mois à partir du début des travaux de retubage, pendant laquelle sera produite la majeure partie des déchets. Le chargement et le transfert se dérouleront au moins douze à quatorze fois par jour durant cette période, soit de tôt le matin jusqu'au soir. Seule une équipe travaillant le jour sera requise durant les six mois suivants, pendant l'installation des nouveaux tubes. Ce sont surtout des déchets compactables de faible activité qui seront produits durant cette période.
- *Inspection et suivi à l'IGDRS.* Les activités d'inspection et de suivi de l'IGDRS seront réalisées par une équipe de deux employés d'Hydro-Québec Production à temps plein, à partir de la fin des travaux de chargement.

### **3.5 Calendrier d'exploitation de la centrale de Gentilly-2 et des aires de stockage**

La figure 3-46 présente le calendrier de réalisation du projet. La mise en service des premières unités de l'IGDRS dédiées aux déchets courants d'exploitation de la centrale est prévue en 2007. Par la suite, la mise en service des autres unités de stockage des déchets radioactifs solides et du combustible irradié sera effectuée par phases, jusqu'à la fin de l'exploitation de la centrale et même au-delà, jusqu'à l'horizon 2042.

Les travaux de réfection de la centrale, d'une durée de 18 mois, auront lieu entre 2011 et 2012. Ces travaux permettront de prolonger l'exploitation de la centrale jusqu'à l'horizon 2035.

### **3.6 Déclassement de la centrale et des aires de stockage**

En conformité avec les exigences en matière de déclassement incluses dans la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires*, Hydro-Québec Production a déposé, en juin 2001, un plan préliminaire de déclassement des installations du complexe nucléaire de Gentilly (TLG Service, avril 2001). Les garanties financières requises pour la

réalisation des travaux de déclasserment ont quant à elles été déposées à la CCSN en 2003.

Le plan préliminaire de déclasserment soumis à la CCSN en juin 2001 prévoit un fonctionnement de la centrale de Gentilly-2 jusqu'en 2013. Si la réfection de la centrale est réalisée, Hydro-Québec Production mettra à jour cette planification et modifiera en conséquence le scénario de déclasserment, pour une fin de l'exploitation de la centrale vers 2035. Cependant, une variante a été étudiée en 2000, en prenant comme hypothèse de travail une fin de production en 2033. Selon ce scénario alternatif, le déclasserment se produirait ainsi : dans l'année et demie suivant l'arrêt, les systèmes seraient placés dans un mode permettant la dormance des installations. La dormance elle-même s'étalerait de 2034 à 2052. Le démantèlement proprement dit serait ensuite effectué jusqu'en 2060, avec une année de préparation, cinq ans d'élimination de toute substance radioactive du site et un an et demi de restauration finale du site. Toujours selon le scénario alternatif, le combustible irradié serait expédié vers un site national d'enfouissement à partir de 2040 jusqu'en 2058.

L'amorce du déclasserment des aires de stockage des déchets radioactifs et du combustible irradié dépendra des activités de déclasserment de la centrale de Gentilly-2 et des résultats des études de la Société de gestion des déchets nucléaires (SGDN), qui doit définir une solution de gestion à long terme du combustible irradié. La figure 3-46 montre l'échéancier prévu de déclasserment des installations nucléaires.

### **3.6.1 Activités et objectifs de déclasserment**

Les activités de déclasserment se divisent en trois phases principales :

- La phase 1, appelée préparation à la dormance, correspond à la période de planification détaillée des activités de déclasserment.
- La phase 2, appelée dormance, correspond à un état statique pendant lequel les systèmes qui ne contribuent pas à la surveillance ou à la sécurité du site sont drainés, mis hors tension et sécurisés. L'accès aux installations reste contrôlé et Hydro-Québec Production maintient les inspections périodiques et les travaux d'entretien requis.
- Durant la phase 3, Hydro-Québec Production procède à l'élimination hors site des sources potentielles de radiations et de risques. Le site peut alors être restauré à des fins industrielles, commerciales ou résidentielles, sans restriction. Il est libéré de l'application de la réglementation nucléaire à la fin du déclasserment et à l'échéance du permis.

Le texte qui suit décrit plus en détail chaque phase de déclasserment.

### 3.6.1.1 Phase 1 – Préparation à la dormance

En conformité avec le document G-219 (CCSN, juin 2000), un plan détaillé de déclassement sera soumis à la CCSN pour approbation avant le début des travaux, soit environ deux ans avant la fin de l'exploitation de la centrale prévue, à l'horizon 2035. Ce plan, en plus de détailler le plan préliminaire de déclassement déjà produit, devra aussi traiter de toute modification de la stratégie annoncée dans le plan préliminaire et exposer tous les impacts environnementaux liés au déclassement.

Hydro-Québec Production produira une planification détaillée de l'arrêt de l'exploitation de la centrale afin d'assurer une transition harmonieuse entre la période opérationnelle et celle du déclassement. La gestion du programme de déclassement sera assurée par le personnel de la centrale et, au besoin, par des ressources extérieures. Ces activités incluent la planification du retrait définitif de combustible du réacteur, le drainage de l'eau lourde du circuit caloporteur et du circuit modérateur, la révision des spécifications techniques s'appliquant aux opérations, la caractérisation du matériel radioactif et dangereux des installations et des composantes majeures ainsi que l'élaboration des plans et des procédures relatifs à l'état statique. Les spécifications techniques des opérations en cours seront révisées et modifiées afin de refléter les nouvelles conditions de la centrale et les préoccupations de sécurité associées à l'arrêt définitif de la centrale.

Les objectifs de la planification de la dormance intégreront le principe ALARA pour la protection des travailleurs et du public ainsi que pour la protection de l'environnement. Les accès aux aires contaminées ou radioactives seront sécurisés et des barrières physiques seront aménagées au besoin, à l'exception des accès aux zones contrôlées où doivent être menées des activités d'inspection ou d'entretien. On installera de l'équipement de surveillance et de sécurité, et on déplacera les clôtures au besoin.

### 3.6.1.2 Phase 2 – Dormance

Les principales activités de la période d'état statique des installations visent à assurer la sécurité du public et de l'environnement. Il s'agit de préserver l'intégrité structurale des ouvrages, de prévenir l'intrusion du public et de circonscrire la radioactivité. La stratégie adoptée inclut le maintien sur place, 24 heures par jour, du personnel de sécurité, l'entretien préventif et correctif des systèmes de sécurité, l'éclairage du site, l'entretien général et la ventilation des bâtiments, les inspections radiologiques régulières des éléments contaminés, le maintien de l'intégrité structurale, la manutention du combustible irradié de même qu'un programme de surveillance de l'environnement et de radioprotection.

Le personnel régulier réalisera l'entretien des équipements, les activités d'inspection et les autres travaux courants. Les travailleurs veilleront à maintenir les structures en

bon état, à assurer un éclairage et une ventilation adéquates ainsi qu'à effectuer l'entretien préventif périodique aux endroits nécessaires.

En regard de la sécurité, Hydro-Québec veillera essentiellement à prévenir les entrées non autorisées et à protéger le public. La sécurité sera assurée par le personnel spécialisé sur place ainsi que par la mise en place de clôtures, de détecteurs et d'alarmes d'incendie et de radiations, d'équipement de surveillance et autres. Ces équipements seront maintenus en bonne condition pendant toute la dormance.

Les programmes de surveillance de l'environnement et de radioprotection en vigueur seront adaptés à la dormance en tenant compte du type d'activités associées à cette période d'état statique.

La manutention du combustible irradié pourrait avoir lieu deux fois pendant la dormance :

- une première fois au moment du transfert entre la piscine de stockage et l'ASSCI, soit pendant les sept ans suivant l'arrêt définitif de la centrale ;
- le cas échéant, une deuxième fois au moment du transbordement du combustible dans les châteaux de transport pour leur expédition à l'extérieur du complexe nucléaire de Gentilly.

Du personnel de la centrale sera prévu pour exécuter toutes les tâches requises dans les deux cas. Le processus de déchargement du combustible se fera à l'inverse de celui du chargement. La faisabilité de la récupération des paniers, en utilisant le château de transfert, a été démontrée aux laboratoires de Whiteshell.

À l'IGDRS et à l'ASDR, on pourra récupérer en toute sécurité les déchets grâce à un inventaire radiologique tenu à jour et à la connaissance de l'emplacement précis des divers types de déchets.

### 3.6.1.3 Phase 3 – Démantèlement et réhabilitation du site

Le démantèlement consiste à retirer les équipements devenus inutiles et à éliminer ou à réduire les risques et la contamination du site sous les seuils admissibles.

#### ***Planification***

Les activités de démantèlement seront planifiées selon des protocoles qui intègrent le principe ALARA, de façon à assurer la protection du personnel contre les risques d'exposition aux radiations, la protection constante de la santé et de la sécurité du public ainsi que la protection de l'environnement. Tous les travaux de démantèlement respecteront les normes en vigueur et les exigences du programme d'assurance de la qualité en application au moment du démantèlement, probablement après 2050.

La planification comprend notamment les éléments suivants :

- plans de préparation du site pour le démantèlement ;
- étude de caractérisation du site afin de déterminer la nature et l'importance de la contamination radioactive et chimique ;
- procédures détaillées et séquences d'enlèvement des structures ;
- plans de décontamination des structures ;
- conception, fabrication et test d'outils et d'équipement spécialisés ;
- sélection des sous-traitants et des fournisseurs spécialisés ;
- plans pour l'enlèvement et l'élimination des matériaux radioactifs et présentant un risque ;
- planification séquentielle des activités afin de bien coordonner les tâches simultanées ;
- développement et mise à niveau des procédures de radioprotection et de contrôle des rejets liquides et gazeux ;
- plan de nettoyage de la contamination de surface avant l'enlèvement et l'élimination des déchets solides existants ;
- conception des éléments de blindage nécessaires aux activités d'enlèvement et de transport ;
- conception des enveloppes de contrôle de la contamination ;
- établissement des caractéristiques de l'outillage spécialisé.

### ***Démantèlement***

#### *Activités générales*

Toute source de radioactivité dépassant les critères applicables au moment du démantèlement sera retirée du site et éliminée selon les pratiques en usage à ce moment.

Les principaux travaux de démantèlement sont les suivants :

- le retrait de l'équipement non contaminé ;
- la décontamination des composants permettant de réduire l'exposition des travailleurs ;
- le retrait de tous les débris restants de faible activité de même que de tout matériau pouvant encore être considéré comme à risque et toxique ;
- la vérification et la certification que le matériel est exempt de contamination pour son transport hors site à des fins d'élimination sans restriction (rebuts, déchets recyclés ou généraux) ou à des fins d'élimination contrôlée à un lieu autorisé d'élimination de déchets de faible activité ;
- au cours du traitement, la caractérisation du sol et des structures afin de déterminer les matières qui contiennent des concentrations de radionucléides dépassant les critères en vigueur ;
- la séparation des matières classées déchet radioactif ou matière dangereuse ;

- la caractérisation finale qui assure que toute matière radioactive dépassant les niveaux résiduels permis a été traitée en conformité avec la réglementation et les directives applicables ;
- la préparation du rapport final à l'appui de la demande de retrait définitif du permis auprès de la CCSN et d'autres organismes réglementaires.

#### *Activités liées aux aires de stockage*

Bien que conçues pour l'entreposage temporaire, l'ASSCI, l'IGDRS et l'ASDR présenteront la souplesse nécessaire en ce qui trait à l'accessibilité, au confinement et à la gestion à long terme du combustible irradié et des déchets radioactifs. Quelle que soit la solution retenue pour la gestion à long terme des déchets radioactifs et du combustible irradié, ces installations de stockage seront démantelées à la fin de leur vie utile.

Le démantèlement des unités de stockage débutera après le déchargement des grappes de combustible ou des déchets qui y auront été stockés. Selon le plan détaillé de déclassement éventuellement retenu pour la centrale, les équipements des aires de stockage (clôtures, grues, systèmes de sécurité, etc.) seront également démantelés. Au besoin, les installations seront décontaminées avant leur démantèlement. Les pièces d'équipement démontées et les matières résiduelles seront triées avant leur entreposage, leur valorisation ou leur élimination.

#### *Réhabilitation du site*

La réhabilitation du site pourra débuter à la suite des travaux de décontamination et de démantèlement. Ces travaux ayant entraîné des dommages importants à plusieurs des installations, il s'agira alors de démolir les parties restantes. Les matériaux convenables, tels les agrégats, pourront être réutilisés pour combler les excavations. Les débris résiduels seront enlevés et transportés pour élimination à un lieu autorisé.

Dans la mesure du possible, les fondations seront arasées à une profondeur de 1 m. Les cavités restantes seront comblées avec du sol propre. Le terrain sera nivelé et revégétalisé pour prévenir les problèmes de drainage, d'érosion et de poussière.

### **3.6.2 Risques et stratégie de protection**

Les principaux risques liés au déclassement sont les accidents industriels, la migration de matériel radioactif ou dangereux ainsi que l'exposition du personnel aux radiations ou à du matériel radioactif ou dangereux. Hydro-Québec Production met actuellement en œuvre des programmes pour contrer ces types de risques et les prolongera pendant les phases de déclassement. Elle reconnaît cependant que le travail de déclassement est différent des activités d'exploitation d'une centrale nucléaire et que ces programmes devront être modifiés. Le texte qui suit décrit la stratégie de protection



qui sera mise en place afin de compenser les risques particuliers associés au déclasserment.

La stratégie de protection prévue par Hydro-Québec Production durant le déclasserment est basée sur le besoin reconnu de réduire au minimum les risques liés, par exemple, à l'exposition aux radiations, aux accidents de travail, aux dommages environnementaux et au coût du projet. Hydro-Québec Production cherche à intégrer les programmes de sécurité aux plans de travail dès l'étape de la planification. À cet égard, elle prévoit profiter de l'expérience acquise dans le cadre du déclasserment d'autres centrales nucléaires au Canada et ailleurs dans le monde.

Différentes stratégies de protection seront utilisées pour gérer les risques. Étant donné que le déclasserment touche les barrières de sécurité et de confinement radiologique des unités de stockage, il est nécessaire d'élaborer des méthodes particulières de gestion des risques. Ainsi, les travaux seront organisés de telle sorte qu'ils progresseront des aires les plus contaminées vers les aires de potentiel moins élevé de contamination en maximisant l'utilisation des barrières de confinement existantes (ex. : structures de bâtiments intactes, gradients d'air, pression d'air négative, etc.). Lorsque ce sera nécessaire, des mesures de confinement temporaires remplaceront ou compléteront les mesures existantes. Parmi ces mesures, il convient de mentionner l'usage de tentes pourvues d'une ventilation avec filtres à particules hautement performants, l'application d'une pression d'air négative dans les équipements et l'utilisation de systèmes de captage sous vide avec filtres à particules hautement performants pour les équipements produisant de la poussière et de la fumée.

On favorisera l'enlèvement rapide des composants et des systèmes de haute activité ou de fort rayonnement afin que les travaux suivants soient exécutés dans de meilleures conditions et que l'exposition des travailleurs soit aussi faible que possible. De même, le retrait de composants entiers ou en pièces grossières permettra de réduire le temps consacré par les travailleurs à des opérations à haut risque, telles que la segmentation et la manutention prolongée de composants présentant un débit de dose élevé.

En général, les éléments non contaminés seront traités seulement lorsque tous les autres composants contaminés auront été retirés d'une aire de travail. Cette approche permettra de réaliser les travaux à des niveaux de radiation ambiante les plus faibles possible, d'empêcher la recontamination d'un espace déjà décontaminé et de réduire les risques d'accidents.

**Tableau 3-1 : Principaux mécanismes de dégradation**

<b>Mécanisme de dégradation</b>	<b>Matériel</b>	<b>Types de composant</b>
Attaque chimique agressive (sur le béton)	Béton	Amenées d'eau, réservoirs, planchers et béton de confinement
Cavitation	Aciers au carbone, alliages de cuivre	Tuyauterie, pompes et valves
Corrosion des pièces encastrées	Aciers et tuyaux encastrés, armature	Matériaux des bâtiments et structures en général
Corrosion par fissuration	Presque tous les alliages de métaux	Tuyauterie, pompes, valves, échangeurs de chaleur et réservoirs
Charge dynamique/vibration	Pas de matériel spécifique	Machines rotatives, tuyauterie et équipement de support
Détérioration des élastomères/caoutchouc	Élastomères et caoutchoucs naturels	Scellants et isolants
Contraintes électriques	Tout matériau susceptible de subir une oxydation localisée causée par un arc électrique	Pôles de piles, cabinets ou panneaux d'équipement électrique
Érosion/corrosion	Aciers au carbone, alliages de cuivre, autres matériaux en réaction oxydante avec leur milieu à haut débit de fluide	Tuyauterie (surtout aux coudes, réducteurs, etc.), turbine, vannes de contrôle, tubes d'échangeur de chaleur et pompes
Fatigue	Pas de matériel spécifique	Vaisseaux sous pression, tuyauterie, tubes d'échangeur de chaleur et pompes
Encrassement (peut mener à la corrosion par fissuration)	Pas de matériel spécifique	Réservoirs, tubes d'échangeur de chaleur et tuyauterie
Usure par frottement	Pas de matériel spécifique	Tout composant actif en contact mécanique
Corrosion galvanique	Aciers au carbone, aciers inoxydables, aluminium, alliages de cuivre	Tuyauterie métallique enfouie dans le sol ou le béton, et certaines parties d'échangeur de chaleur
Corrosion générale	Pas de matériel spécifique	Tuyauterie, valves, pompes, vaisseaux sous pression et échangeurs de chaleur
Fragilisation due à l'hydrogène	Aciers au carbone à très haute dureté, alliages au zirconium, alliages au titane	Tubes de force (CANDU) et gaines de combustible
Réduction de la résistance d'isolation	Élastomères de câbles électriques	Câbles
Corrosion d'origine microbienne	Surtout aciers au carbone et alliages de cuivre ; tout métal non sensible à la corrosion assistée par le débit	Échangeurs de chaleurs, tuyauterie enfouie et réservoirs d'huile
Fragilisation due aux neutrons	Aciers à basse teneur en éléments d'alliage et aciers inoxydables, si haut flux de neutrons	Cœur du réacteur, calandre et boucliers

**Tableau 3-1 : Principaux mécanismes de dégradation (suite)**

<b>Mécanisme de dégradation</b>	<b>Matériel</b>	<b>Types de composant</b>
Piqûration	Tout matériel, mais surtout aciers inoxydables et alliage de nickel	Échangeurs de chaleurs, instruments, tuyauterie et tubulure
Dommages par rayonnement	Surtout les élastomères et polymères	Isolant de câbles et joints d'étanchéité
Lixiviation sélective	Bronze et fonte, alliages de cuivre et matériaux de surfaçage dur	Surfaces dures de valves, tubes d'échangeurs de chaleur ou plaque de tube en alliage de cuivre
Fissuration par corrosion sous contrainte	Surtout aciers inoxydables ou alliages de nickel, autres métaux possibles sous certaines conditions	Tubes d'échangeurs de chaleur, vaisseaux sous pression et tuyauterie
Fragilisation thermique	Fonte ou acier austénitique opérant à haute température	Tuyauterie, pompes, vaisseaux sous pression et valves
Dégradation des câbles	Élastomères et polymères	Isolant des câbles
Usure/corrosion atmosphérique	Élastomères et polymères utilisés comme scellant et joints d'étanchéité ou d'expansion, quelques métaux ou alliages	Joints d'expansion, scellant et calfeutrage

**Tableau 3-2 : Estimation des coûts du projet de réfection**

Catégorie de travaux	Estimation (M\$)
Réfection du réacteur	328,2
Remplacement des ordinateurs de commande	30
Réfection turbine	84,1
Réfection des auxiliaires du réacteur	36,6
Agrandissement IGDRS (Phase 2)	25
Analyses de sûreté	16,5
Réfection des systèmes électriques	12,5
Réfection des systèmes de support	9,5
Support au projet	18,4
<b>Coût total estimé des activités des phases 2 et 3 du projet (\$ de 2003)</b>	<b>560,8</b>
Coût estimé de l'avant-projet	49
Charges capitalisées (durant l'arrêt de réfection)	50
Frais de gestion	48,5
<b>Coût direct (\$ de 2003)</b>	<b>708,3</b>
Contingences	85
Inflation (2,5 %/a)	175,5
Taxe sur le capital (0,6 %)	12,3
<b>Total avant intérêt</b>	<b>981,1</b>
Intérêts (7,25 %/a)	215,2
<b>Total (\$ de 2011)</b>	<b>1 196,3</b>

**Tableau 3-3 : Estimation sommaire du personnel requis et des doses liées à la réfection du réacteur**

Activité	Durée (jours)	Personnel d'EACL et sous-traitants	Personnel d'Hydro-Québec Production impliqué	Doses prévues (pers-Sv)
Formation	60	500	200	0
Remplacement des tuyaux d'alimentation	86	300	90	6,4
Remplacement des canaux de combustible	291	200	90	4,55
Contingence				0,5
Supervision	300		30	1,0
Dose totale estimée				<b>12,45</b>

**Tableau 3-4 : Composition des pastilles de combustible avant et après l'irradiation**

Élément	Pourcentage massique (%)	
	Avant irradiation	Après irradiation (175 MWh/kg-U)
<b>Éléments originaux</b>		
Uranium-238 ( <sup>238</sup> U)	99,28	98,42
Uranium-235 ( <sup>235</sup> U)	0,71	0,27
Uranium-234 ( <sup>234</sup> U)	< 0,01	< 0,01
Total	100,00	98,70
<b>Nouveaux éléments radioactifs</b>		
Autres isotopes de l'uranium ( <sup>236</sup> U, <sup>233</sup> U et <sup>232</sup> U)	—	0,08
Plutonium	—	0,40
Autres actinides	—	0,01
Produits de fission	—	0,16
Total	—	0,65
<b>Nouveaux éléments stables</b>		
Produits de fission	—	0,65
Total	—	0,65
Total global	100,00	100,00

**Tableau 3-5 : Déchets résultant de la poursuite de l'exploitation de la centrale, y compris les déchets existants à transférer à l'IGDRS**

Composant	Volume estimé (m <sup>3</sup> )	Activité estimée (Bq)	Mode d'entreposage
Déchets compactables	1 160	4 × 10 <sup>13</sup>	Ballots <sup>a</sup> dans l'enceinte de stockage des déchets compactables et non compactables (EDFMA)
Déchets non compactables (barils usagés, métaux et matériaux divers) <sup>b</sup>	1 065	4 × 10 <sup>12</sup>	Contenants variables dans l'enceinte de stockage des déchets compactables et non compactables (EDFMA)
Éléments de filtres <sup>c</sup>	60	9,6 × 10 <sup>12</sup>	Enceinte de stockage des filtres usagés (type A)
Résines usées <sup>d</sup>	500	6 × 10 <sup>15</sup>	Contenants de 3 m <sup>3</sup> dans l'enceinte de stockage des résines usées

<sup>a</sup> Les ballots sont cerclés de façon sécuritaire et occupent un volume utile de 0,5 m<sup>3</sup> (après perte d'espace de 10 %).  
<sup>b</sup> Le volume est calculé en tenant compte d'une réduction de volume de 25 % à 66 % et d'une perte d'espace de 10 %.  
<sup>c</sup> Les éléments de filtres comprennent 170 filtres de 10 cm de diamètre, 170 filtres de 41 cm, 27 filtres de 51 cm, les éléments chauffants du circuit de contrôle de pression du caloporteur et les conteneurs Siva-Blast associés au nettoyage des générateurs de vapeur.  
<sup>d</sup> Le volume inclut environ 260 m<sup>3</sup> de résines usées qui seront stockées dans les deux réservoirs du bâtiment des services de la centrale.

**Tableau 3-6 : Déchets résultant de la réfection de la centrale**

Type de déchets	Masse estimée (kg)	Volume estimé (m <sup>3</sup> )	Activité estimée (Bq)	Mode d'entreposage et quantité
<b>Haute activité</b>				
Tubes de force	24 600	8,5	$3 \times 10^{17}$	76 petits contenants cylindriques <sup>a</sup> dans le silo à déchets de retubage
Tubes de cuve	8 400	3	$1 \times 10^{17}$	36 petits contenants cylindriques <sup>a</sup> dans le silo à déchets de retubage
Pièces insérées des tubes de cuve (PITC)	820	2	$1,8 \times 10^{16}$	16 petits contenants pour PITC <sup>b</sup> dans le silo à déchets de retubage
Raccords d'extrémité avec bouchons écrans à l'intérieur	93 000	48	$3 \times 10^{16}$	152 grands contenants cylindriques <sup>c</sup> dans le silo à déchets de retubage
<b>Faible et moyenne activité</b>				
Déchets compactables <sup>d</sup>	64 500	200	$4 \times 10^{13}$	400 ballots dans l'enceinte de stockage des déchets compactables et non compactables (EDFMA).
Déchets non compactables :				191 boîtes métalliques rectangulaires <sup>e</sup> dans l'enceinte de stockage des déchets de retubage (EDFMA)
• tuyaux d'alimentation	105 000	215 <sup>f</sup>	$2 \times 10^{12}$	
• accessoires des tuyaux d'alimentation	13 200	4	$3 \times 10^{14}$	
• bouchons de fermeture	9 330	3	$3 \times 10^{10}$	
Résines usées (décontamination du caloporteur primaire)	75 000	70	$1,5 \times 10^{13}$	Contenants métalliques de 3 m <sup>3</sup> dans l'enceinte de stockage des résines usées
<sup>a</sup> Hauteur : 63,5 cm ; diamètre : 61,0 cm ; volume : 0,19 m <sup>3</sup> ; capacité de stockage : 0,18 m <sup>3</sup> . <sup>b</sup> Hauteur : 63,5 cm ; diamètre : 61,0 cm ; volume : 0,19 m <sup>3</sup> ; capacité de stockage : 0,083 m <sup>3</sup> (six cellules de 0,014 m <sup>3</sup> ). <sup>c</sup> Hauteur : 105,0 cm ; diamètre : 61,0 cm ; volume : 0,30 m <sup>3</sup> ; capacité de stockage : 0,165 m <sup>3</sup> (cinq cellules de 0,033 m <sup>3</sup> ). On considère ici que les raccords d'extrémité ne sont pas coupés. S'ils étaient coupés, les besoins de stockage seraient réduits de moitié. <sup>d</sup> Le volume brut de déchets compactables est estimé à 800 m <sup>3</sup> , soit environ 133 m <sup>3</sup> après compaction. Par prudence, on utilise un volume de 200 m <sup>3</sup> dans l'évaluation des besoins. Le volume utile est fixé à 0,5 m <sup>3</sup> par ballot. <sup>e</sup> Boîtes métalliques de 1,83 m sur 1,17 m sur 0,58 m (1,24 m <sup>3</sup> ). <sup>f</sup> Valeur maximale qui tient compte, selon une approche prudente, de l'espace occupé par les coudes des tuyaux d'alimentation.				

**Tableau 3-7 : Particularités des unités de stockage étudiées pour l'IGDRS**

Unité de stockage	Description	Catégorie de déchets	Type de déchets	Élément d'entreposage	Dimensions	Capacité d'entreposage	Blindage radiologique	Drainage	Exploitant	Références	Commentaire
Enceinte de stockage des déchets compactables et non compactables (type 1A) (figure 3-25)	Enceinte rectangulaire hors terre avec murs et couvercle en béton armé	Déchets de faible et de moyenne activité compactables et non compactables	Types 1 et 2 <sup>c</sup>	Ballot de déchets compactables Entreposage direct ou dans des boîtes métalliques des déchets non compactables	Enceinte : larg. : 4,6 m long. : 14,3 m haut. : 4,2 m épais. murs : 0,61 m	142 m <sup>3</sup>	Béton	Pente de 1 % au niveau du plancher, drain et canal de collecte	Énergie Nouveau-Brunswick	EACL, septembre 2003, p. 36, 37 et 39	Option rejetée. Structure semblable à l'EDFMA, sauf qu'elle a une moins grande capacité d'entreposage.
Fosse à déchets de faible et de moyenne activité (type B) (figure 3-26)	Structure rectangulaire partiellement enfouie avec murs et couvercle en béton armé Divisée en 4 compartiments	Déchets de faible et de moyenne activité compactables et non compactables	Types 1 et 2 <sup>a b</sup>	Ballot de déchets compactables Entreposage direct des déchets non compactables	Enceinte : larg. : 3,4 m long. : 13,3 m haut. : 3,3 m épais. murs : 0,6 m	100 m <sup>3</sup>	Béton	Pente de 1 % au niveau du plancher, drain et canal de collecte	Hydro-Québec Production	Hydro-Québec, février 1981	Option rejetée. Structure semblable à l'EDFMA, sauf qu'elle a une moins grande capacité d'entreposage et qu'elle est partiellement enfouie.
Fosse à déchets de faible et de moyenne activité (type C) (figure 3-27)	Structure rectangulaire partiellement enfouie avec murs et couvercle en béton armé Divisée en 2 compartiments	Déchets de faible et de moyenne activité compactables et non compactables	Types 1 et 2 <sup>a b</sup>	Ballot de déchets compactables Entreposage direct des déchets non compactables	Enceinte : larg. : 3,9 m long. : 11,8 m haut. : 3,3 m épais. murs : 0,6 m	115 m <sup>3</sup>	Béton	Pente de 1 % au niveau du plancher, drain et canal de collecte	Hydro-Québec Production	Hydro-Québec, février 1981	Option rejetée. Structure semblable à l'EDFMA, sauf qu'elle a une moins grande capacité d'entreposage et qu'elle est partiellement enfouie.
Bâtiment de stockage des déchets faiblement radioactifs (figure 3-28)	Bâtiment avec murs de béton préfabriqués renforcés, plancher en béton et géomembrane, éclairé mais non chauffé	Déchets de faible et de moyenne activité compactables et non compactables (résines de faible activité)	Types 1 et 2 <sup>d</sup>	Ballot, baril et conteneurs variés	Bâtiment : larg. : 30,7 m long. : 47,1 m haut. : 7,9 m épais. murs : 0,38 m (augmenté au besoin) épais. plancher : 0,05 m	8 000 m <sup>3</sup>	Mur de béton du bâtiment avec ajout de plaques de béton	Drain et fosse de drainage	Ontario Power Generation	OPG, sept. 2000, p. 2-14 à 2-18	Option rejetée. Bâtiment avec des systèmes actifs et qui s'écarte de façon importante des pratiques en vigueur à Gentilly.

Tableau 3-7 : Particularités des unités de stockage étudiées pour l'IGDRS (suite)

Unité de stockage	Description	Catégorie de déchets	Type de déchets	Élément d'entreposage	Dimensions	Capacité d'entreposage	Blindage radiologique	Drainage	Exploitant	Références	Commentaire
Enceinte de stockage des filtres usagés (type A) (figure 3-29)	Enceinte rectangulaire avec murs et couvercles en béton armé	Filtres d'activité moyenne et élevée	Types 2 et 3 <sup>a b</sup>	Entreposage direct des filtres radioactifs dans des cylindres verticaux coulés dans le béton	Enceinte : larg. : 5,1 m long. : 12,3 m haut. : 4,4 m épais. murs : 0,6 m 36 cylindres de 51 cm de diamètre et 72 cylindres de 41 cm de diamètre	200 m <sup>3</sup>	Béton	Aucun	Hydro-Québec Production	EACL, nov. 2002, p. 4-2 Hydro-Québec, févr. 1981, p. 6	Option retenue. Structure semblable à la fosse A-13 de l'ASDR, sauf qu'elle est hors sol.
Fosse souterraine IC-18 (figure 3-30)	Cylindre souterrain en acier au carbone entouré d'une gaine en béton avec couvercle en béton	Déchets d'activité moyenne et élevée	Types 2 et 3 <sup>d</sup>	Conteneurs variés	Structure cylindrique : diam. : 1,73 m haut. : 11,75 m	18 m <sup>3</sup>	Acier, béton et sol	Drainage par conduites au fond du cylindre et au niveau du sol	Ontario Power Generation	OPG, sept. 2000 EACL, août 2003a	Option rejetée. Type de structure inadéquate en raison de la proximité du roc et de la nappe phréatique.
Bunker à déchets solides métalliques (figure 3-33)	Structure rectangulaire hors terre en béton armé	Déchets de haute activité	Type 3 <sup>b</sup>		larg. : 7 m long. : 14 m haut. : 6 m	Variable	Béton	Tubulure de drainage de fond	Aucun	EACL, avril 2002, dessin non publié	Option rejetée. Type de structure posant des problèmes d'évacuation de la chaleur.
Silo à déchets de retubage (figure 3-31)	Structure cylindrique hors terre en béton armé contenant 7 cylindres en acier	Déchets de haute activité	Type 3 <sup>b</sup>	Contenants cylindriques métalliques de 0,19 m <sup>3</sup> ou de 0,30 m <sup>3</sup>	Structure cylindrique : diam. : 9,4 m haut. : 6,8 m épais. murs : 1,2 m 7 cylindres de 1,4 m de diamètre	Peut contenir 168 petits contenants de 0,19 m <sup>3</sup> ou 105 grands contenants de 0,30 m <sup>3</sup>	Béton	Tubulure de drainage de fond	Aucun	EACL, nov. 2002, p. 4.1 EACL, déc. 2001f, p. 3.7 EACL, septembre 2002b, p. 45	Option retenue. Concept semblable à celui qui a été proposé au site nucléaire de Point Lepreau pour le même type de déchets.



**Tableau 3-7 : Particularités des unités de stockage étudiées pour l'IGDRS (suite)**


Unité de stockage	Description	Catégorie de déchets	Type de déchets	Élément d'entreposage	Dimensions	Capacité d'entreposage	Blindage radiologique	Drainage	Exploitant	Références	Commentaire
Enceinte de stockage des déchets de faible et de moyenne activité (EDFMA) (figure 3-32)	Structure rectangulaire hors terre en béton armé	Déchets de faible et de moyenne activité	Types 1 et 2 <sup>a</sup>	Boîte métallique rectangulaire de 1,24 m <sup>3</sup> ou ballot	Enceinte : larg. : 4,6 m long. : 14,2 m haut. : 4,5 m	Peut contenir 64 boîtes métalliques de 1,24 m <sup>3</sup> ou 156 m <sup>3</sup> de ballots	Béton	Pente de 1 % au niveau du plancher, drain et canal de collecte	Aucun	EACL, août 2003b	Option retenue. Structure semblable aux fosses de type B et C de l'ASDR pour ce type de déchets, sauf qu'elle a une plus grande capacité de stockage et qu'elle est hors sol.
Quadricellule (figure 3-34)	Structure carrée hors terre avec murs et couvercle en béton armé contenant 4 cavités cylindriques	Résines de décontamination du circuit caloporteur primaire et résines de purification du caloporteur et du modérateur	Types 2 et 3 <sup>a,b</sup>	Conteneur en acier	Structure carrée : base : 36 m <sup>2</sup> haut. : 3,8 m	16 m <sup>3</sup>	Béton	Par pompage au besoin. Drainage de fond si une quadricellule optimisée avait été sélectionnée	Hydro-Québec Production Ontario Power Generation	EACL, août 2003a	Option rejetée. Structure utilisée à l'ASDR et par Ontario Power Generation, semblable à l'option retenue (ESRU), sauf qu'elle a une moins grande capacité d'entreposage. Structures partiellement enfouies à l'ASDR.
Décacellule (figure 3-35)	Structure rectangulaire hors terre avec murs et couvercle en béton armé contenant 10 cavités cylindriques	Résines de décontamination du circuit caloporteur primaire et résines de purification du caloporteur et du modérateur	Types 2 et 3 <sup>a</sup>	Conteneur de 3 m <sup>3</sup> en acier	Structure rectangulaire : larg. : 6,6 m long. : 15,5 m haut. : 6,2 m	50 m <sup>3</sup> effectif	Béton	Tuyau à la base	Aucun	EACL, août 2003a	Option rejetée. Concept semblable à l'option retenue (ESRU), sauf qu'elle a une moins grande capacité d'entreposage.

Tableau 3-7 : Particularités des unités de stockage étudiées pour l'IGDRS (suite)

Unité de stockage	Description	Catégorie de déchets	Type de déchets	Élément d'entreposage	Dimensions	Capacité d'entreposage	Blindage radiologique	Drainage	Exploitant	Références	Commentaire
Enceinte de stockage des résines usées (ESRU) (figure 3-36)	Structure rectangulaire hors terre avec murs et couvercle en béton armé contenant 12 cavités cylindriques	Résines de décontamination du circuit caloporteur primaire et résines de purification du caloporteur et du modérateur	Types 2 et 3 <sup>a</sup>	Conteneur de 3 m <sup>3</sup> en acier inoxydable	Structure rectangulaire : larg. : 6,6 m long. : 18,5 m haut. : 6,25 m	60 m <sup>3</sup> effectif	Béton	Tuyau à la base	Aucun	EACL, août 2003a	Option retenue. Structure semblable à la quadricellule et de concept comparable à celui de la décacellule, sauf qu'elle a une plus grande capacité d'entreposage et qu'elle est hors sol.
<sup>a</sup> Catégories de débit de dose au complexe nucléaire de Gentilly (voir l'annexe F de l'étude d'impact). <sup>b</sup> Catégories de débit de dose selon EACL (voir l'annexe F de l'étude d'impact). <sup>c</sup> Catégories de débit de dose au complexe nucléaire de Point Lepreau (voir l'annexe F de l'étude d'impact). <sup>d</sup> Catégories de débit de dose au complexe nucléaire de Bruce (voir l'annexe F de l'étude d'impact).											

**Tableau 3-8 : Évaluation environnementale comparative des deux sites envisagés pour l'IGDRS**

Critère d'évaluation	Site 1	Site 2
Affectation du sol	Utilisation d'un espace à vocation industrielle non utilisé.	Perturbation d'un espace naturel qui n'a jamais été utilisé à des fins industrielles.
Zone inondable	L'emplacement est déjà remblayé au-dessus de la cote d'inondation d'une récurrence de 100 ans.	L'empiètement dans la zone inondable est soumis à des contraintes réglementaires.
Végétation	Aucun déboisement n'est nécessaire en raison de l'absence de végétation arborescente et arbustive.	Perte d'environ 0,26 ha d'un groupement végétal de milieu humide (saulaie à aulne).
Habitat faunique	Ce terrain remblayé ne présente aucun potentiel faunique.	Perte de 0,30 ha d'un habitat potentiel pour les poissons, l'herpétofaune et la sauvagine, situé dans la zone inondable.
Contamination du sol	Le site est exempt de contamination en métaux et en hydrocarbures C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> .	Le site est contaminé par le tritium. Un suivi environnemental est assuré au moyen d'un réseau de piézomètres.
Perception visuelle	Les nouvelles installations s'intégreront à l'ensemble architectural du complexe nucléaire de Gentilly.	Les nouvelles installations seront partiellement visibles de la route et dissociées de l'ensemble architectural principal. L'intégration visuelle est cependant possible par un aménagement paysager adéquat.
Radioprotection du personnel de la centrale de Gentilly-2	La proximité de la centrale de Gentilly-2 augmente les risques d'irradiation potentielle et aggrave les conséquences d'un accident éventuel pour le personnel de la centrale.	L'éloignement de la centrale de Gentilly-2 réduit les risques d'irradiation potentielle et atténue les conséquences d'un accident éventuel pour le personnel de la centrale.
Radioprotection de la population	L'éloignement des habitations à plus de 1 km du site atténue les conséquences potentielles pour la population d'éventuelles émissions radiologiques.	L'éloignement des habitations à plus de 1 km du site atténue les conséquences potentielles pour la population d'éventuelles émissions radiologiques.

 Avantage d'un site par rapport à l'autre.

**Tableau 3-9 : Évaluation technicoéconomique comparative des deux sites envisagés pour l'IGDRS**

Critère d'évaluation	Site 1	Site 2
Espace disponible	Le site est assez vaste pour répondre aux besoins de stockage des déchets solides de la centrale.	Le site est assez vaste pour répondre aux besoins de stockage des déchets solides de la centrale.
Rehaussement du sol à la cote d'inondation d'une récurrence de 10 000 ans (7,7 m)	Un remblayage de 0,7 m d'épaisseur est nécessaire.	Un remblayage d'environ 1,4 m d'épaisseur est nécessaire.
Préparation du terrain	La préparation exige une excavation d'environ 5 m de profondeur, le retrait des structures sous-jacentes et le remblayage jusqu'à la cote de 7,7 m. Le volume maximal à excaver et à remblayer est respectivement d'environ 105 000 m <sup>3</sup> et 95 000 m <sup>3</sup> . Environ 25 000 m <sup>3</sup> de déblais pourront être réutilisés.	La préparation exige une excavation d'environ 5 m de profondeur et un remblayage jusqu'à la cote de 7,7 m. Le volume maximal à excaver et à remblayer est respectivement d'environ 105 000 m <sup>3</sup> et 135 000 m <sup>3</sup> . Aucun déblai ne sera réutilisé.
Accessibilité	La faible distance (environ 350 m) parcourue par le tracteur semi-remorque dans la zone protégée à partir de la centrale de Gentilly-2 limite les risques d'accidents associés au transfert.	La distance plus longue (environ 700 m) parcourue par le tracteur semi-remorque à partir de la centrale de Gentilly-2 augmente les risques d'accidents associés au transfert, d'autant plus que le tracteur semi-remorque empruntera en partie le chemin public en dehors de la zone de protection.
Centralisation du stockage des déchets radioactifs	Le stockage des déchets radioactifs solides est effectué à deux endroits.	Le stockage des déchets radioactifs solides est effectué à un seul endroit.
Zonage de la centrale	Le site est à l'intérieur de la zone d'exclusion (rayon de 1 km) et de la zone protégée de la centrale de Gentilly-2, ce qui facilite la surveillance et l'inspection.	Le site est à l'intérieur de la zone d'exclusion (rayon de 1 km), mais à l'extérieur de la zone protégée de la centrale de Gentilly-2.
Systèmes de sécurité	Il faudra mettre en place de nouvelles clôtures et de nouveaux systèmes de sécurité.	Il faudra mettre en place de nouvelles clôtures et de nouveaux systèmes de sécurité.
État des chemins	Le chemin emprunté pour le transfert des déchets solides à l'intérieur de la zone protégée de la centrale n'exige pas de travaux de consolidation importants.	Les chemins empruntés pour le transfert des déchets solides exigent des travaux de consolidation, de modification de courbure et de renforcement des passages de drains.
Proximité des réservoirs de mazout de la centrale thermique de Bécancour	Le site se trouve à environ 900 m des réservoirs de mazout de la centrale de Bécancour, ce qui réduit les risques de dommages attribuables à l'incendie de ces réservoirs.	Comme le site se trouve à environ 600 m des réservoirs de mazout de la centrale de Bécancour, il y a lieu d'examiner les risques de dommages associés à l'incendie de ces réservoirs.
Aspect économique <sup>a</sup>	Le coût des travaux de préparation du terrain est estimé à 35 millions.	Le coût des travaux de préparation du terrain est estimé à 35 millions.
<sup>a</sup> Estimation préliminaire des coûts en dollars de 2003.		



Avantage d'un site par rapport à l'autre.

**Tableau 3-10 : Calendrier de réalisation et coût des travaux prévus à l'ASSCI**

Travaux <sup>a</sup>	Année de réalisation prévue	Coût estimatif (millions de dollars de 2003)
Excavation et fondation en BCR des modules 6 à 11 (angle sud-est)	2004	3,6
Construction du module 6	2004	1,5
Construction du module 7	2004	1,5
Construction du module 8	2009	1,5
Construction du module 9	2009	1,5
Construction du module 10	2016	1,5
Construction du module 11	2016	1,5
Excavation et fondation en BCR des modules 12 à 16 (angle nord-ouest)	2019	3,0
Construction du module 12	2019	1,5
Construction du module 13	2022	1,5
Construction du module 14	2022	1,5
Construction du module 15	2025	1,5
Construction du module 16	2025	1,5
Excavation et fondation en BCR des modules 17 à 20 (angle sud-ouest)	2028	2,4
Construction du module 17	2028	1,5
Construction du module 18	2028	1,5
Construction du module 19	2035	1,5
Construction du module 20	2038	1,5
Ingénierie, surveillance des travaux, frais d'administration et réserve pour imprévus. Pavage, bâtiments de services, éclairage, clôtures, drainage et équipements divers		
<b>Total partiel</b>		<b>31,5</b>
<b>Autres dépenses</b>		
20 cylindres d'un module		(0,45)
300 cylindres des 15 modules	<b>Total partiel</b>	<b>6,75</b>
200 paniers d'un module		(1,3)
3 000 paniers des 15 modules	<b>Total partiel</b>	<b>19,5</b>
<b>Total global</b>		<b>57,75</b>
<sup>a</sup> Seuls les modules 17 à 20 font l'objet du présent projet.		

**Tableau 3-11 : Coûts des travaux liés à l'IGDRS**

Travaux	Coût estimatif (millions de dollars de 2003)				
	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Total
Enceintes de stockage des filtres usagés (type A)	1,3	0,0	0,0	0,0	<b>1,3</b>
Enceintes de stockage des résines usées	0,0	1,5	4,5	5,0	<b>11,0</b>
Silos à déchets de retubage	0,0	5,0	0,0	0,0	<b>5,0</b>
Enceintes de stockage des déchets compactables et non compactables et enceintes de stockage des déchets de retubage (EDFMA)	1,7	1,0	1,8	0,9	<b>4,4</b>
Excavation	0,6	2,5	1,7	3,0	<b>7,8</b>
Béton armé	1,2	6,5	2,5	7,8	<b>19,0</b>
Fondations et plateformes	1,2	3,5	1,5	2,8	<b>9,0</b>
Remblai	0,6	1,0	1,0	0,4	<b>3,0</b>
Pavage et autres travaux	0,4	0,5	0,4	0,3	<b>1,6</b>
Contingences	0,8	3,5	1,7	2,0	<b>8,0</b>
<b>Total</b>	<b>7,8</b>	<b>25</b>	<b>15,1</b>	<b>22,2</b>	<b>70,1</b>

**Tableau 3-12 : Déchets expédiés à l'IGDRS pendant la première moitié des travaux de retubage du réacteur**

Activité	Déchets non compactables produits	Type et nombre de conteneurs	Nombre maximal de transferts de déchets (approximatif)	Durée des travaux (approximative)
Drainage du réacteur	Bouchons de fermeture	8 boîtes	1 par jour	6 jours
Retrait du système d'alimentation	Tuyaux d'alimentation et accessoires	74 boîtes	4 par jour	10 jours
Retrait des raccords d'extrémité	Assemblages de positionnement	10 boîtes	3 par jour	40 jours
	Partie la plus active des raccords d'extrémité avec bouchons écran à l'intérieur	152 grands contenants cylindriques		
	Partie de faible activité des raccords d'extrémité avec supports	42 boîtes		
Retrait des tubes de force	Tubes de force	76 petits contenants cylindriques	4 par jour	10 jours
Retrait des pièces insérées des tubes de cuve (PITC)	PITC	16 petits contenants pour PITC	1 par jour	25 jours
Retrait des tubes de cuve	Tubes de cuve	35 petits contenants cylindriques	1 par jour	15 jours

Figure 3-1 : Hiérarchie des études

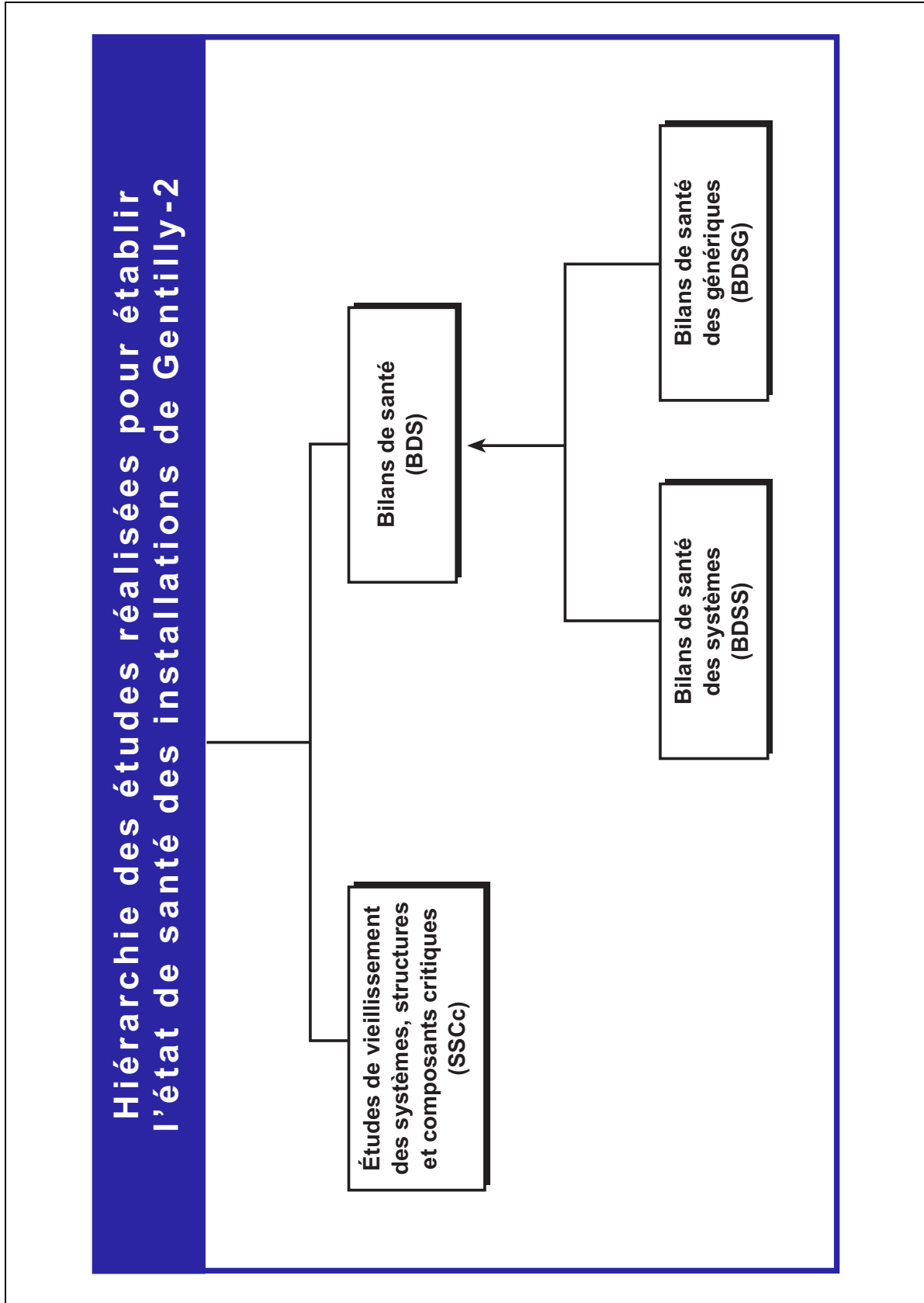




Figure 3-2 : Vue générale de la structure du réacteur

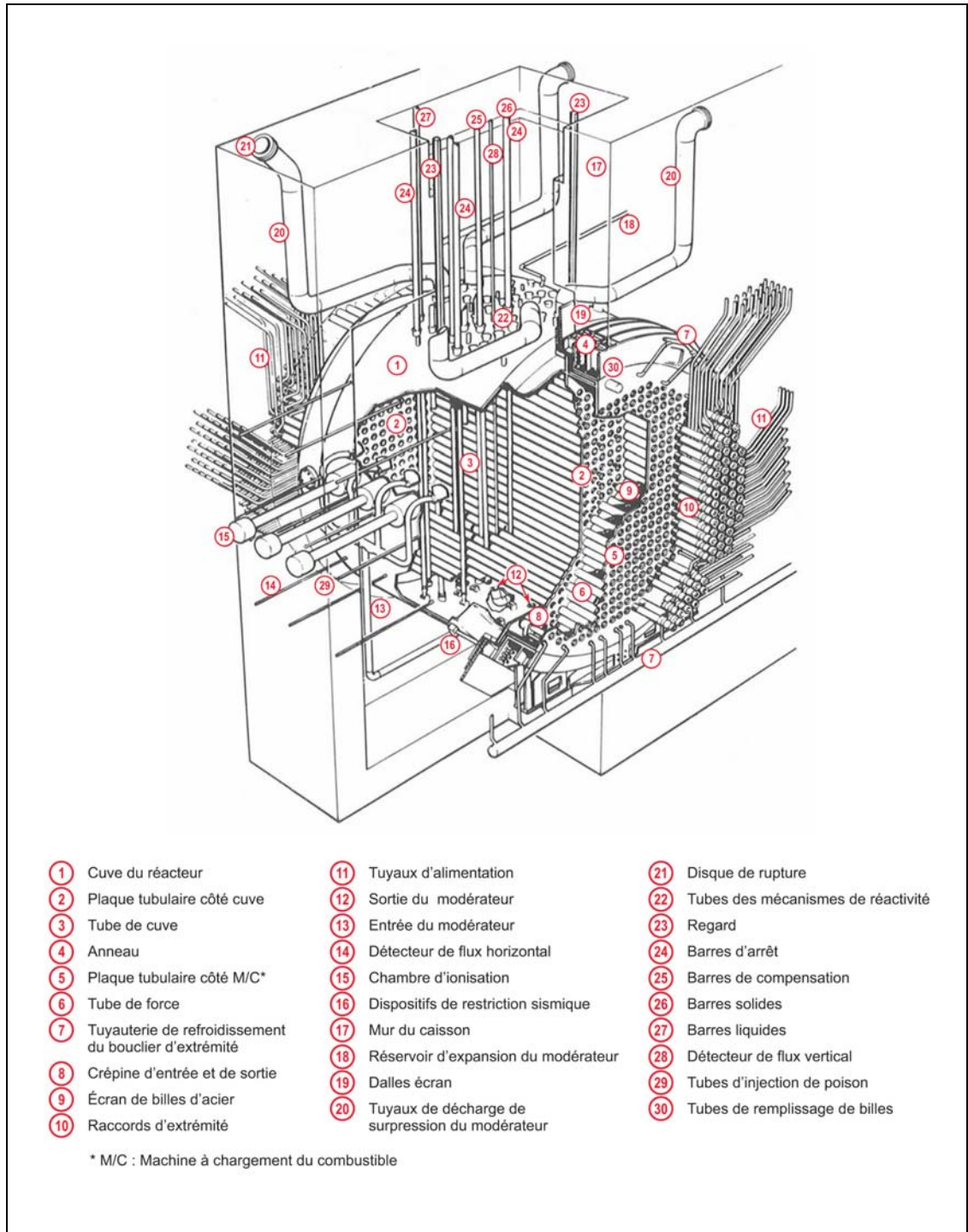


Figure 3-3 : Système de confinement

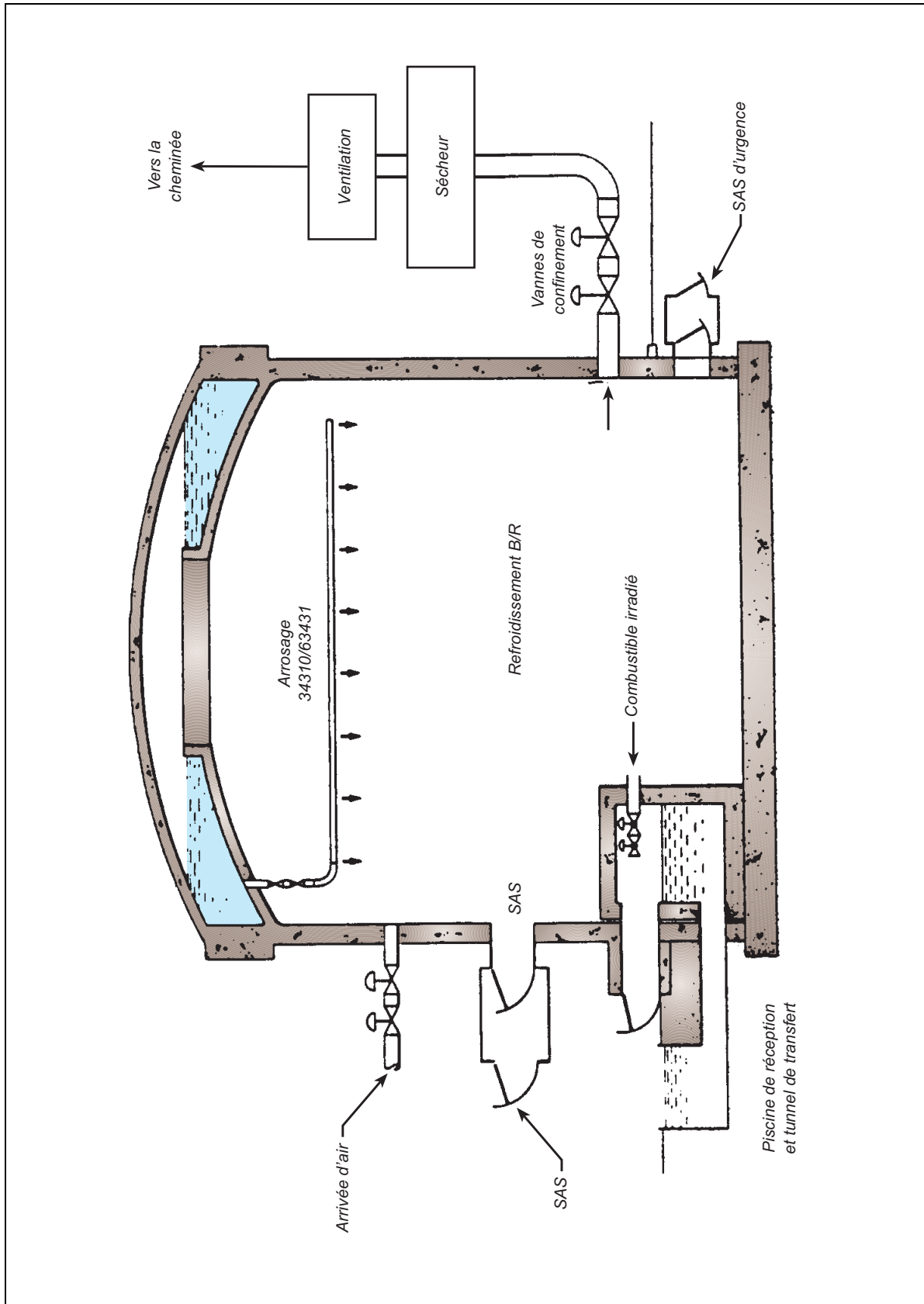


Figure 3-4 : Fonctionnement simplifié du générateur de vapeur

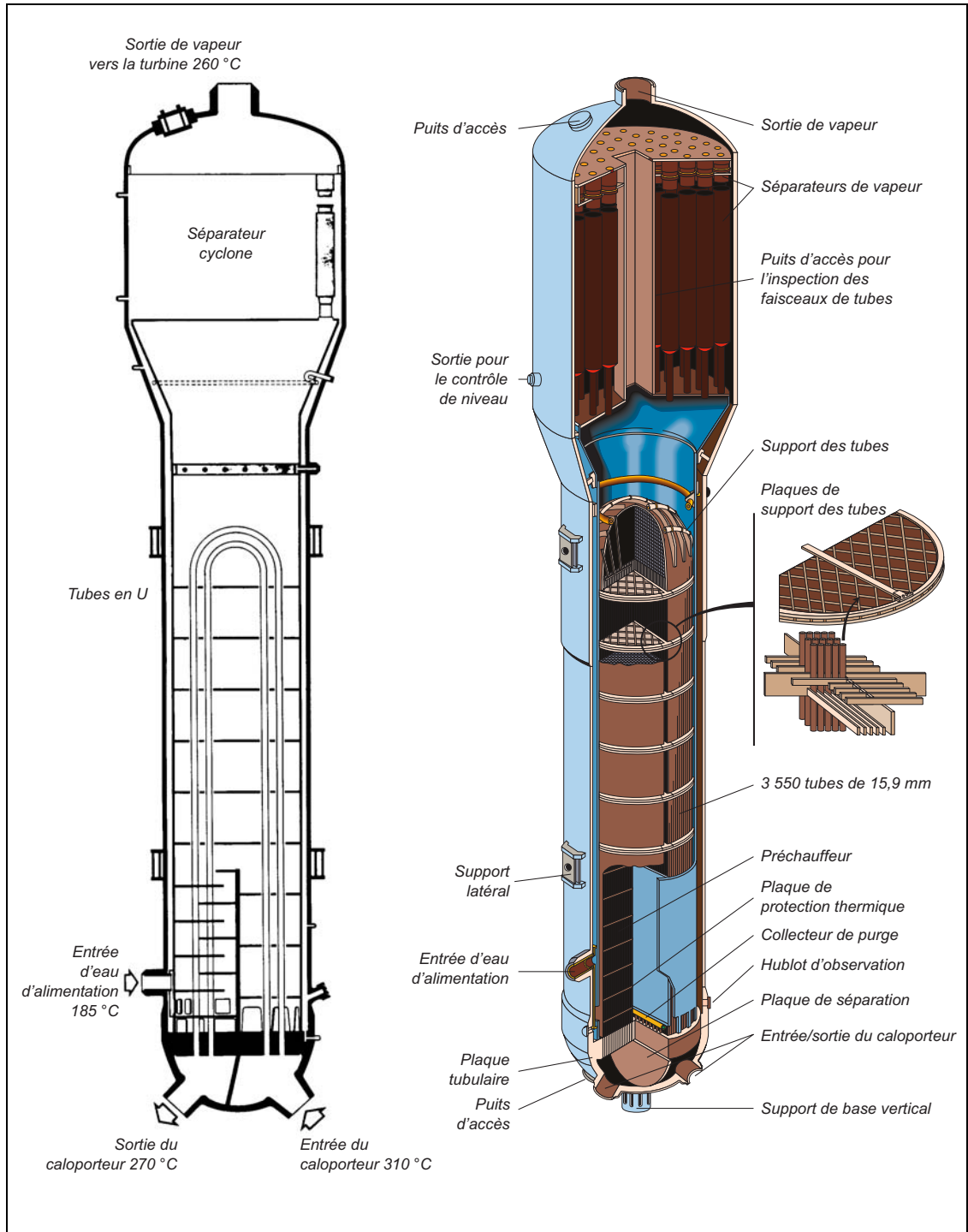


Figure 3-5 : Composants du générateur de vapeur

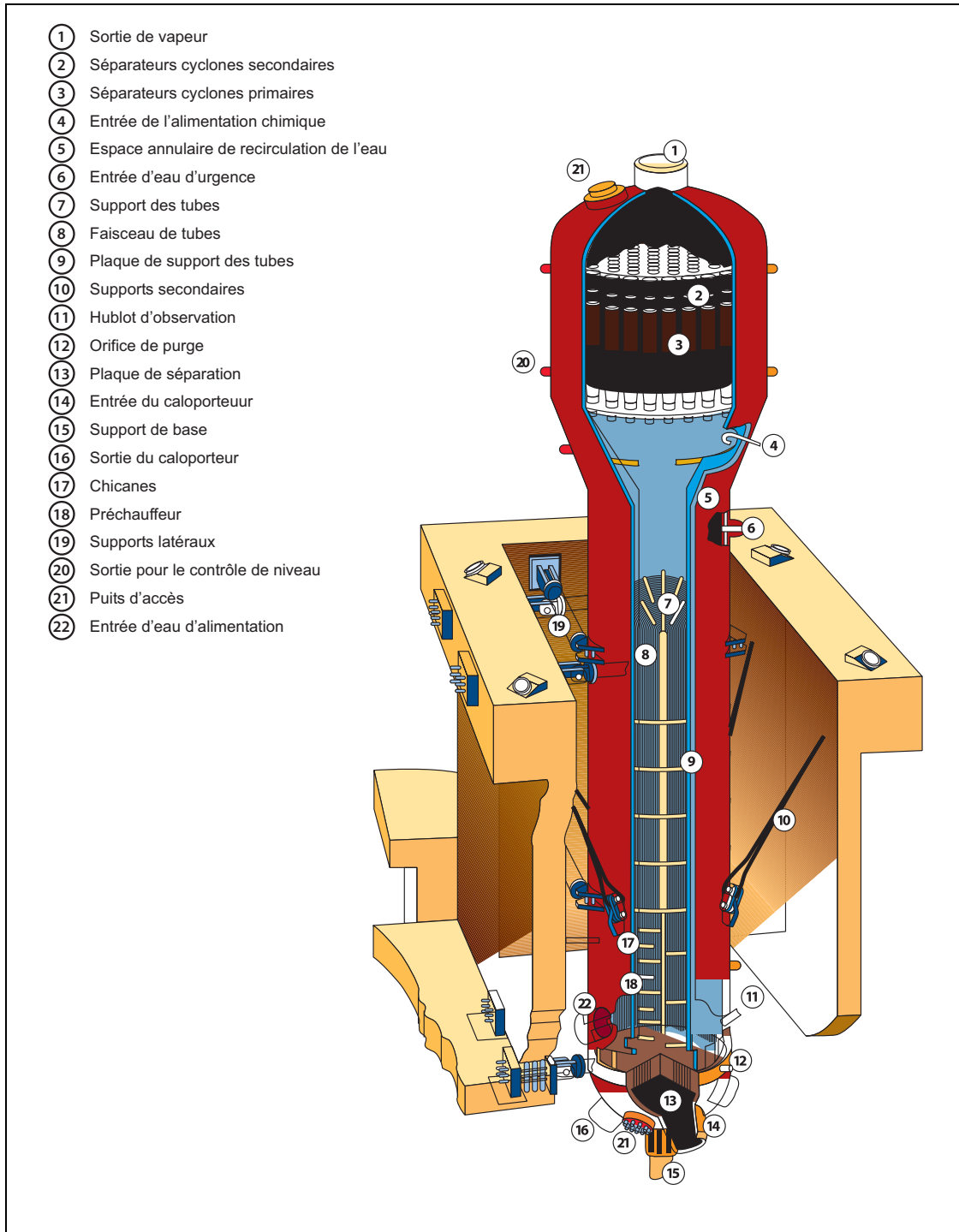


Figure 3-7 : Répartition des systèmes nucléaires et conventionnels

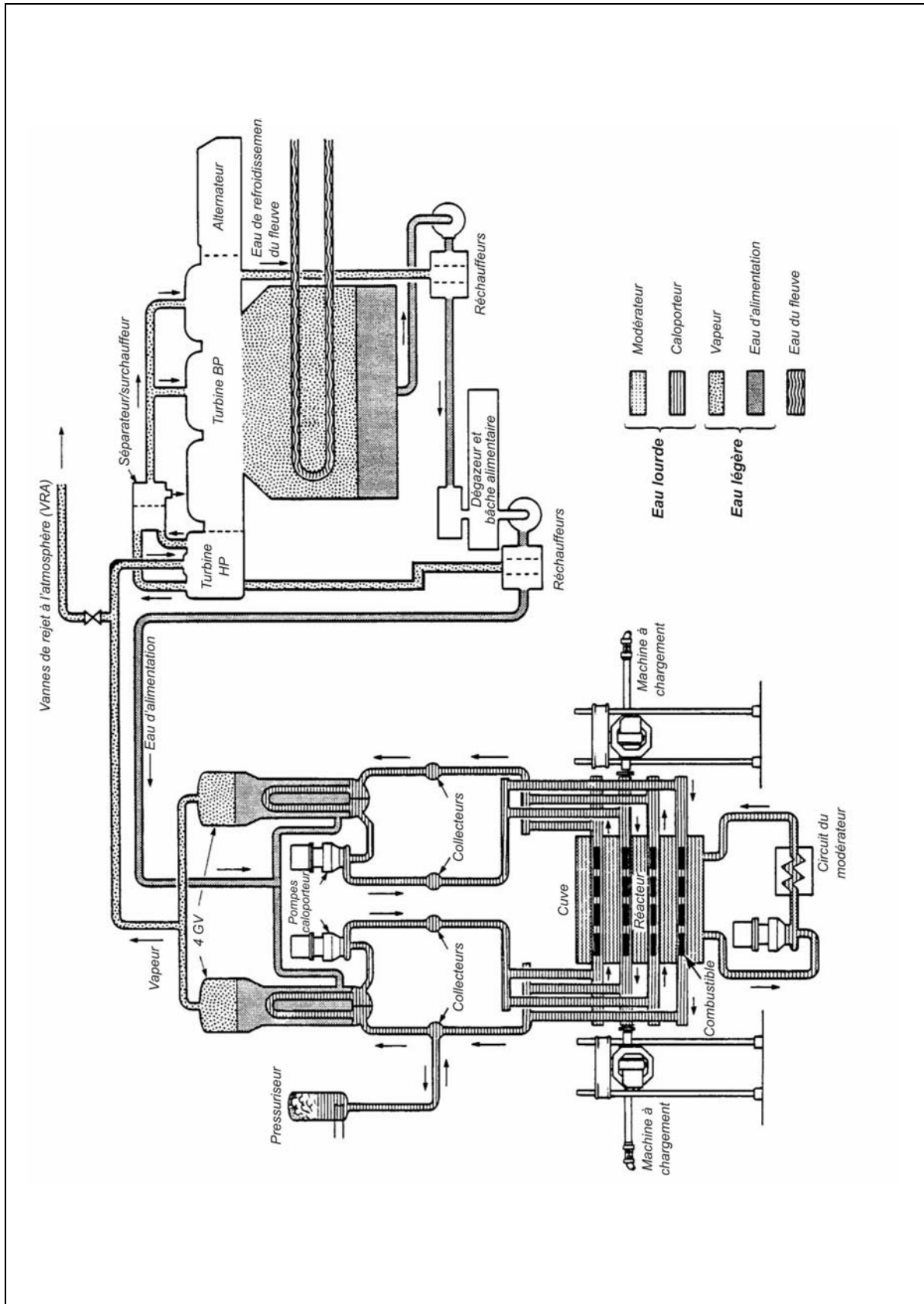


Figure 3-6 : Distribution des moteurs électriques à Gentilly-2

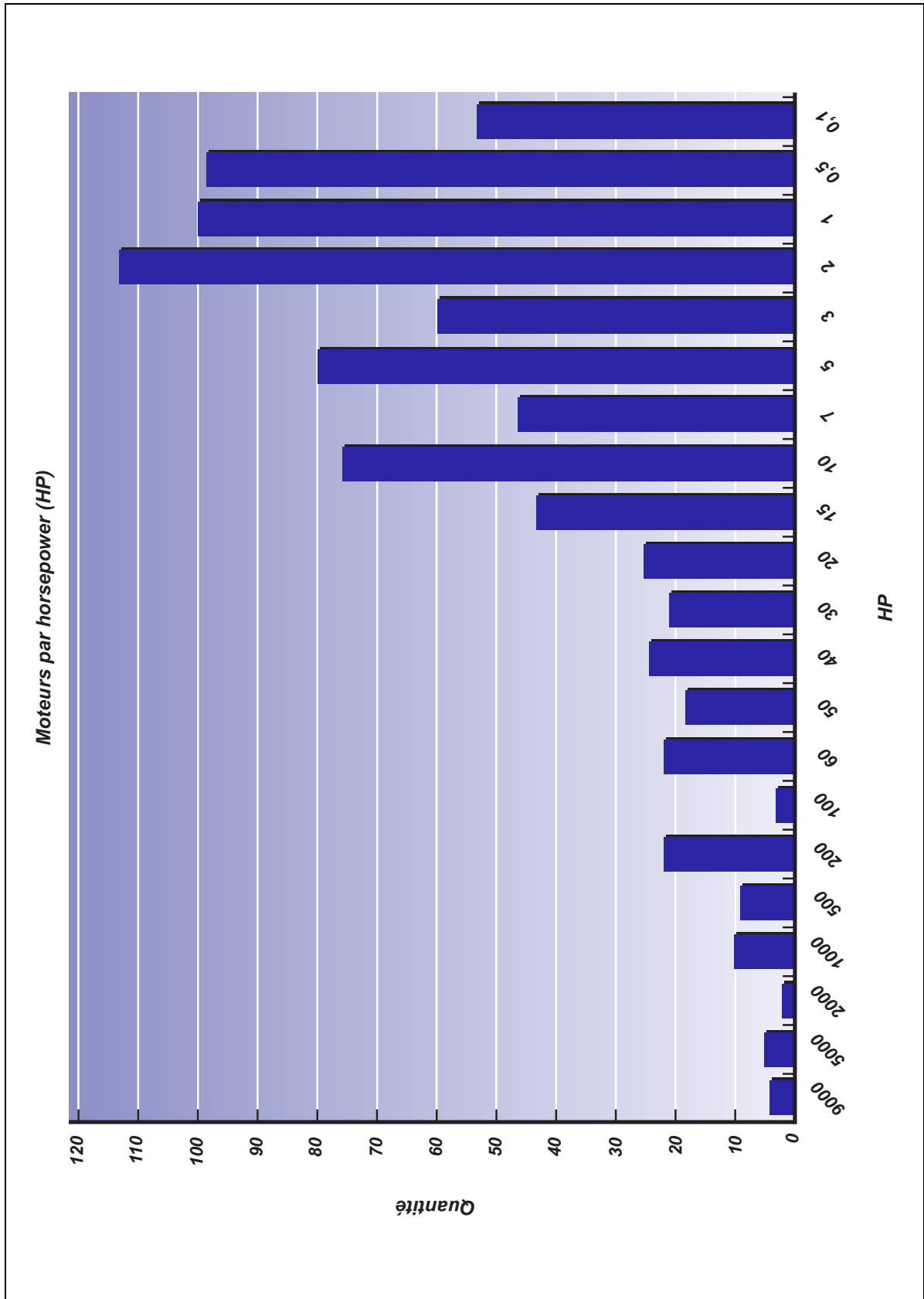


Figure 3-8 : Le groupe turboalternateur

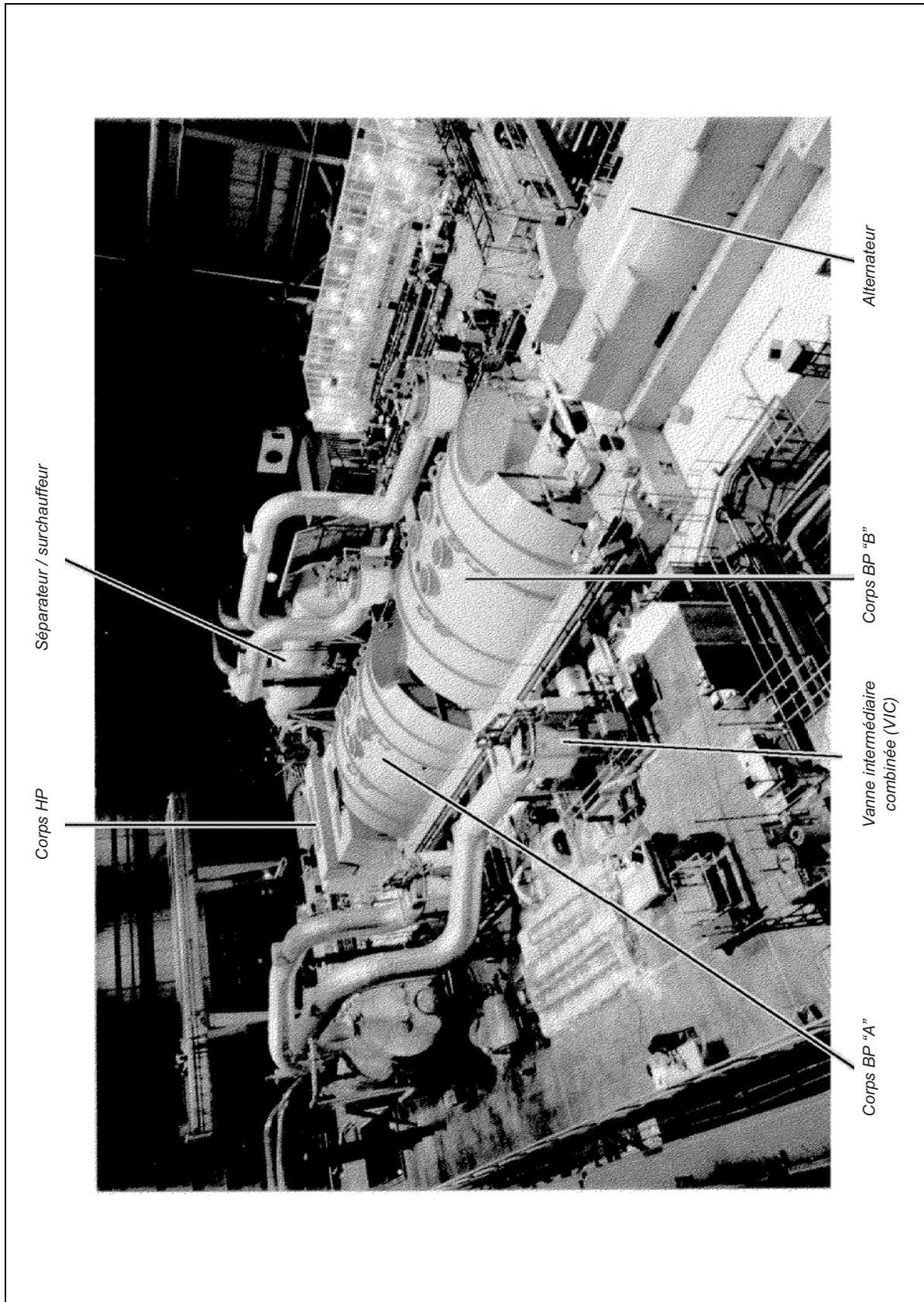


Figure 3-9 : Origine des recommandations de travaux de réfection

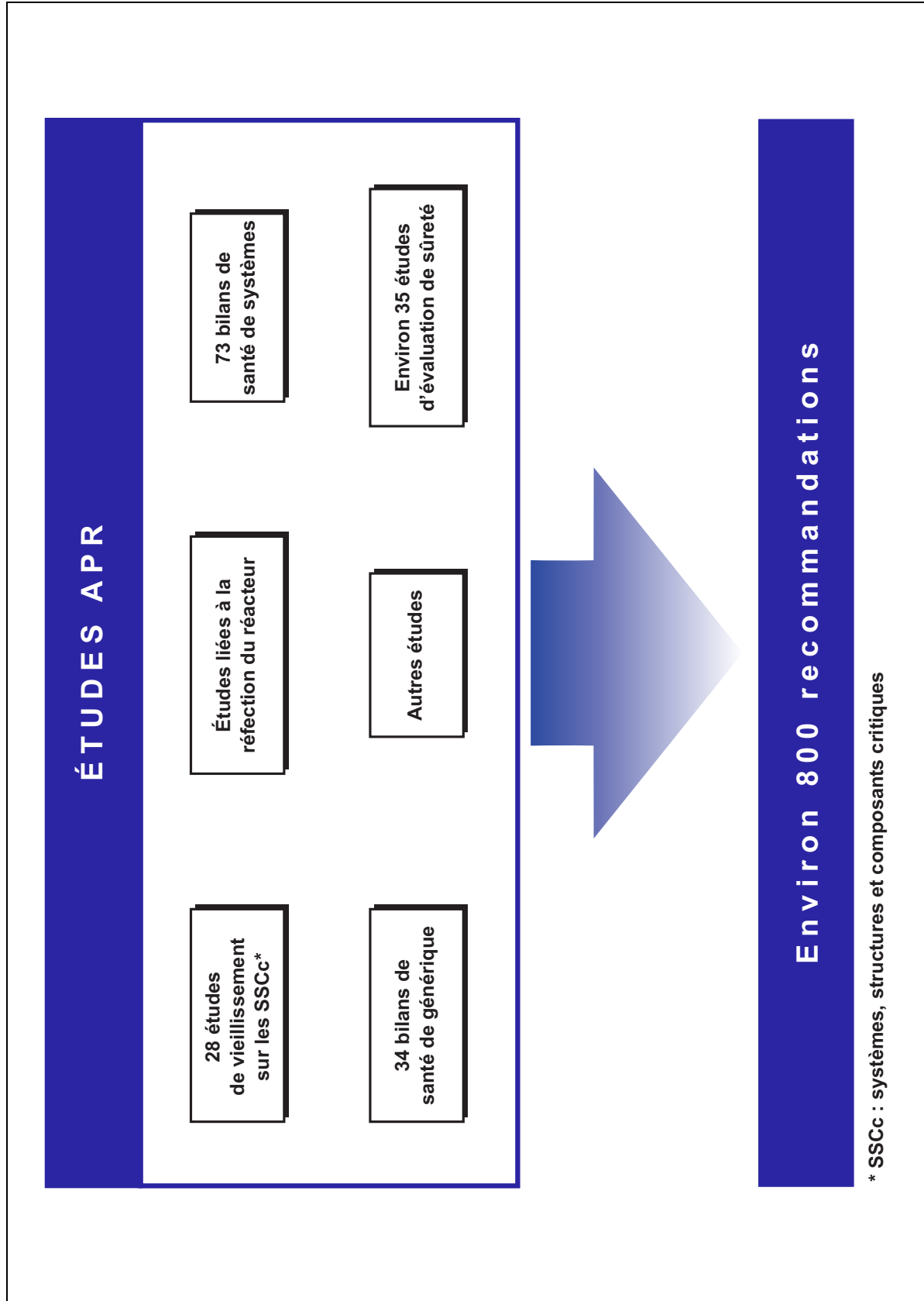




Figure 3-10 : Structure organisationnelle de l'unité Avant-projet de réfection

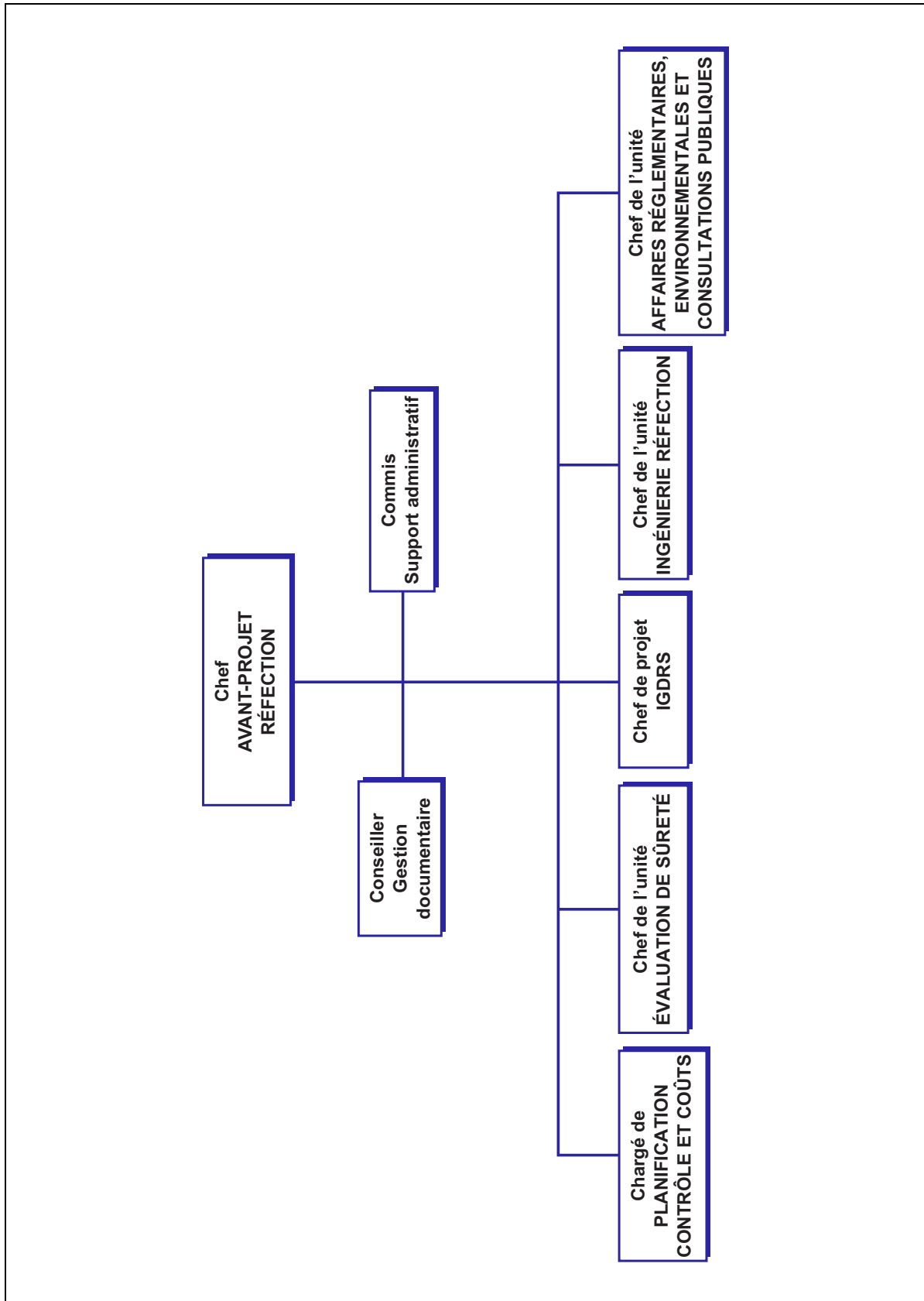


Figure 3-11 : Structure organisationnelle de la direction de la centrale de Gentilly-2

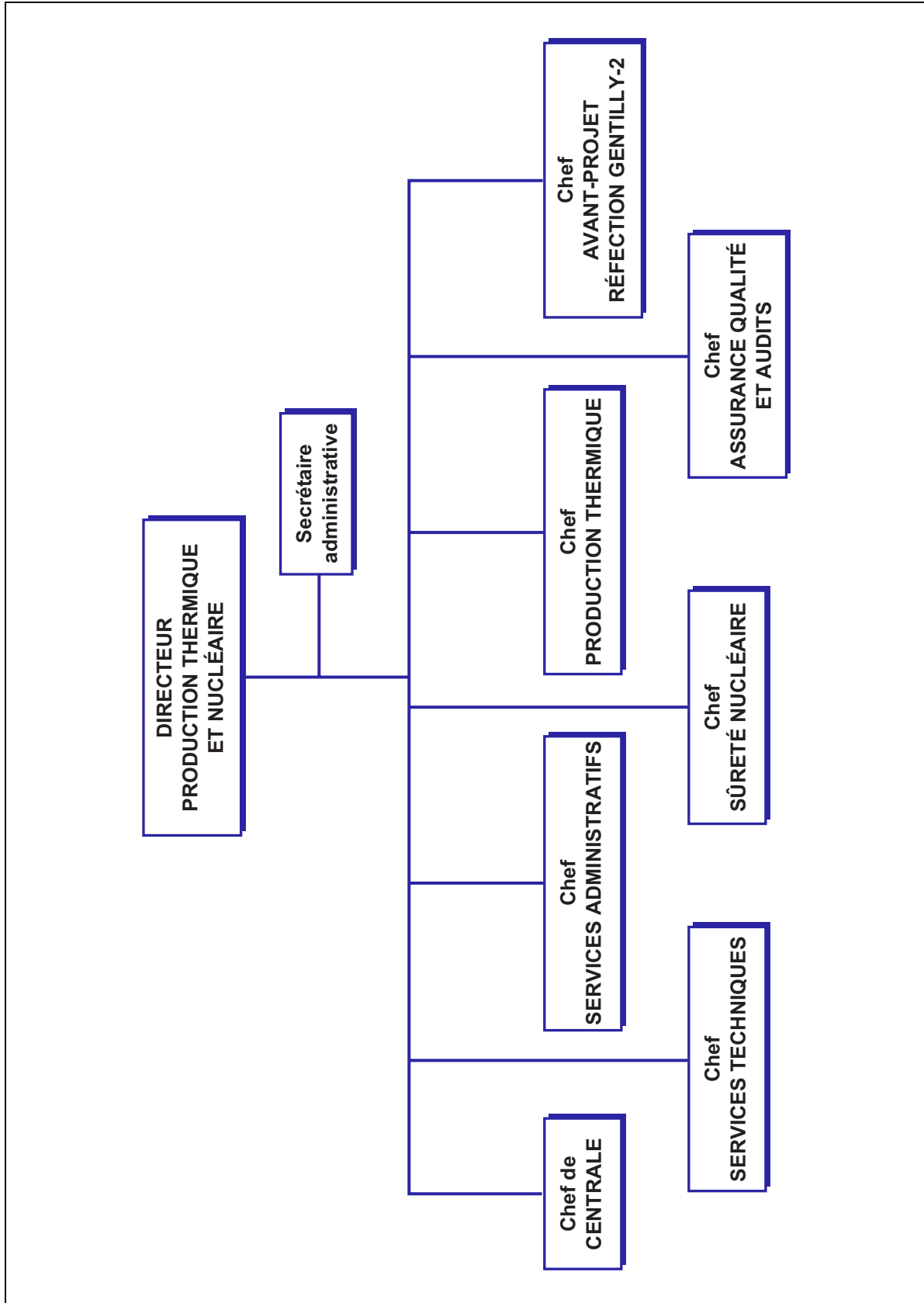


Figure 3-12 : Systèmes de la centrale et programmes de contrôle

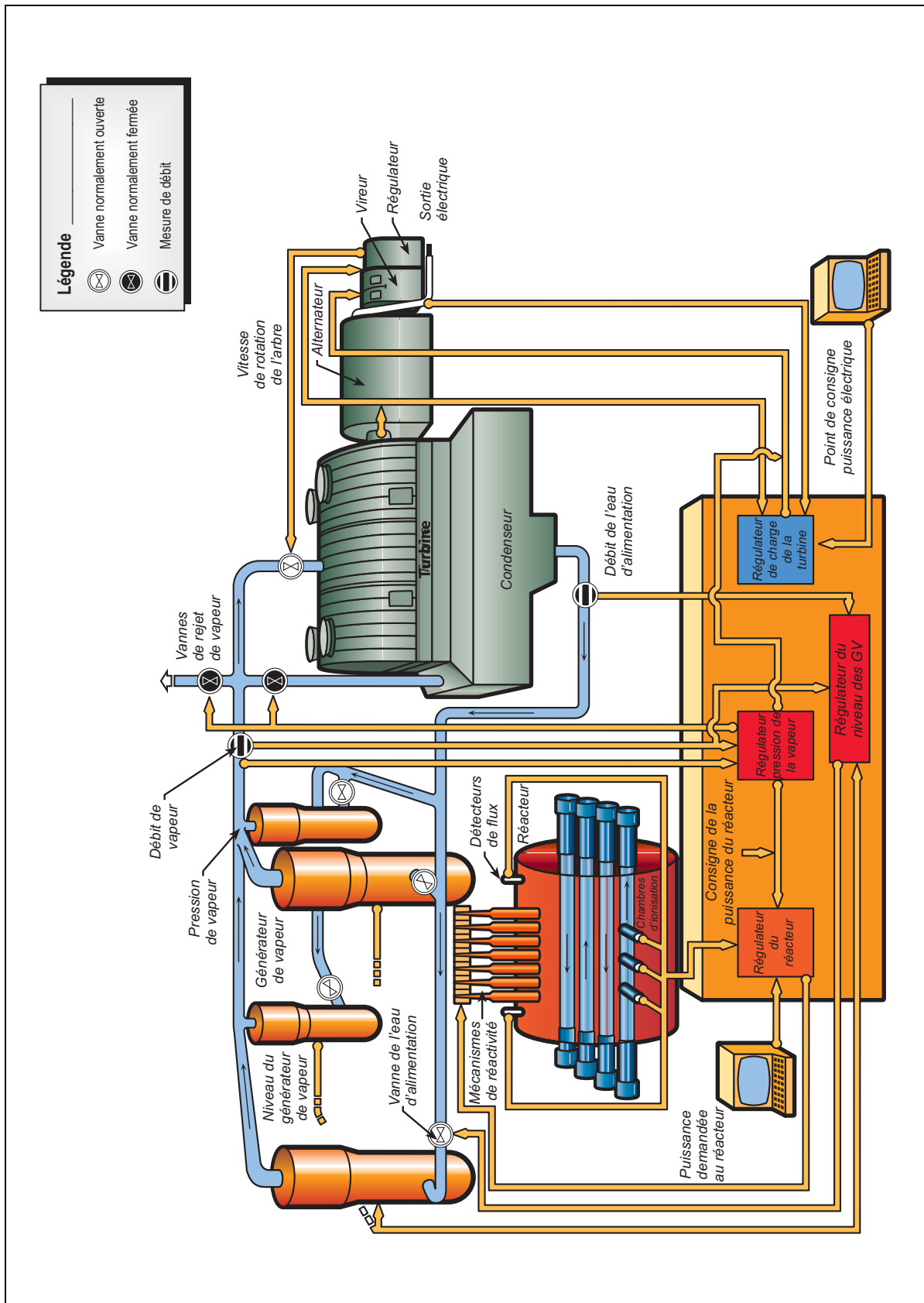


Figure 3-13 : Systèmes de refroidissement d'urgence du cœur (RUC) du réacteur

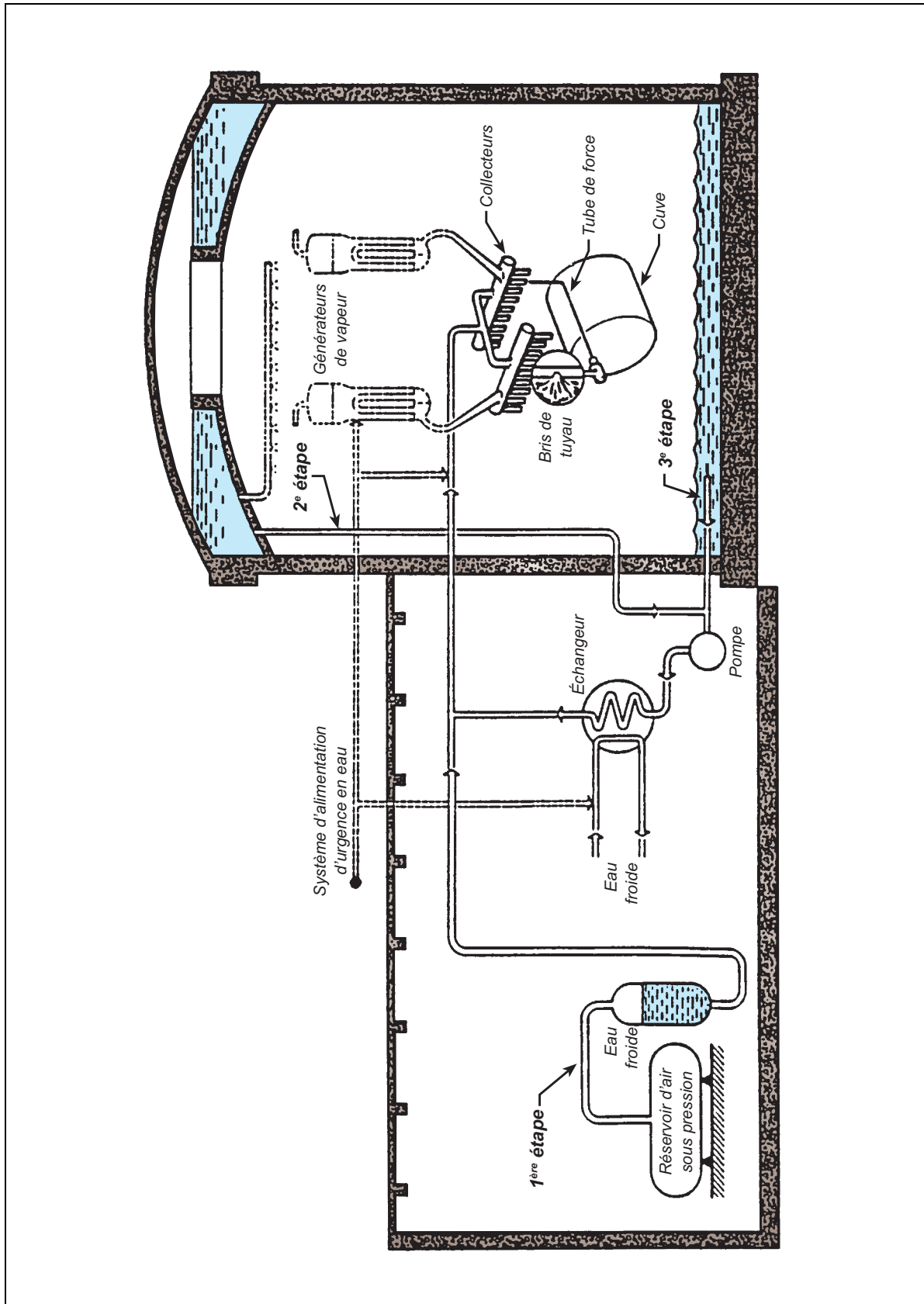


Figure 3-14 : Agencement type des unités de stockage projetées à l'ASSCI et à l'IGDRS

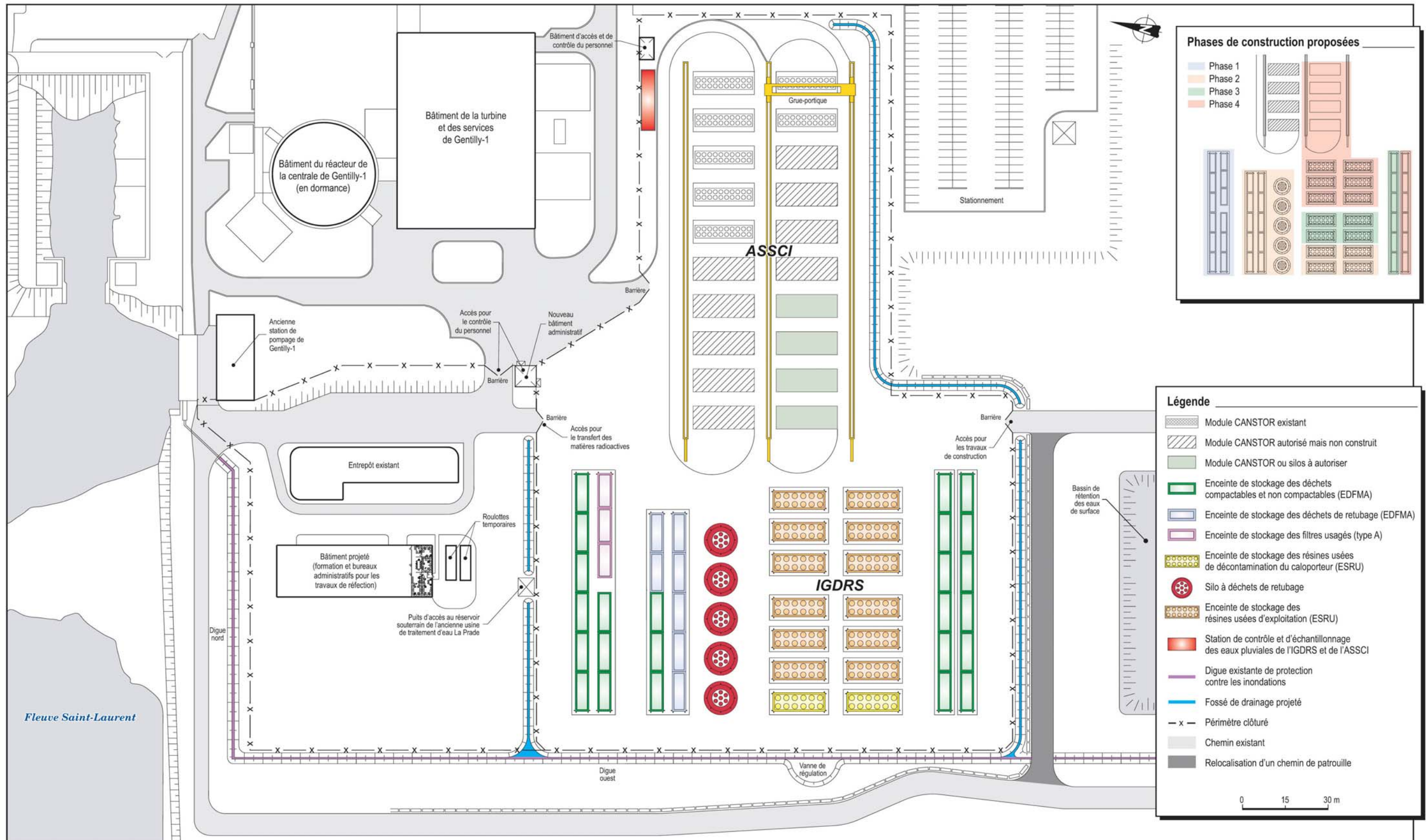




Figure 3-15 : Grappe de combustible pour le réacteur CANDU

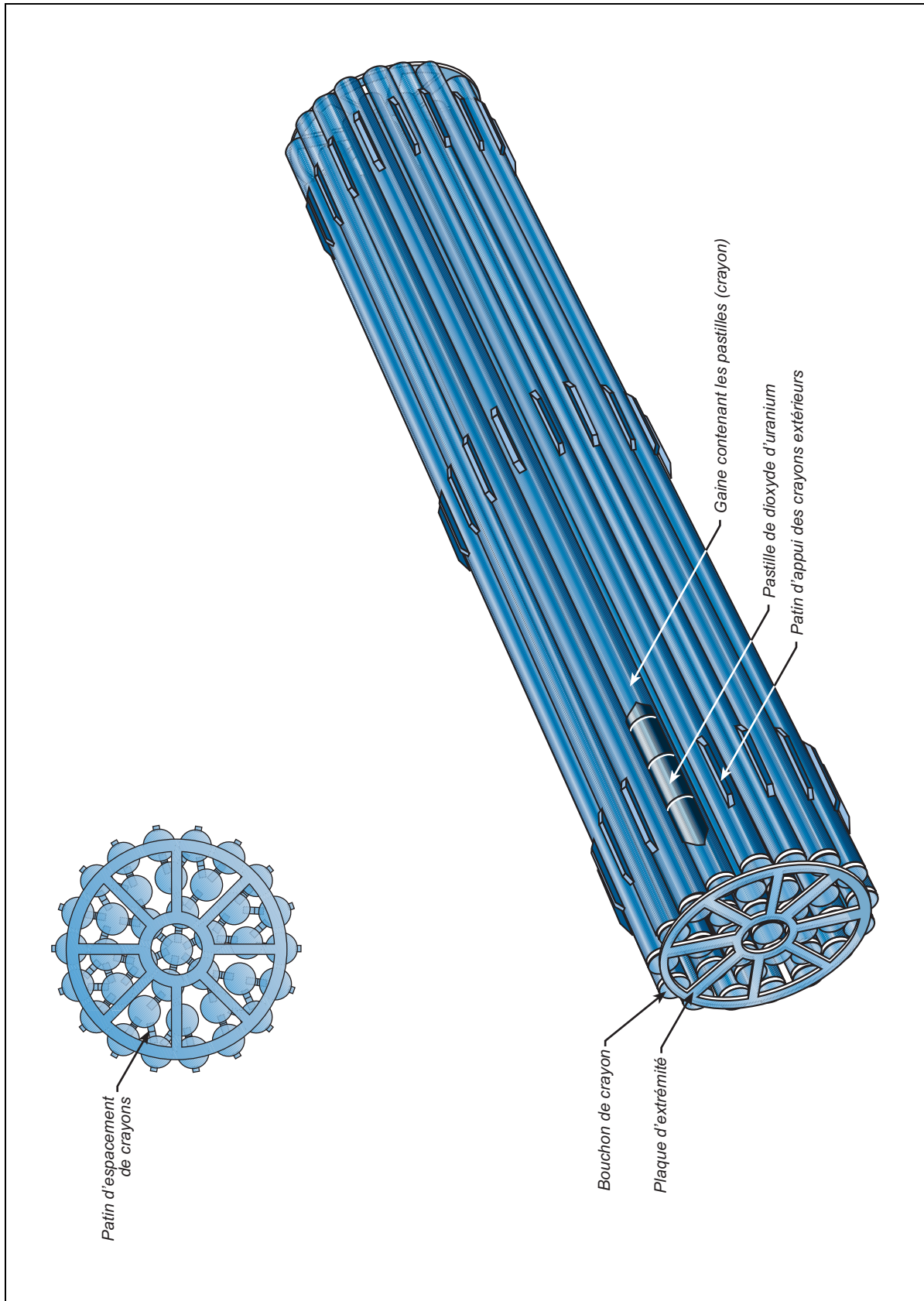


Figure 3-16 : Décroissance de la radioactivité et de la chaleur résiduelle d'une grappe type de combustible irradié après son retrait du réacteur

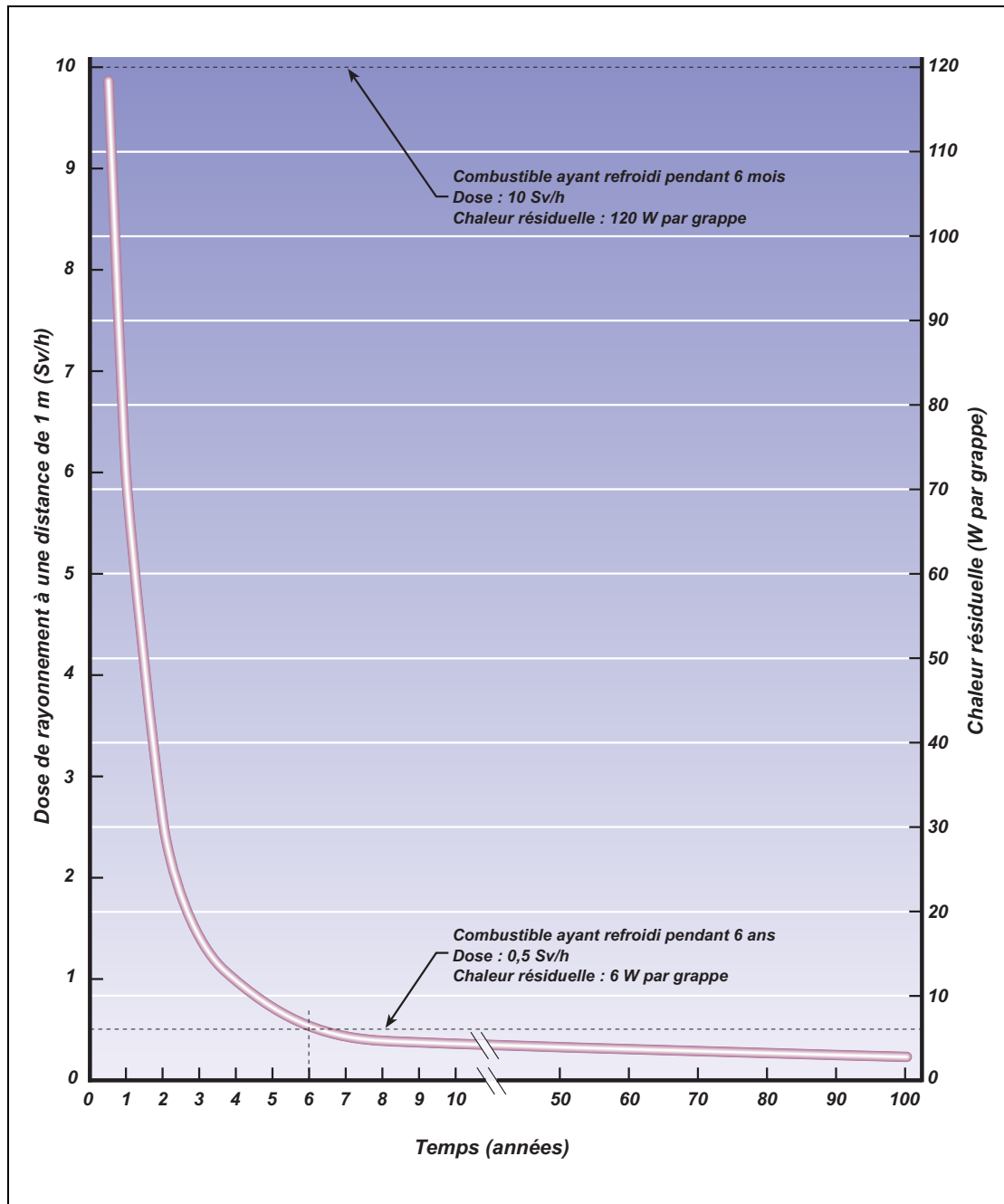




Figure 3-17 : Principaux composants du réacteur

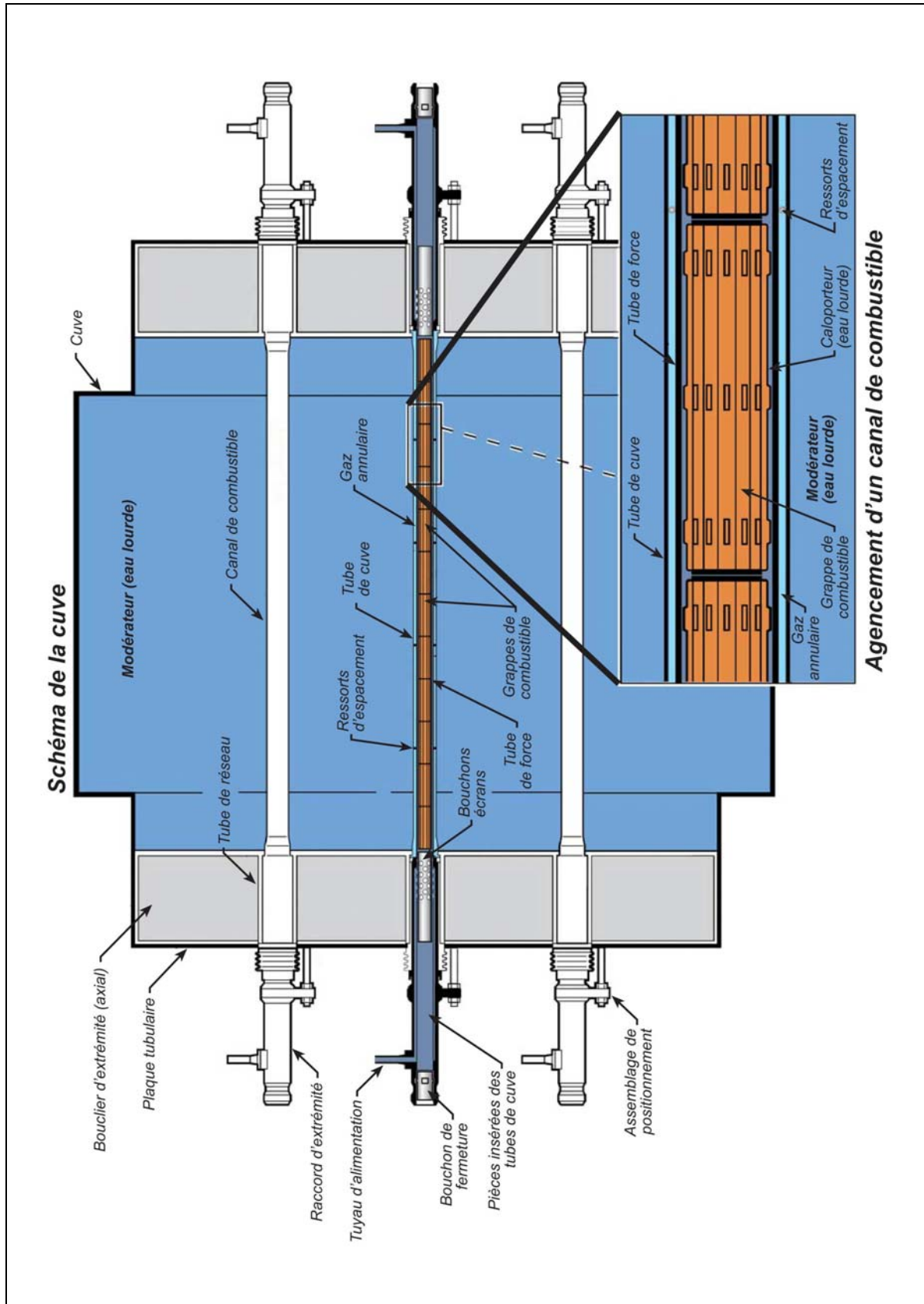


Figure 3-18 : Diagramme de gestion des déchets radioactifs de réfection

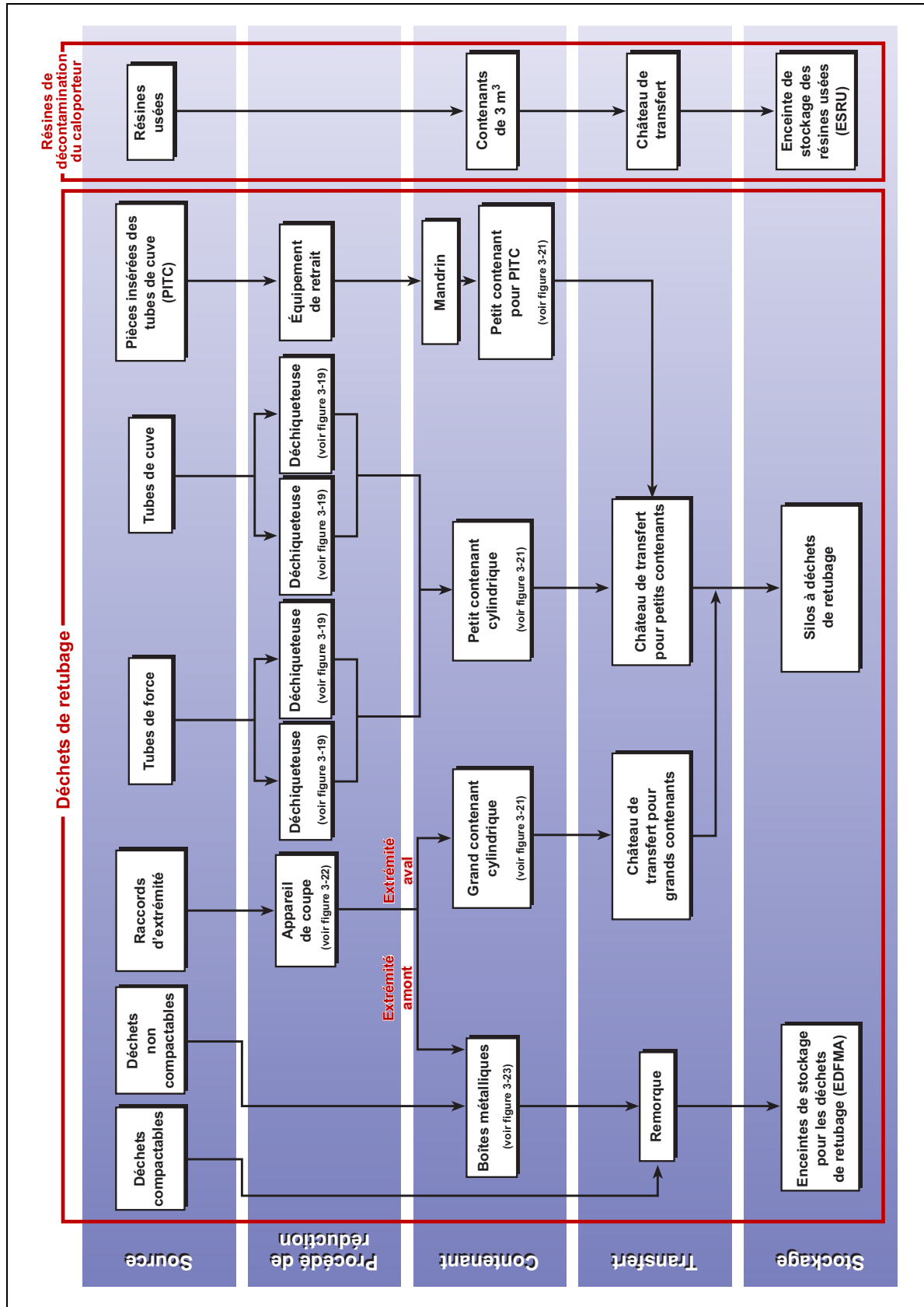


Figure 3-19 : Déchiqueteuse de tubes de force et de cuve

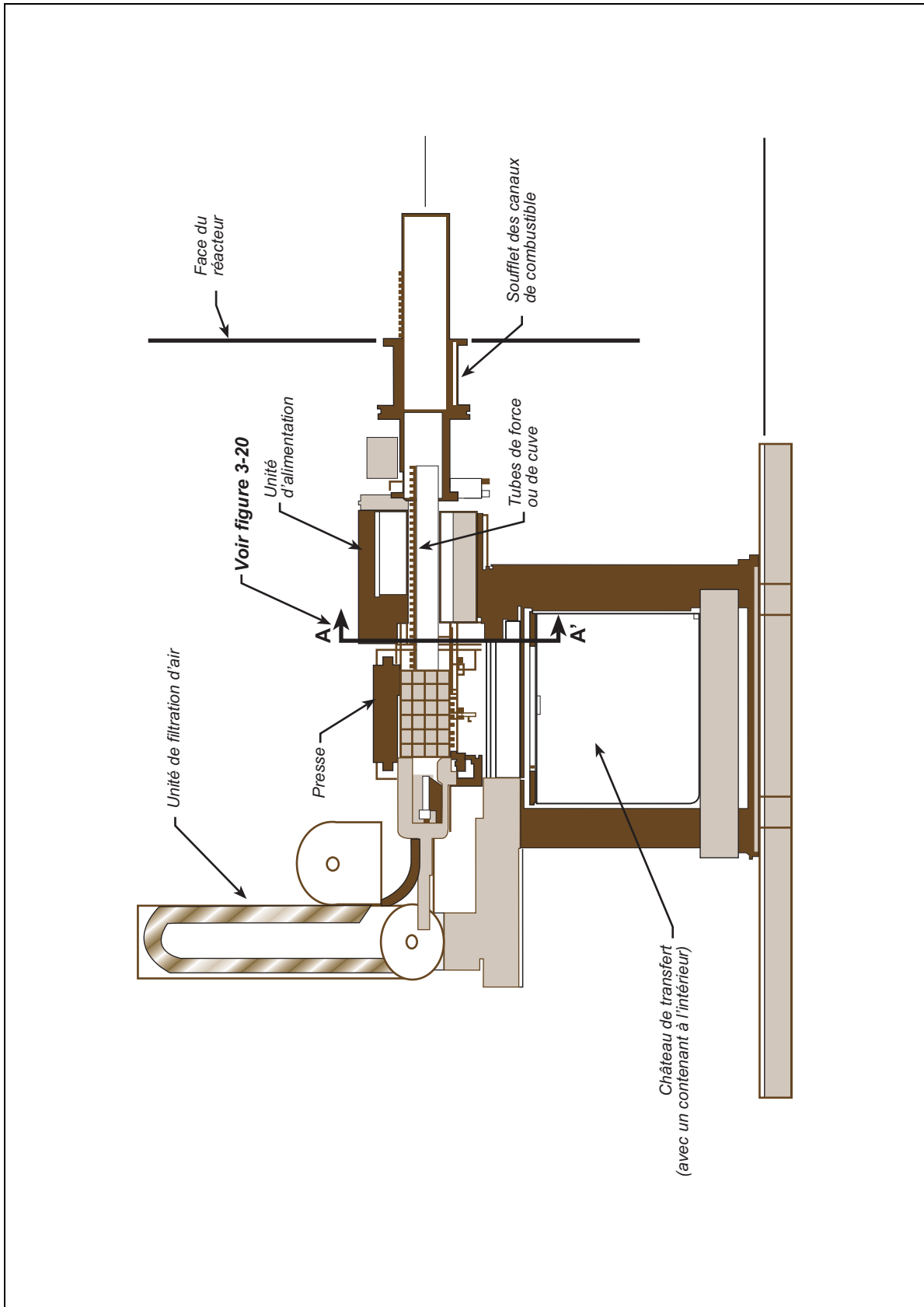


Figure 3-20 : Timbres résultant du déchetage des tubes de force ou de cuve

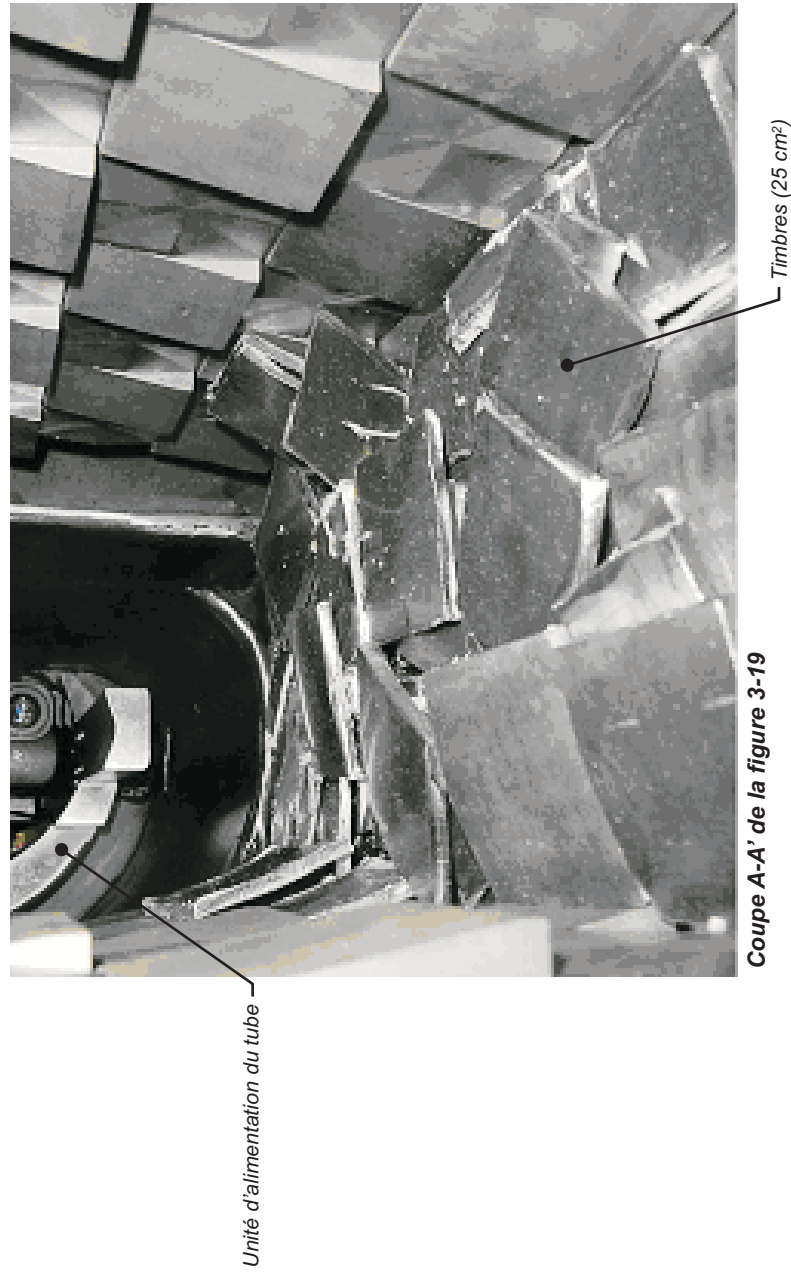
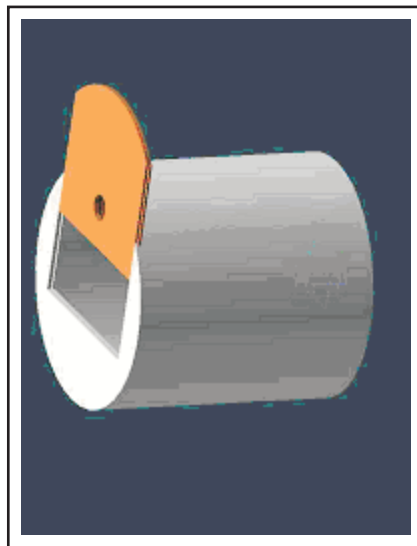
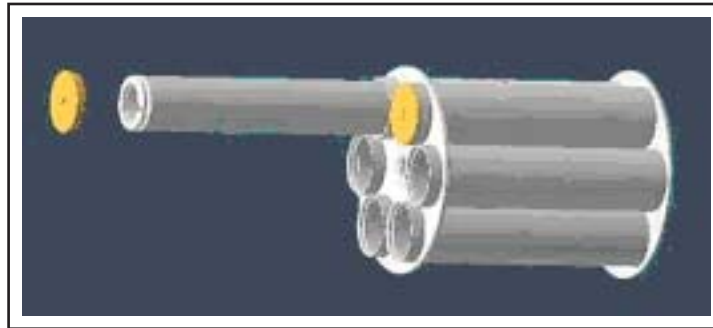


Figure 3-21 : Conteneurs cylindriques pour le stockage des déchets de retubage



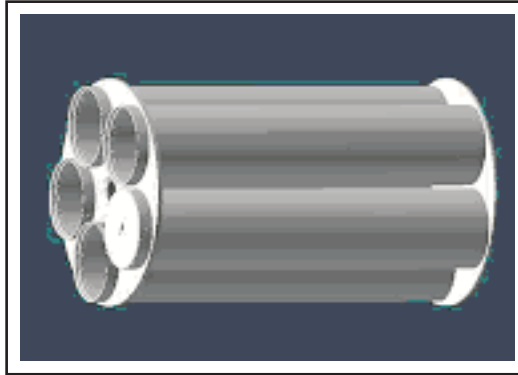
**Petit contenant cylindrique pour les tubes de force et de cuve déchetés (timbres)**

Hauteur : 63,5 cm  
Diamètre : 61,0 cm



**Petit contenant pour les pièces insérées des tubes de cuve (PITC)**

Hauteur : 63,5 cm  
Diamètre : 61,0 cm



**Grand contenant cylindrique pour les raccords d'extrémité**

Hauteur : 105,0 cm  
Diamètre : 61,0 cm

**Figure 3-22 : Appareil de coupe type**



**Figure 3-23 : Boîte métallique pour le transfert et le stockage des déchets non compactables de faible et de moyenne activité résultant du retubage**



Figure 3-24 : Distribution des températures dans un module CANSTOR et un silo

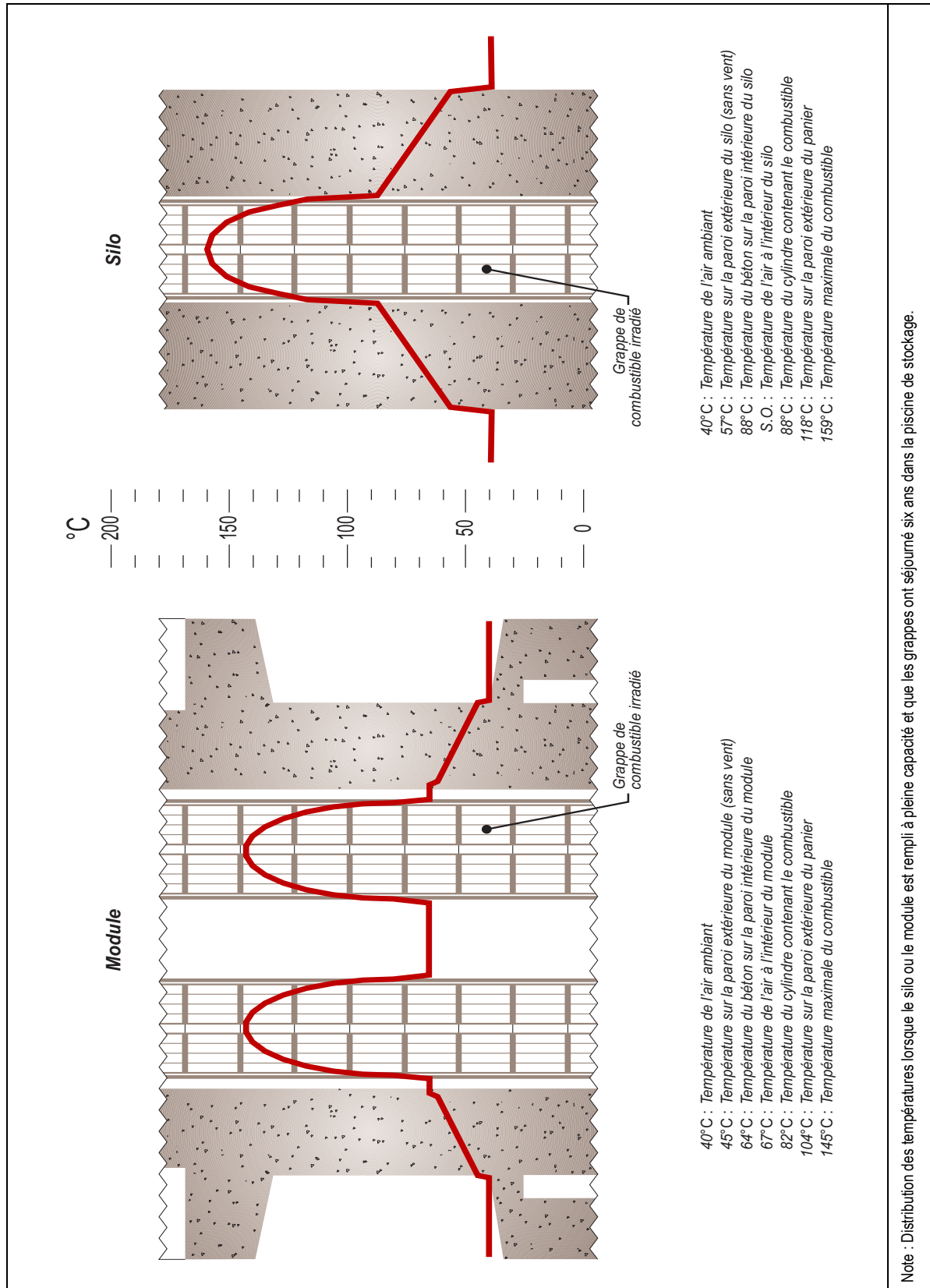
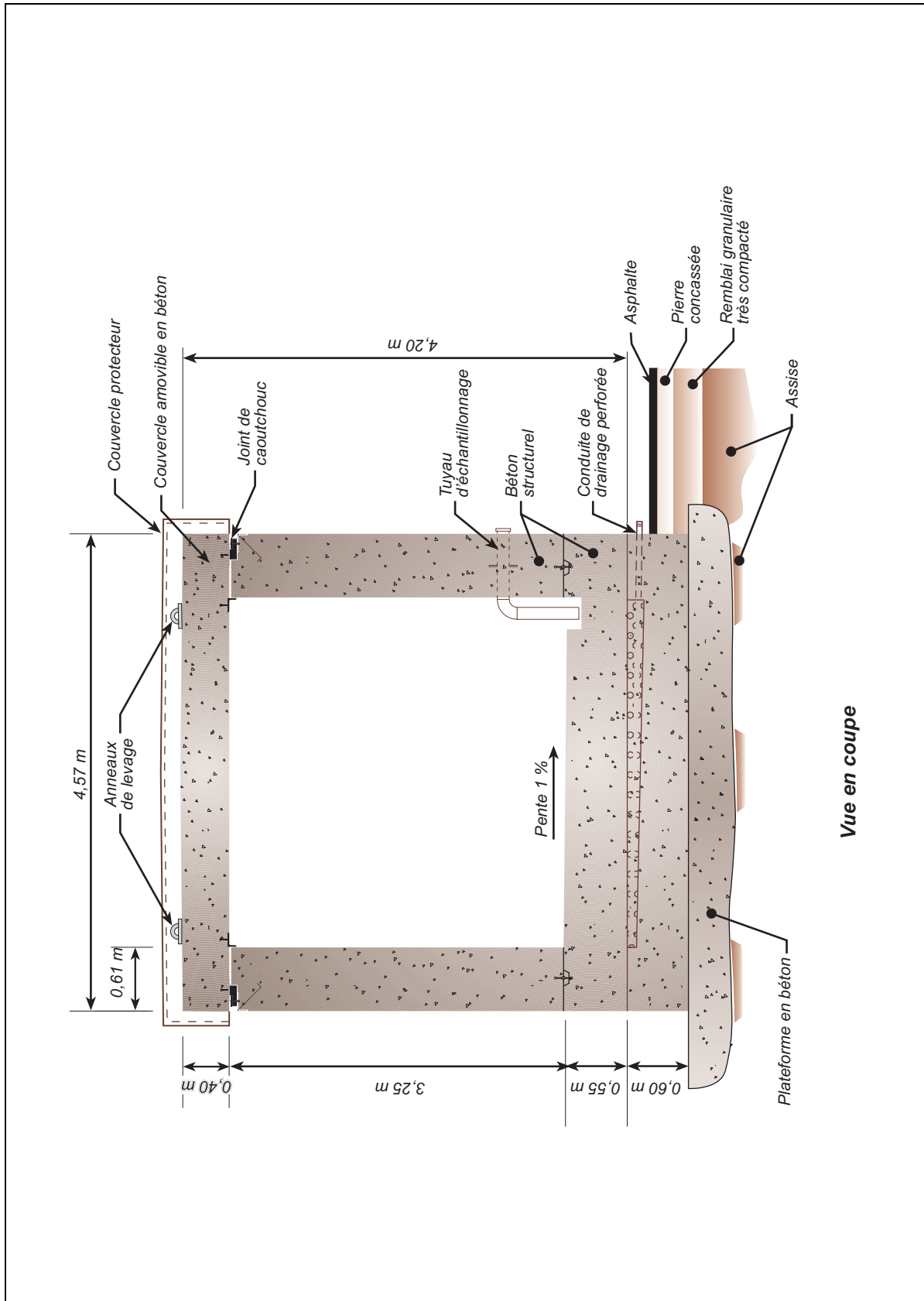




Figure 3-25 : Enceinte de stockage des déchets compactables et non compactables (type 1A)



Vue en coupe

Figure 3-26 : Fosse à déchets de faible et de moyenne activité (type B)

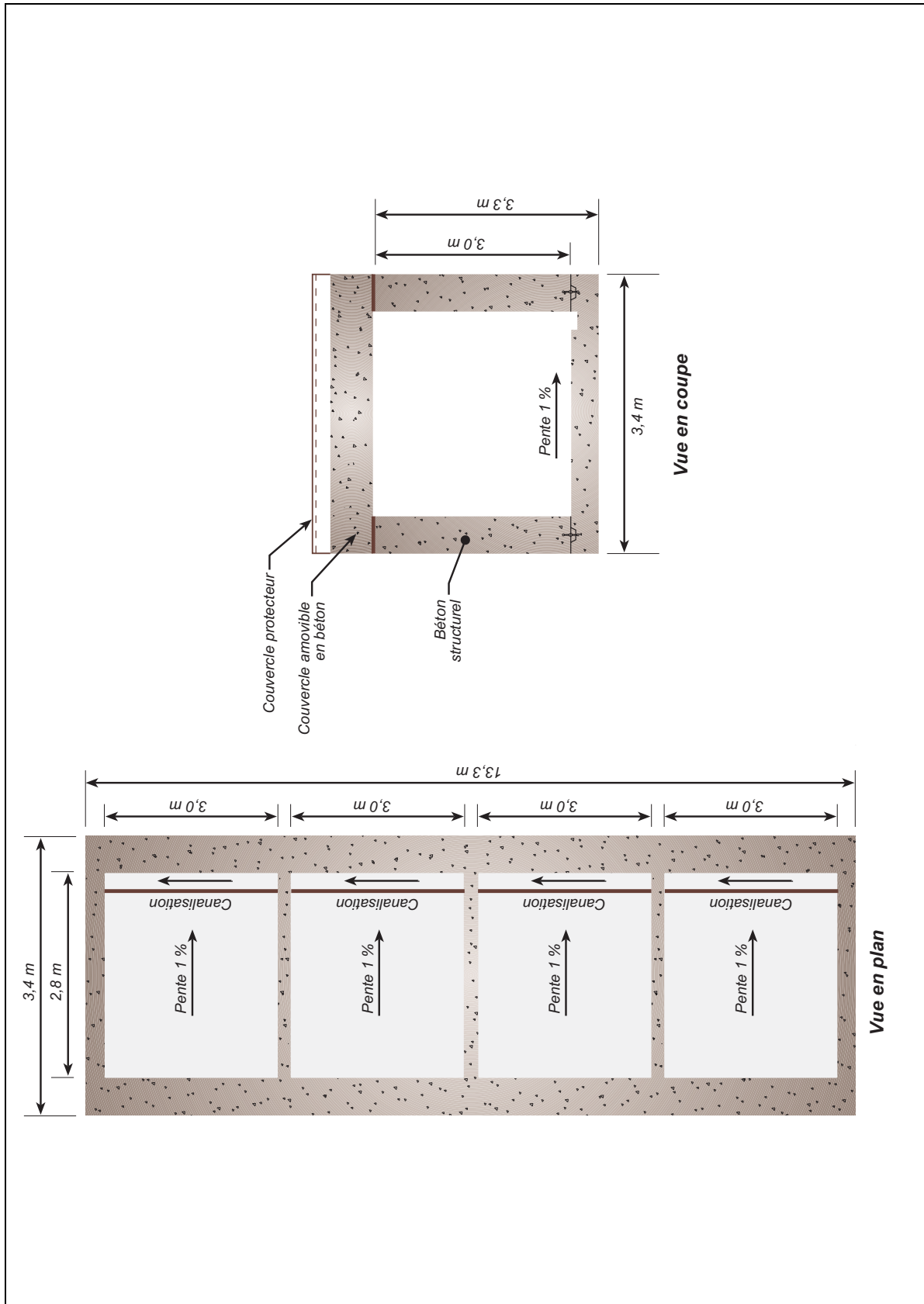


Figure 3-27 : Fosse à déchets de faible et de moyenne activité (type C)

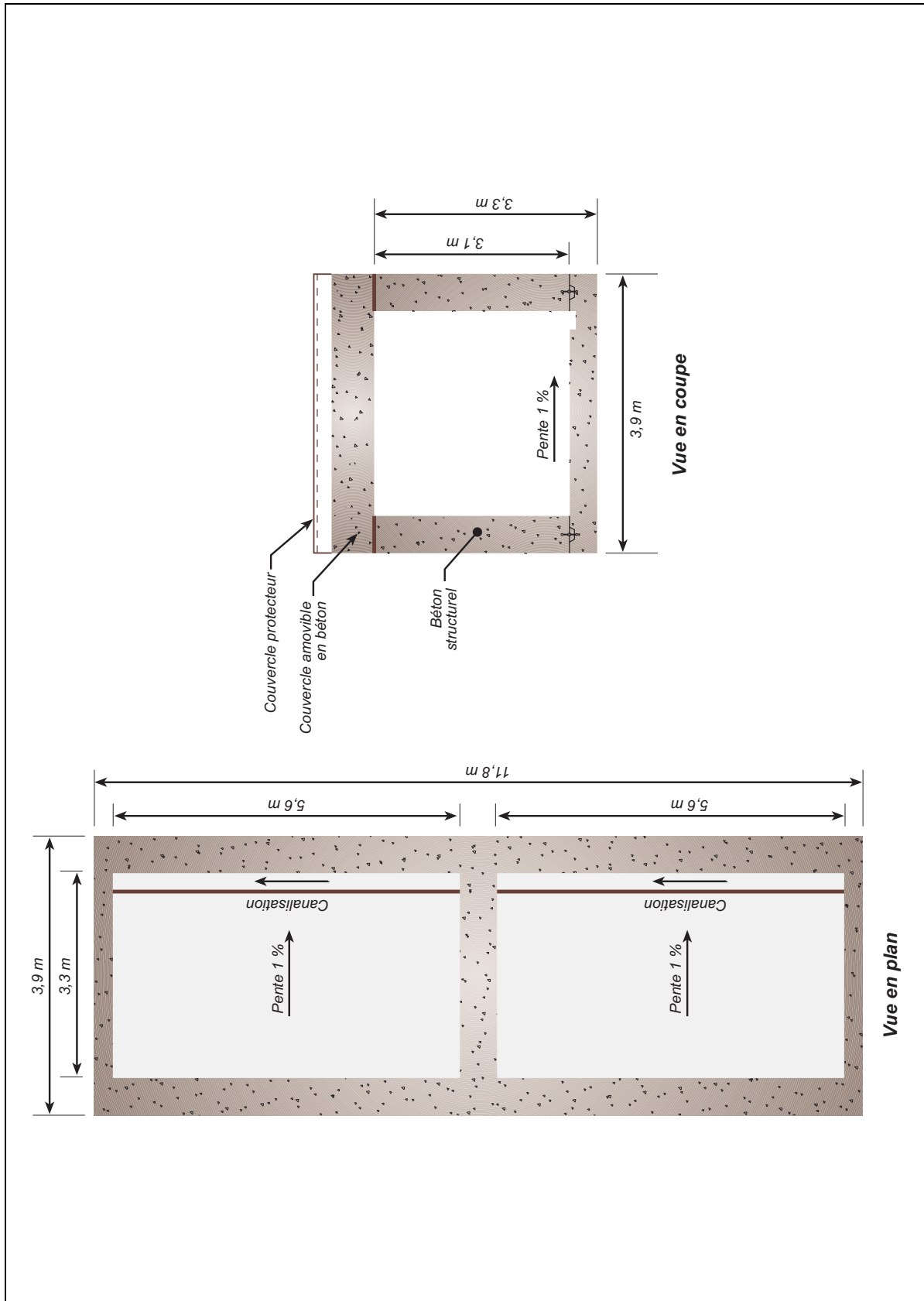


Figure 3-28 : Bâtiment de stockage des déchets faiblement radioactifs

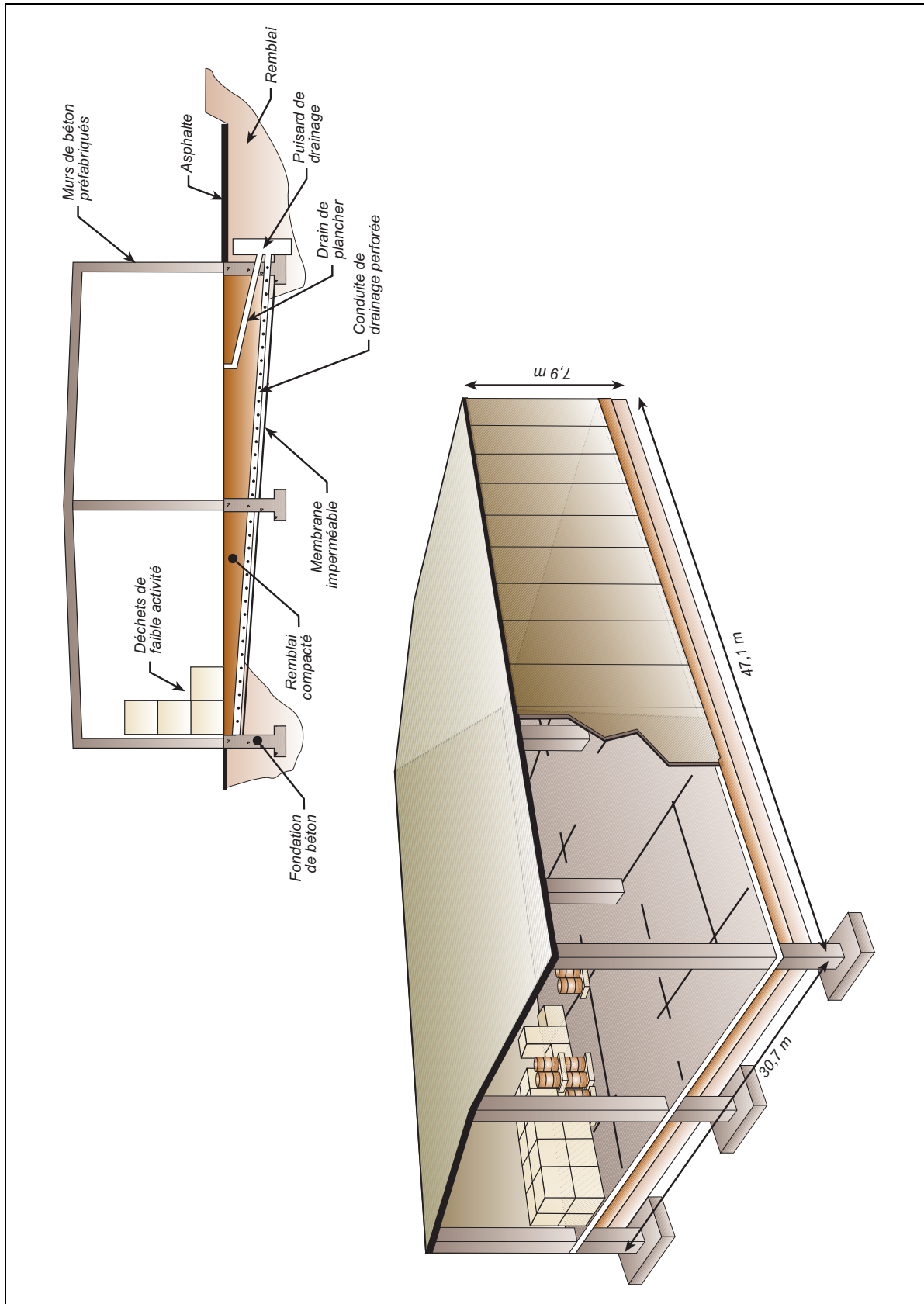


Figure 3-29 : Enceinte de stockage des filtres usagés (type A)

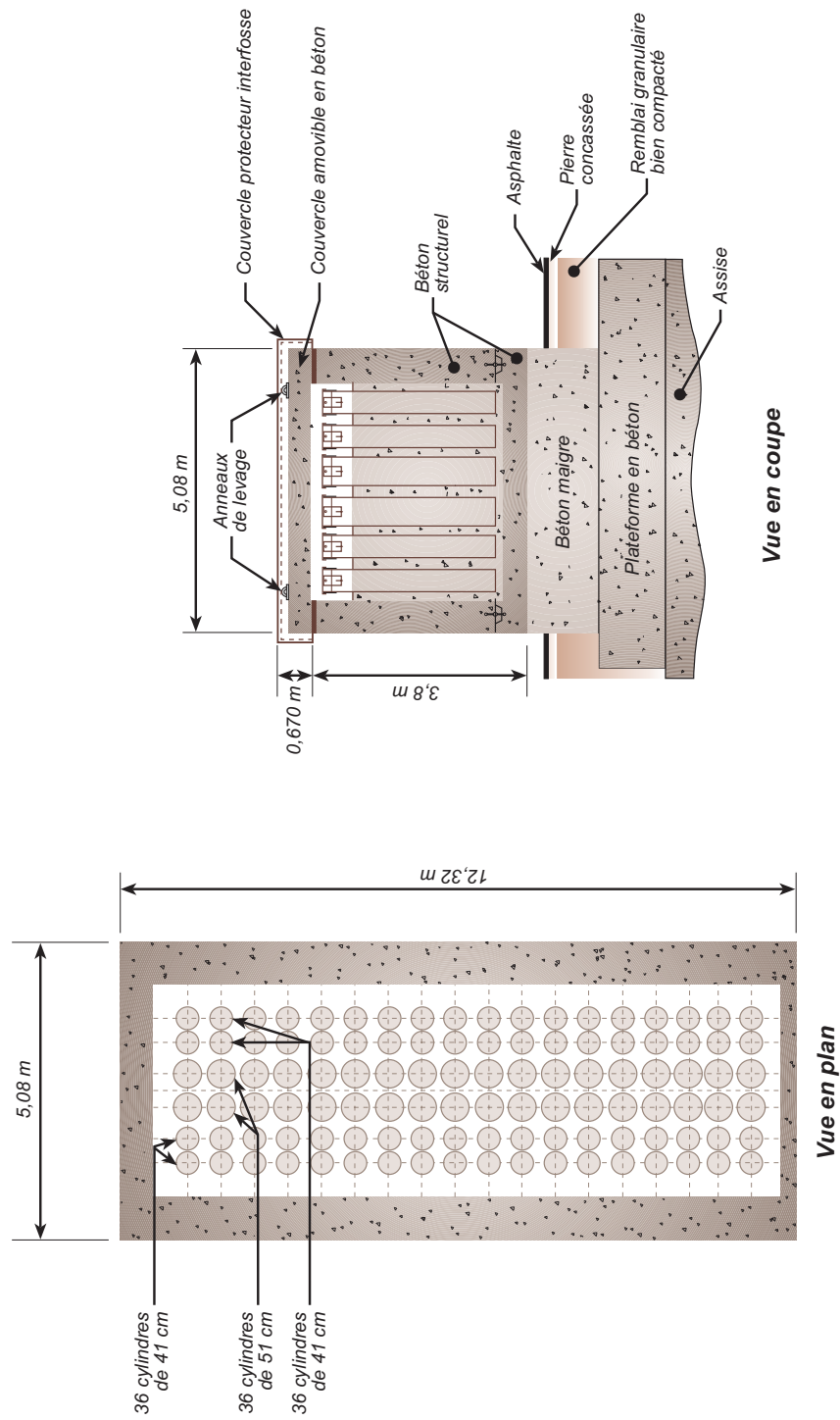


Figure 3-30 : Fosse souterraine IC-18

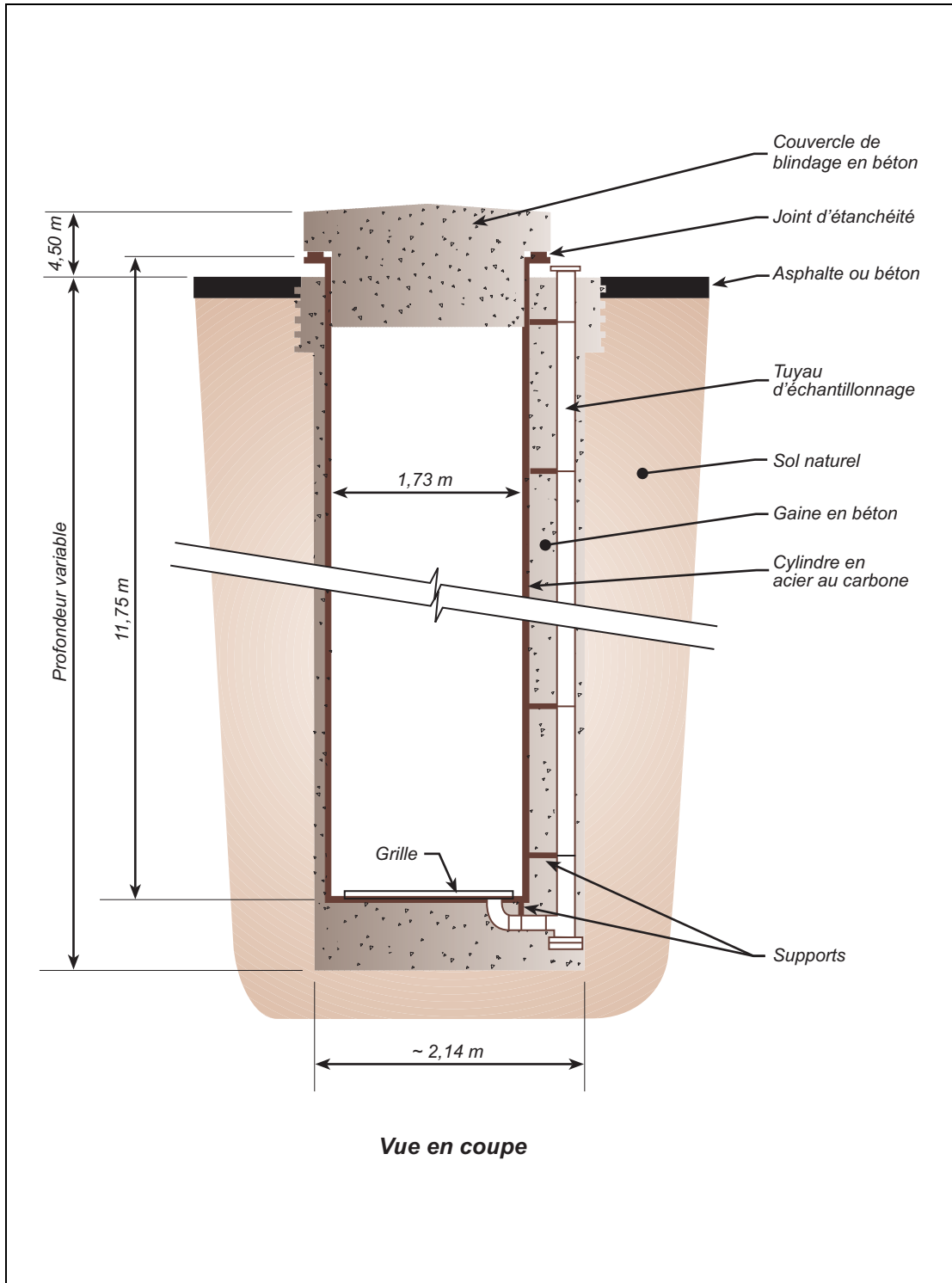


Figure 3-31 : Silo à déchets de retubage

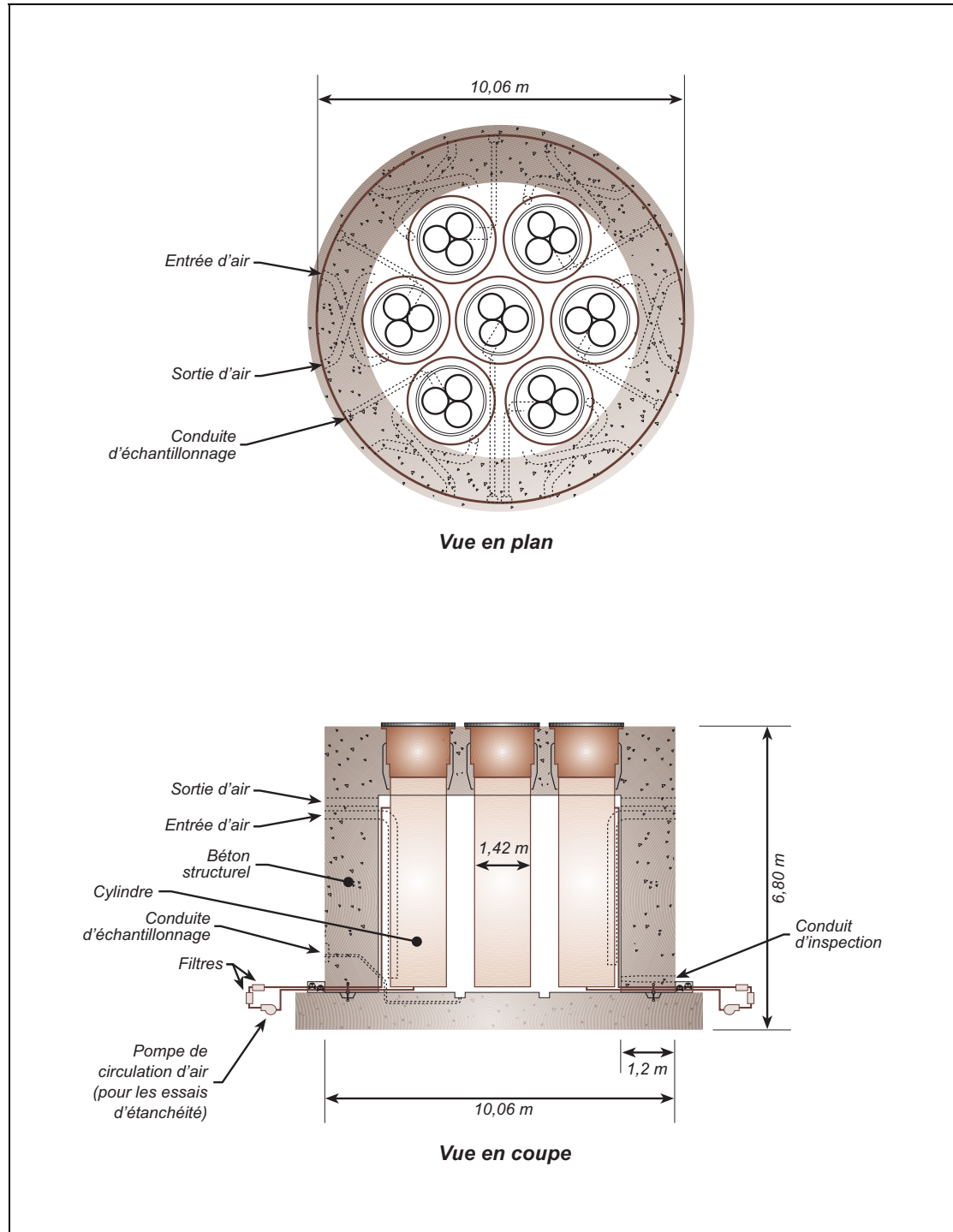


Figure 3-32 : Enceinte de stockage des déchets de faible et de moyenne activité (EDFMA)

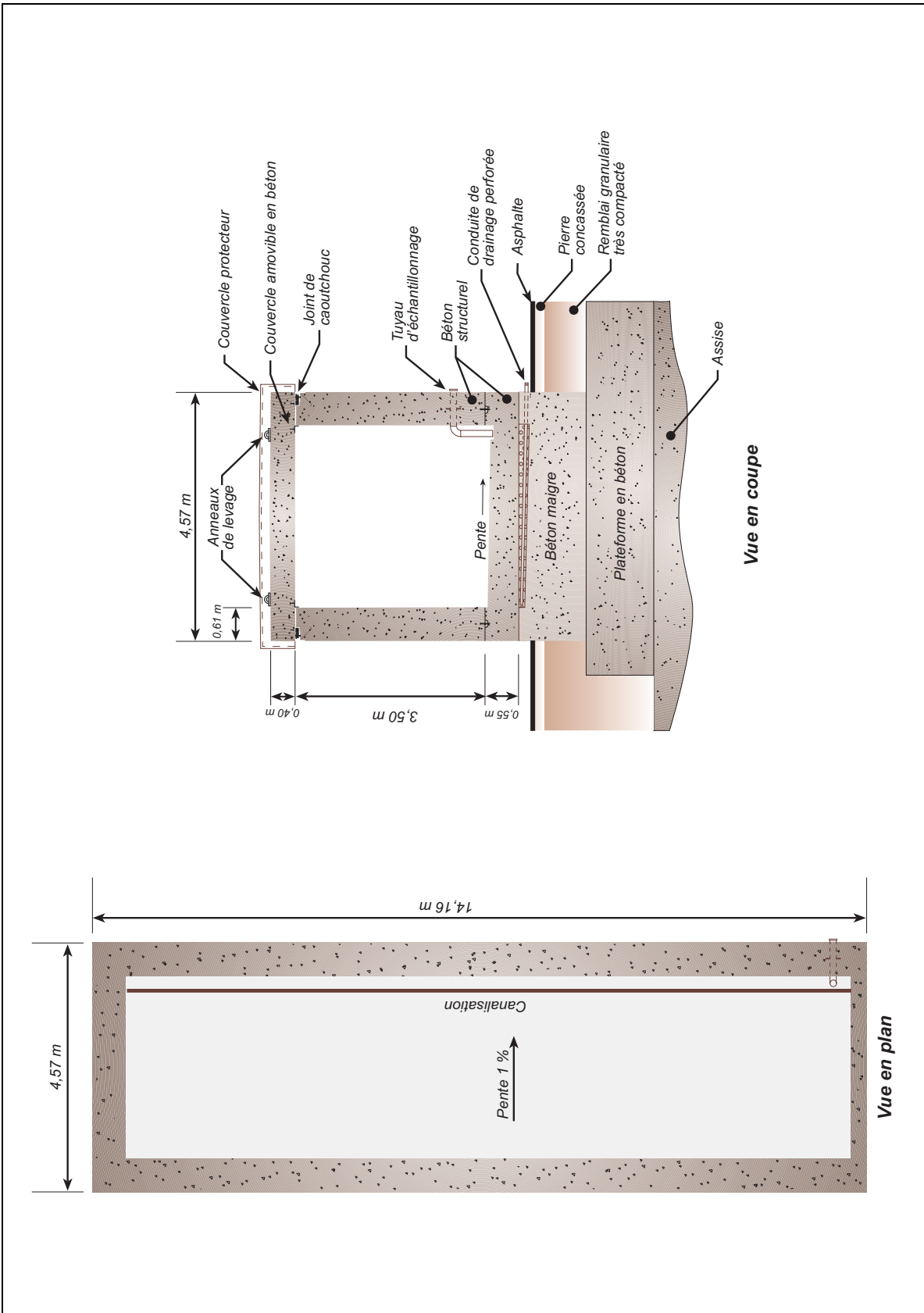




Figure 3-33 : Bunker à déchets solides métalliques

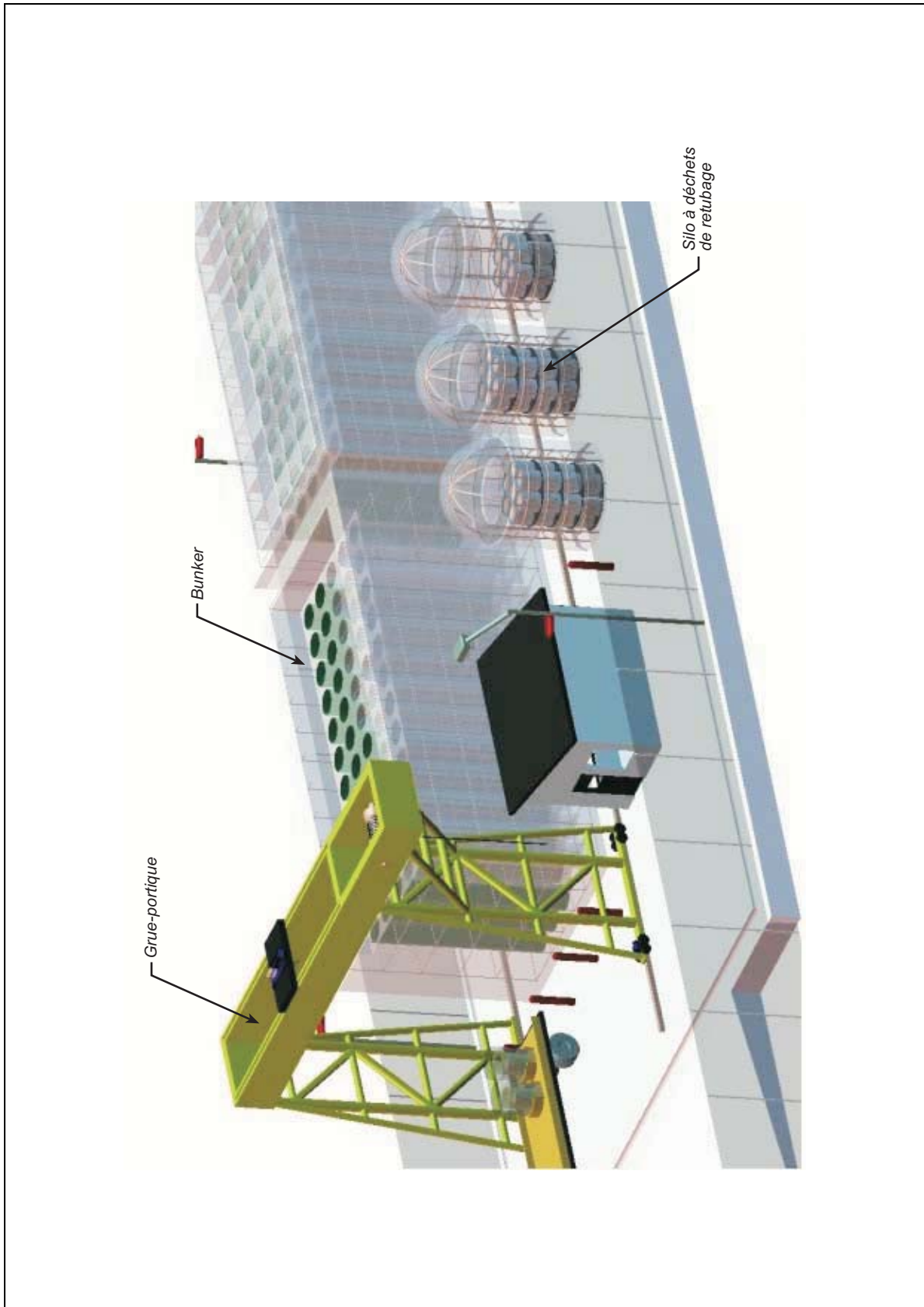


Figure 3-34 : Quadricellule pour le stockage des déchets de haute activité

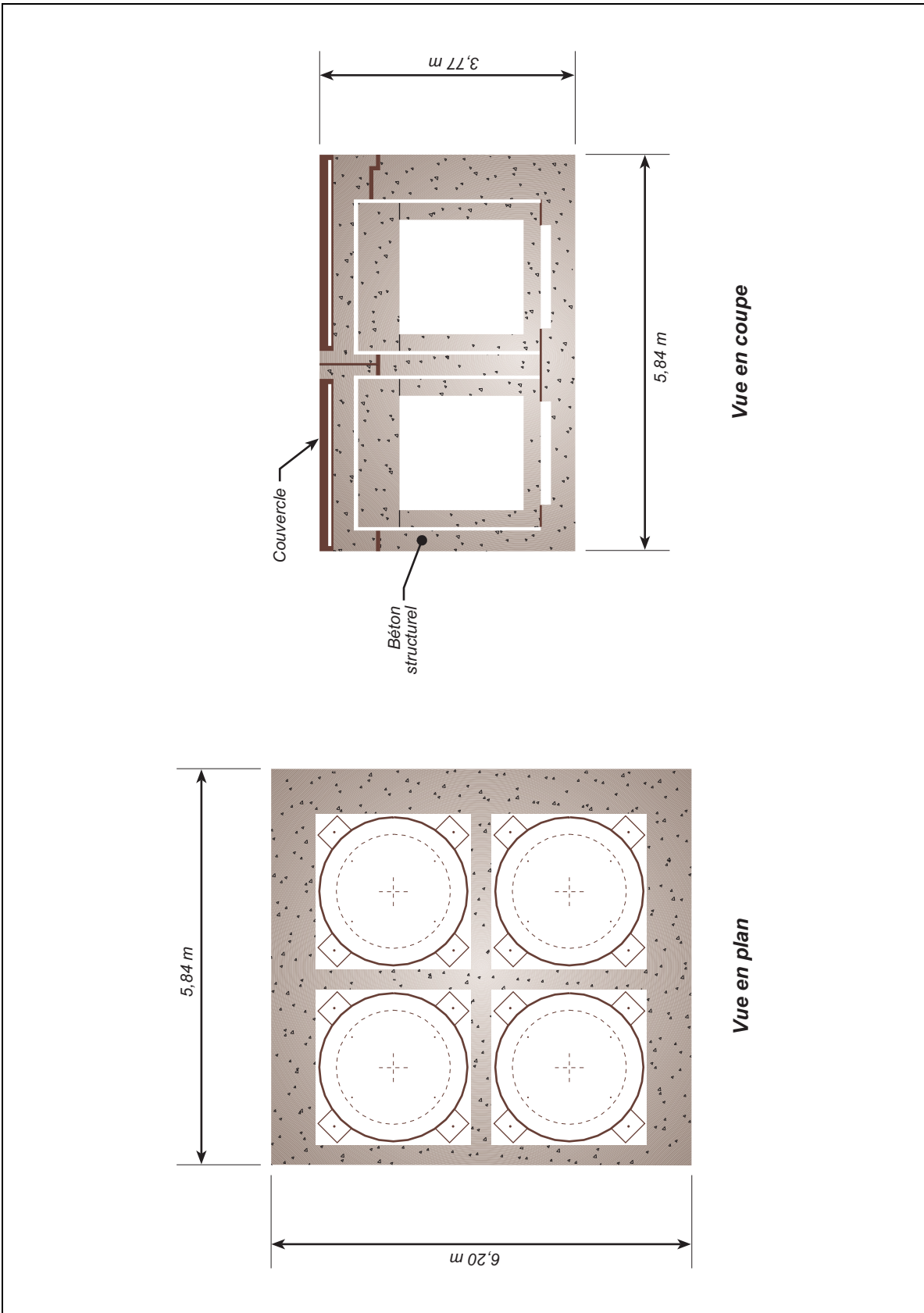


Figure 3-35 : Décacellule pour le stockage des résines usées

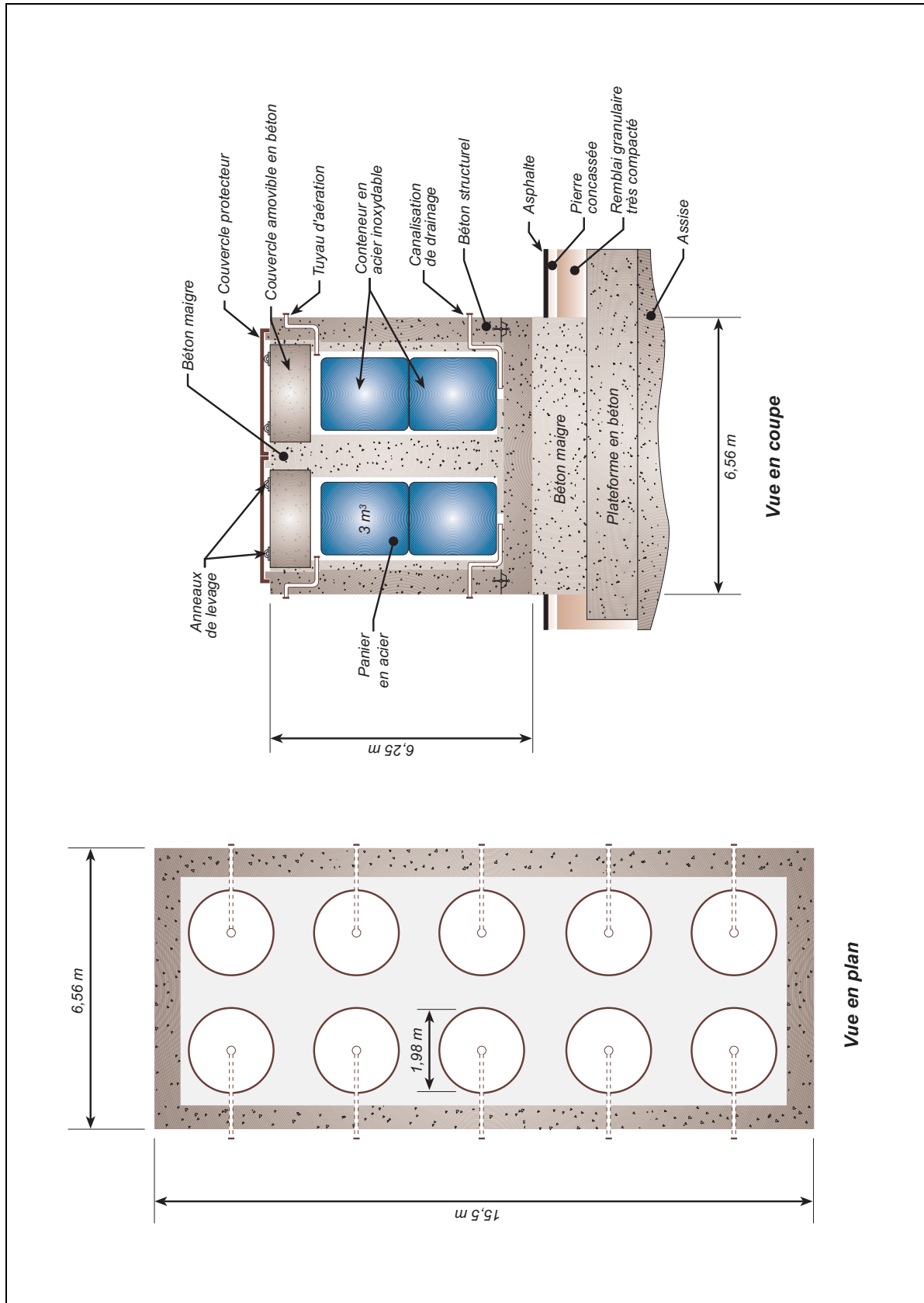
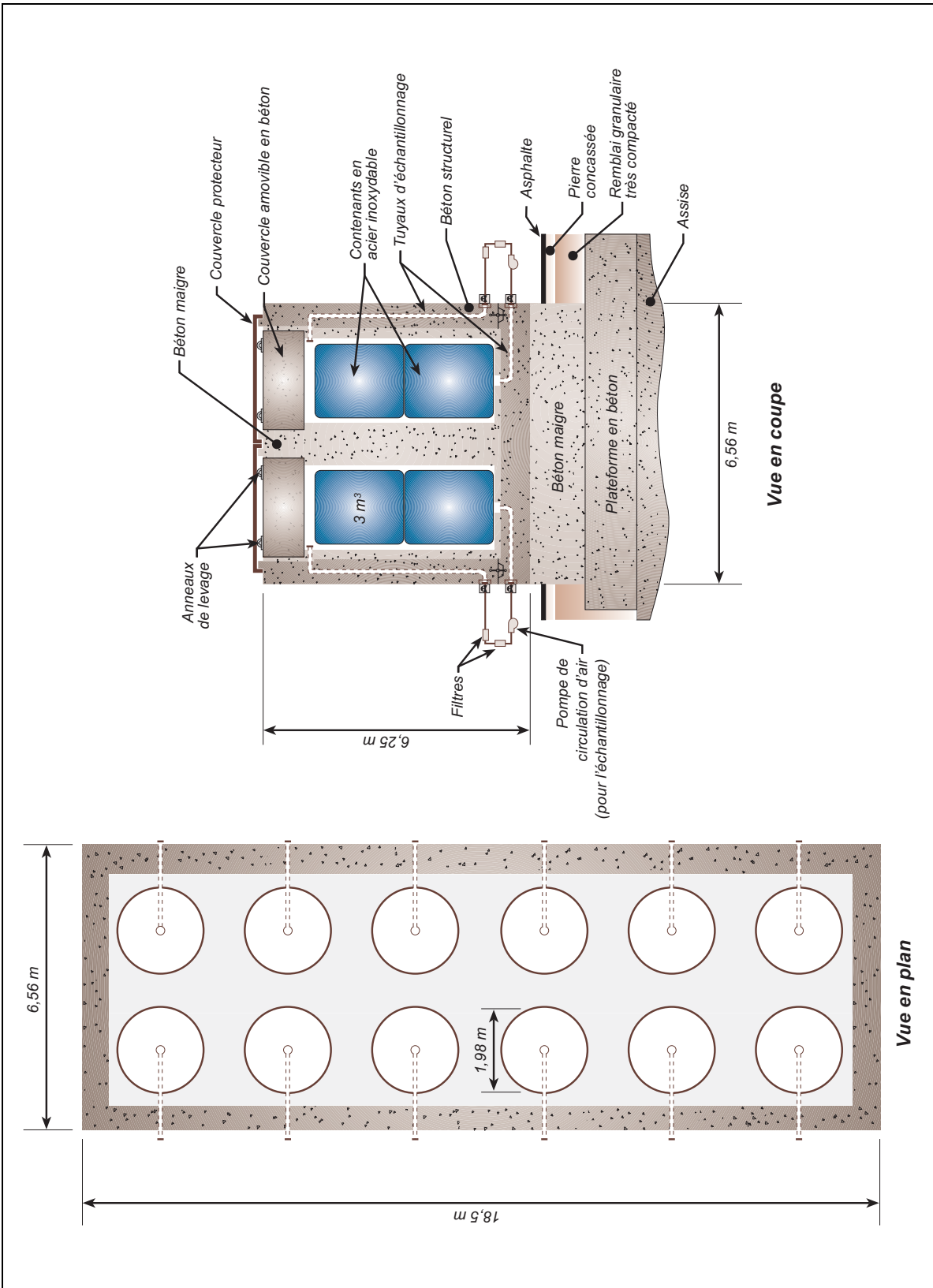


Figure 3-36 : Enceinte de stockage des résines usées (ESRU)



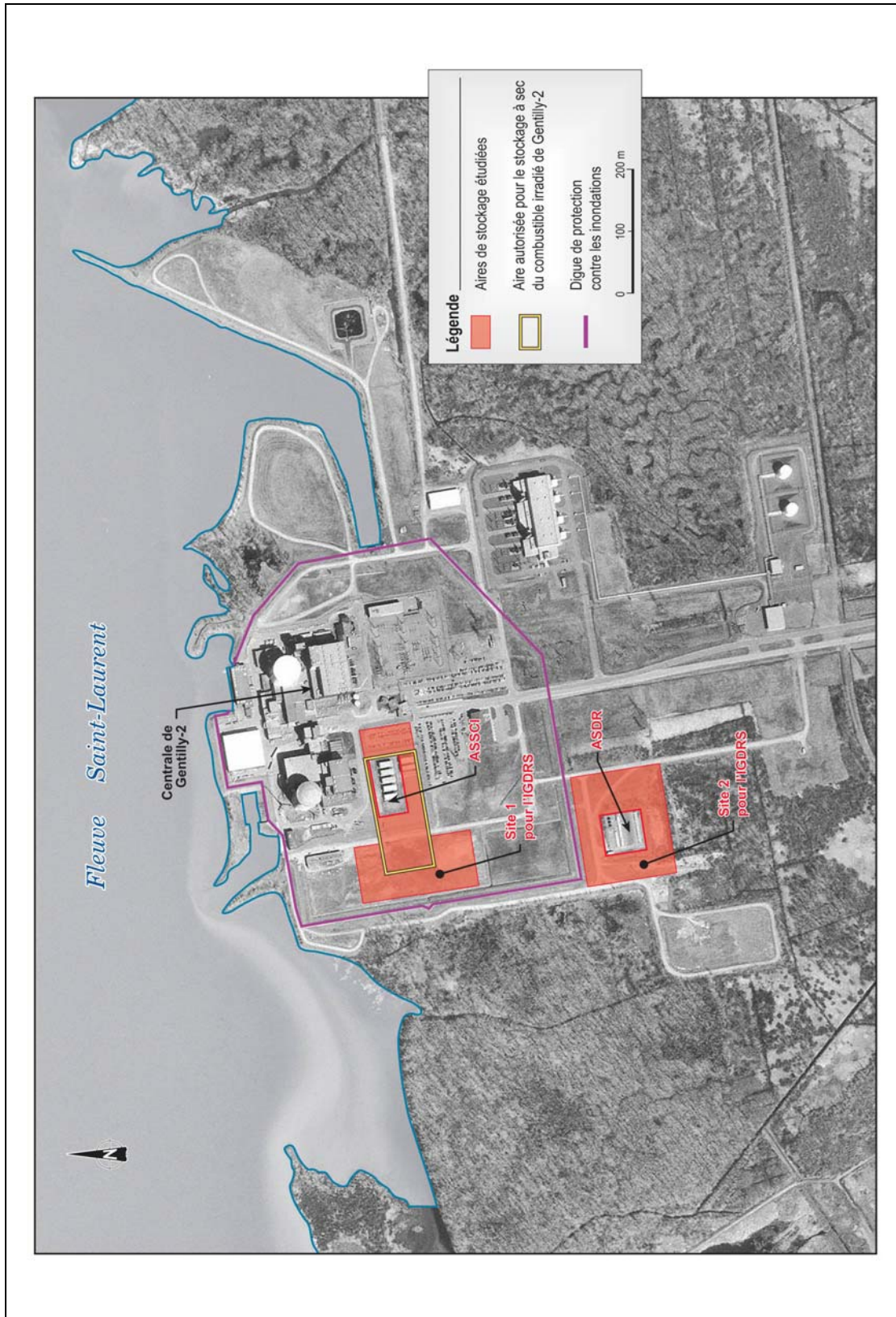


Figure 3-37 : Aires de stockage étudiées

Figure 3-38 : Vue simulée des aires de stockage en 2042 (IGDRS et ASSCI, sans réfection de la centrale)

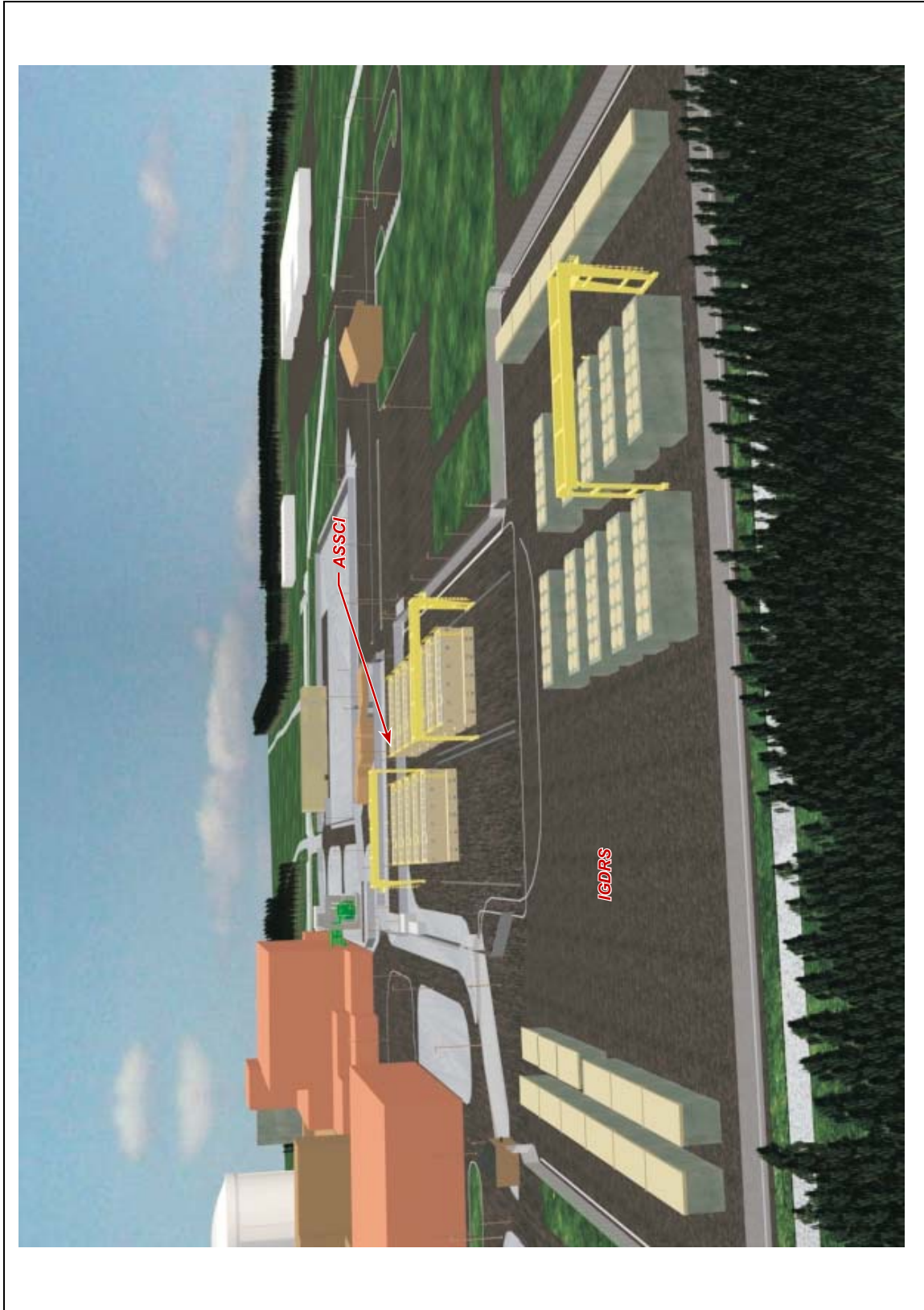


Figure 3-39 : Coupe partielle de l'ASSCI et d'un module CANSTOR

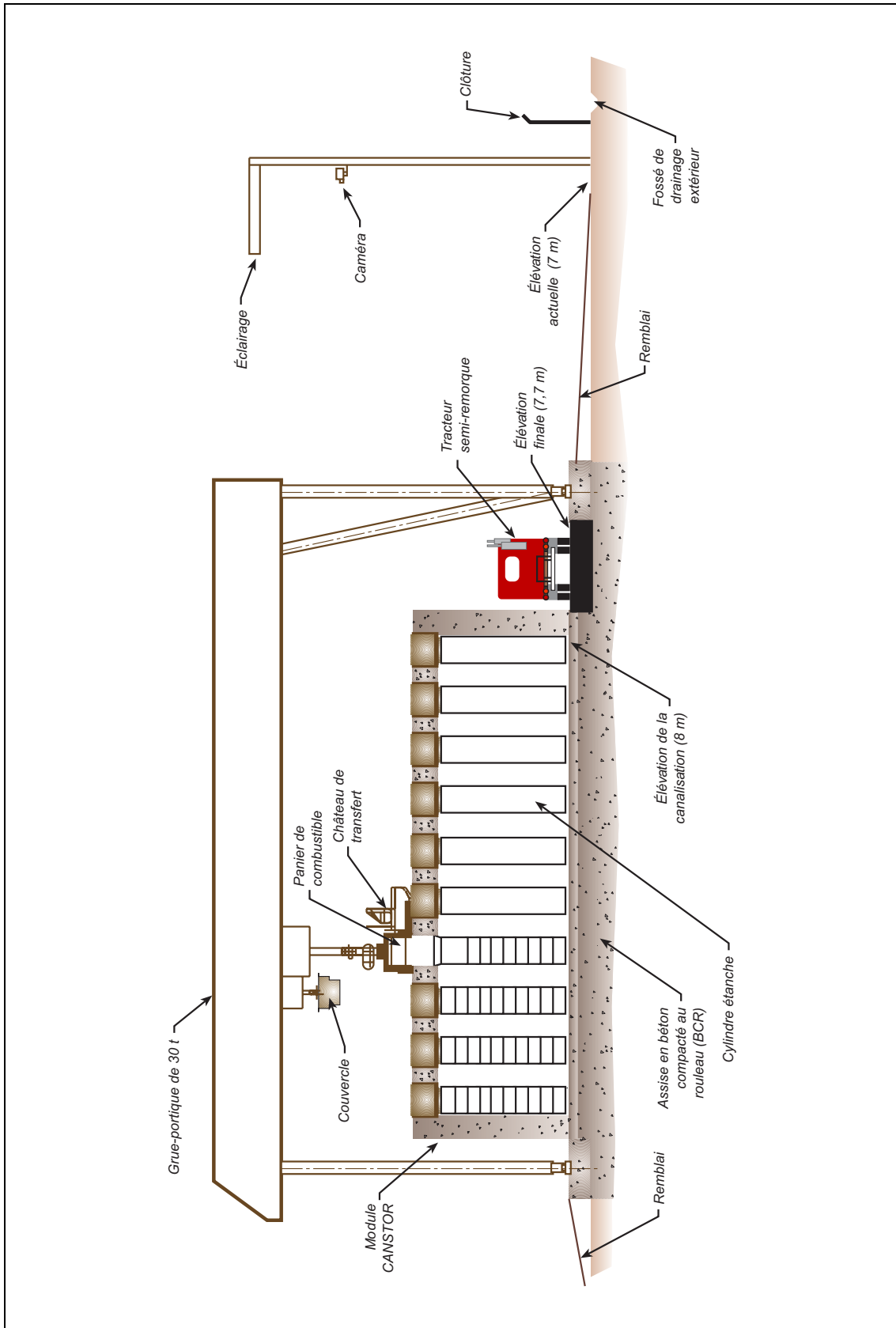


Figure 3-40 : Module CANSTOR

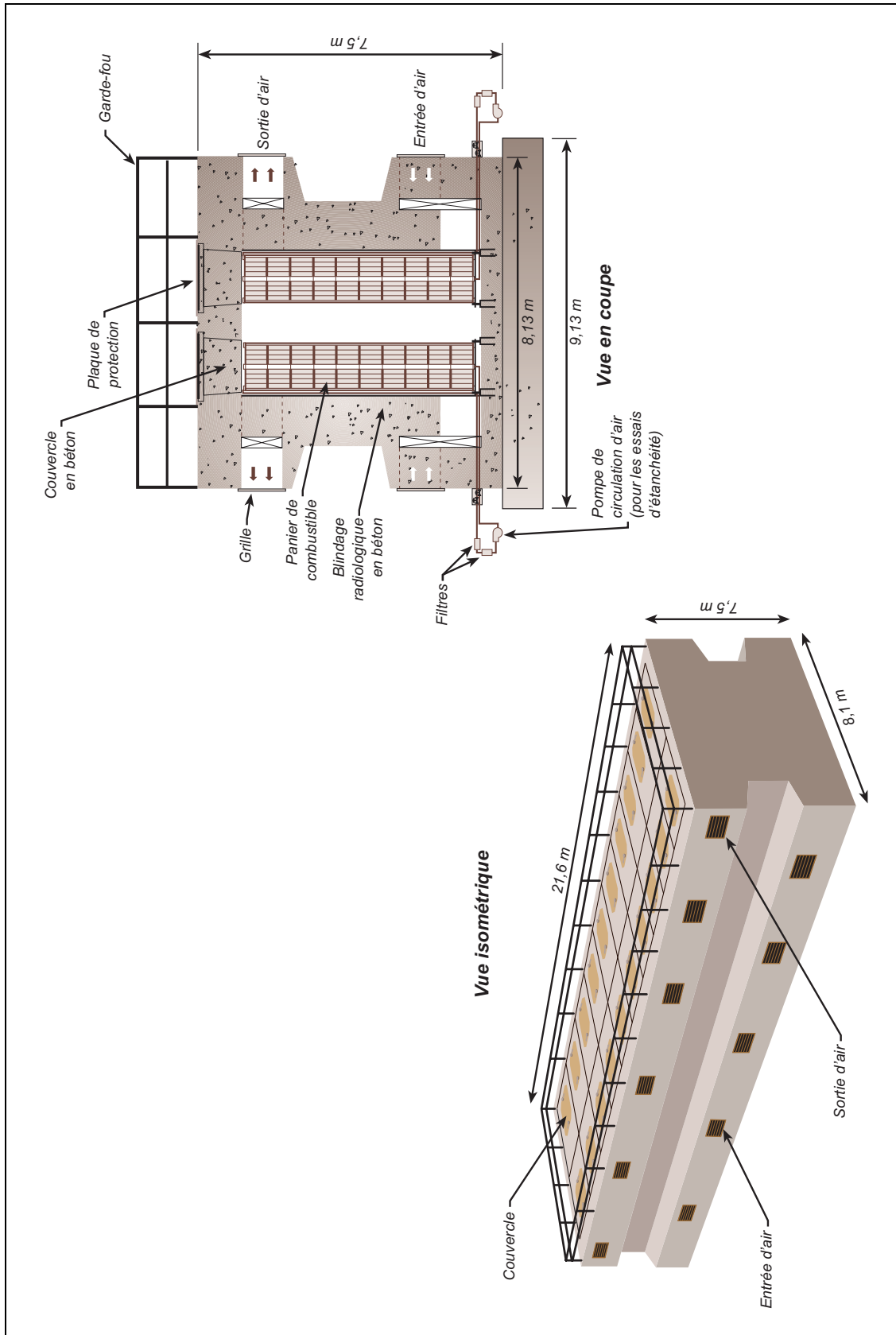




Figure 3-41 : Silo de type EACL

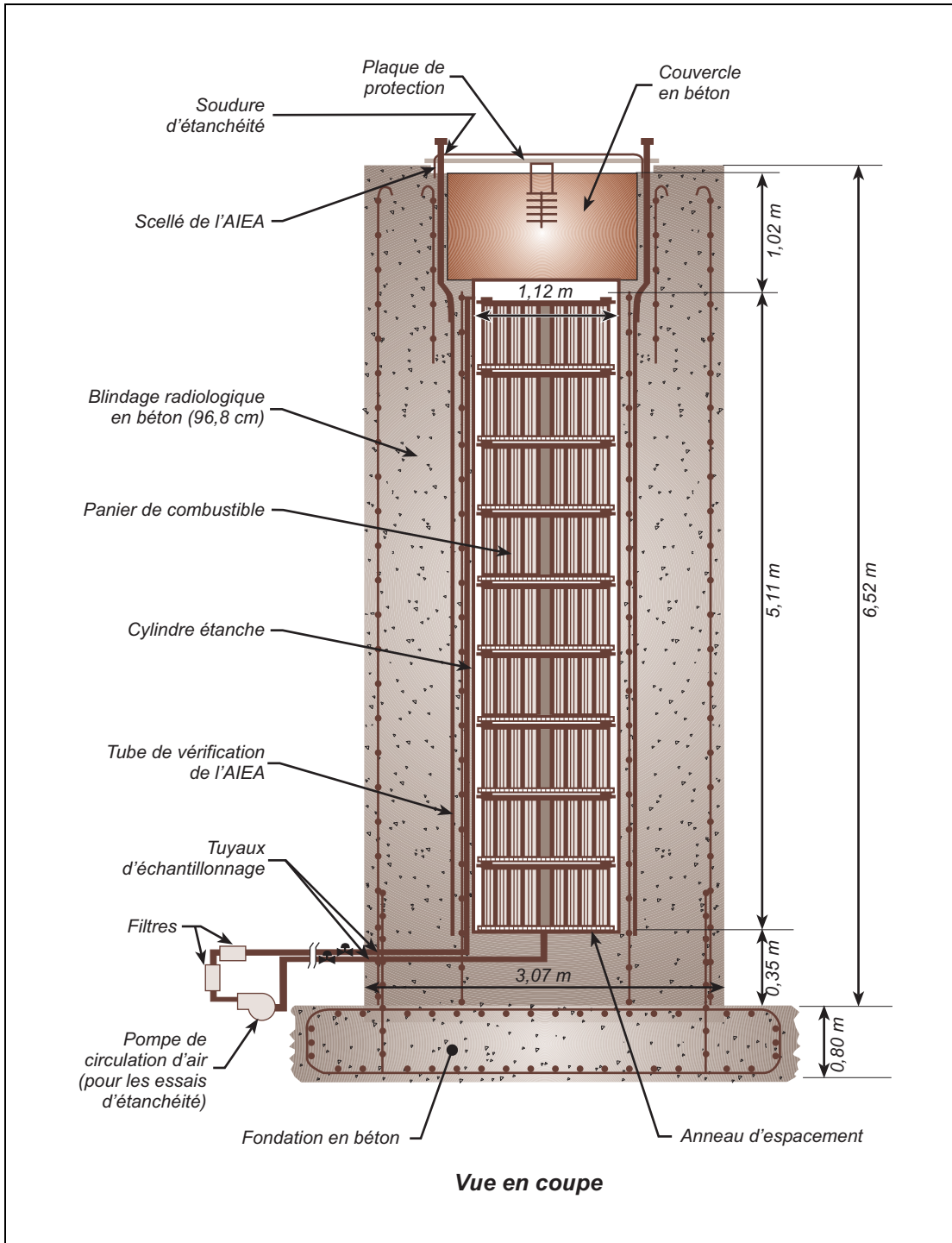


Figure 3-42 : Panier de stockage à sec du combustible irradié

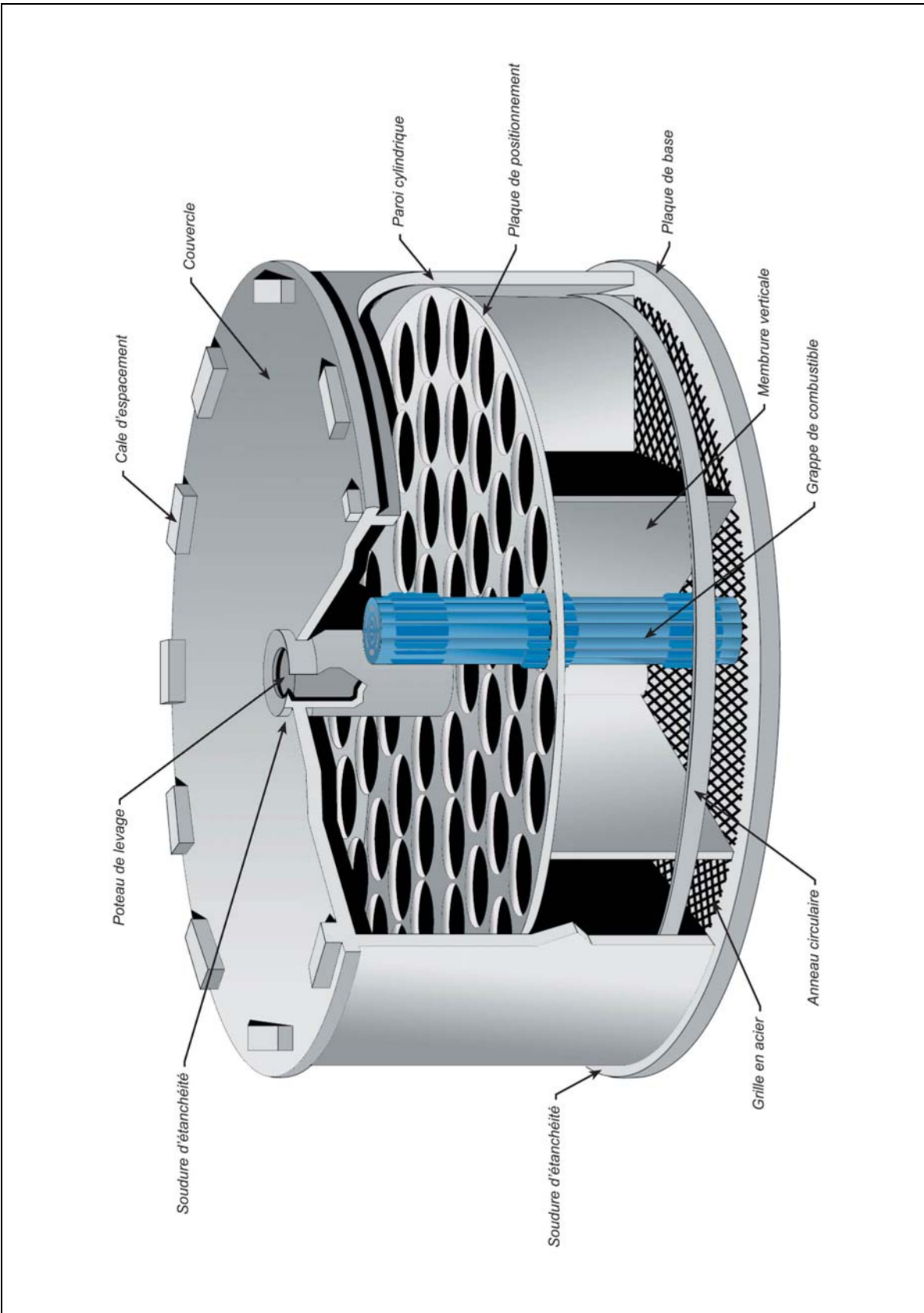


Figure 3-43 : Château de transfert de panier de combustible irradié

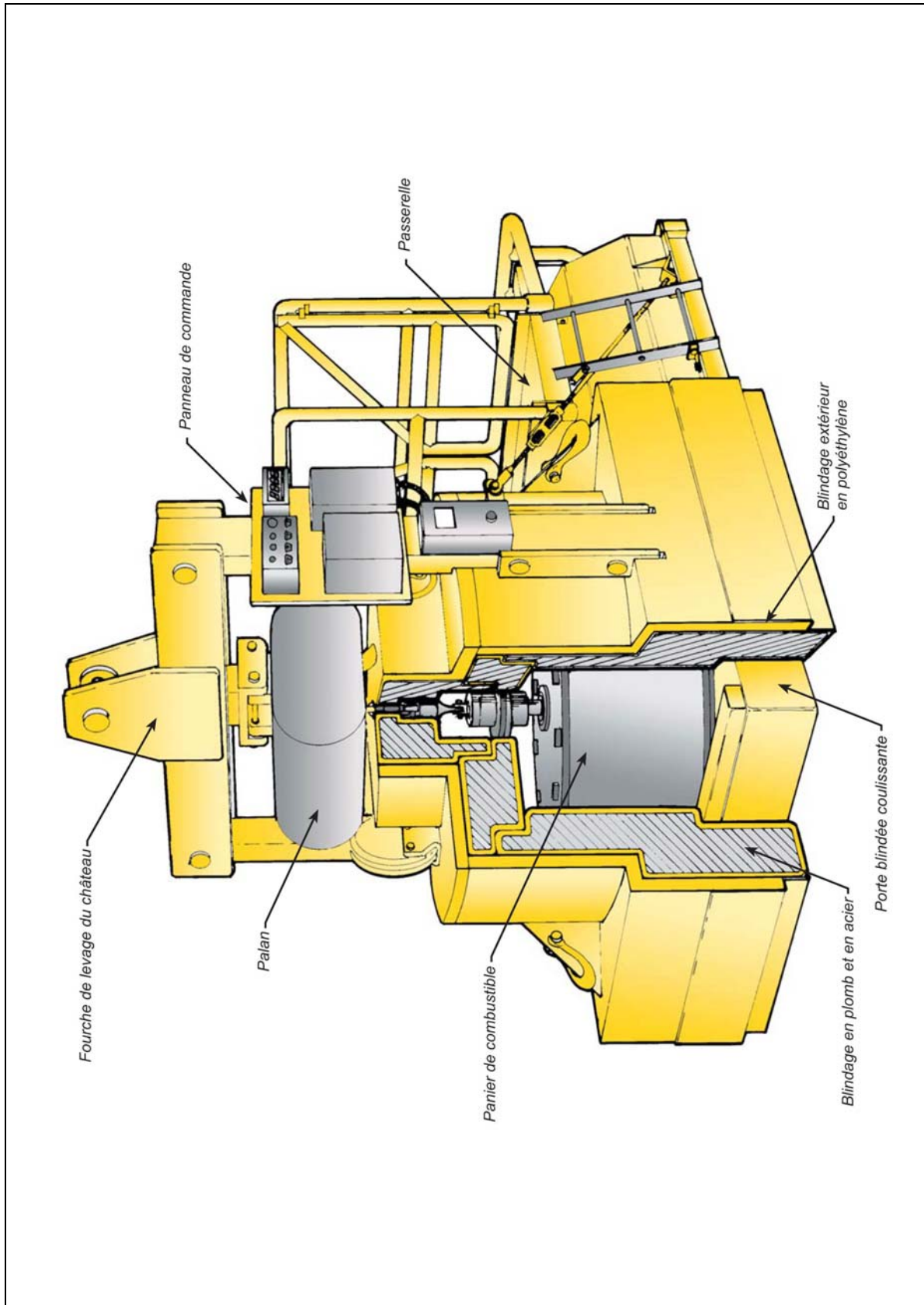
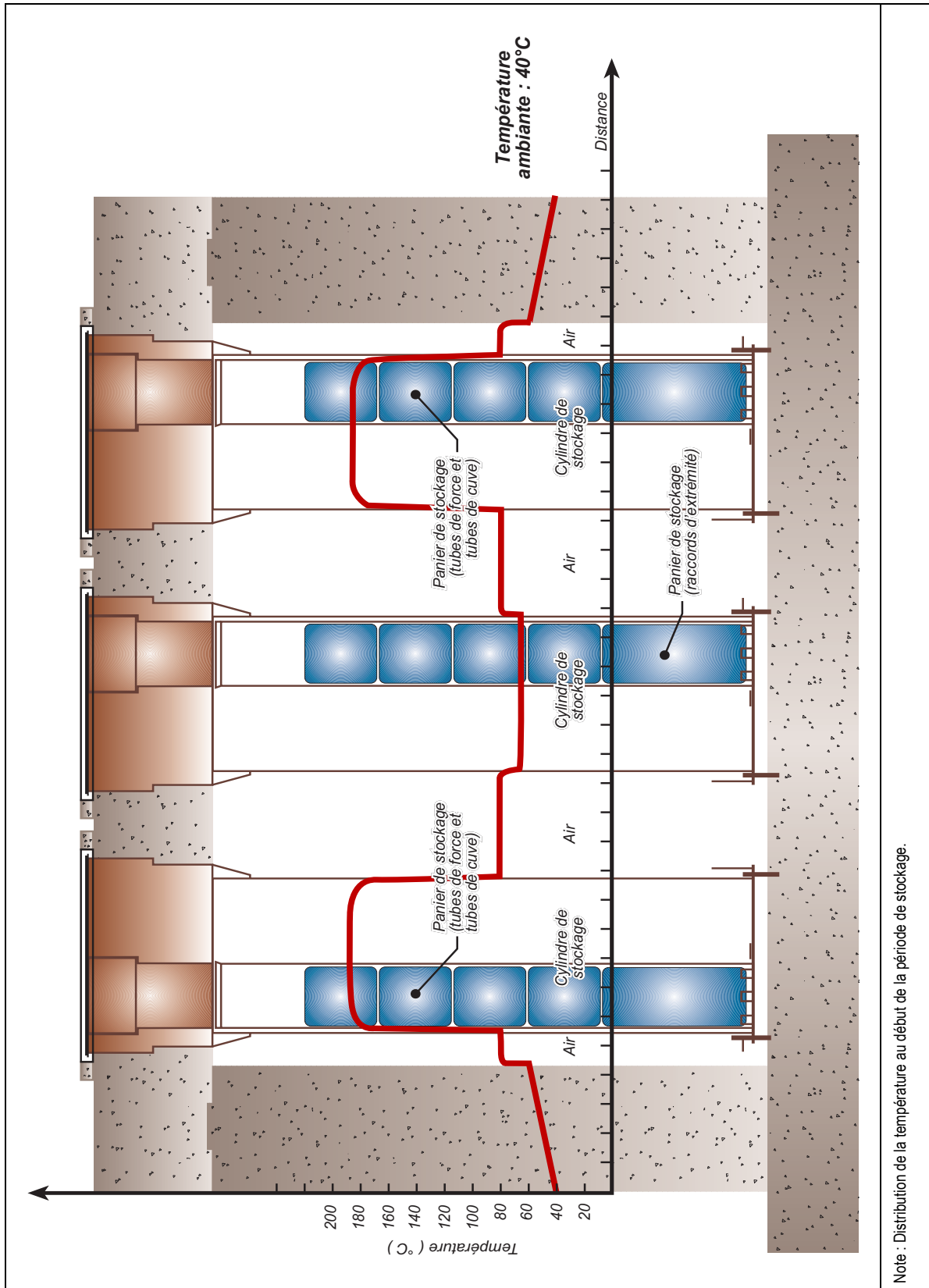


Figure 3-44 : Vue simulée des aires de stockage en 2042 (IGDRS et ASSCI, avec réfection de la centrale)



Figure 3-45 : Distribution des températures dans un silo à déchets de retubage



Note : Distribution de la température au début de la période de stockage.



Figure 3-46 : Calendrier des différentes phases du projet

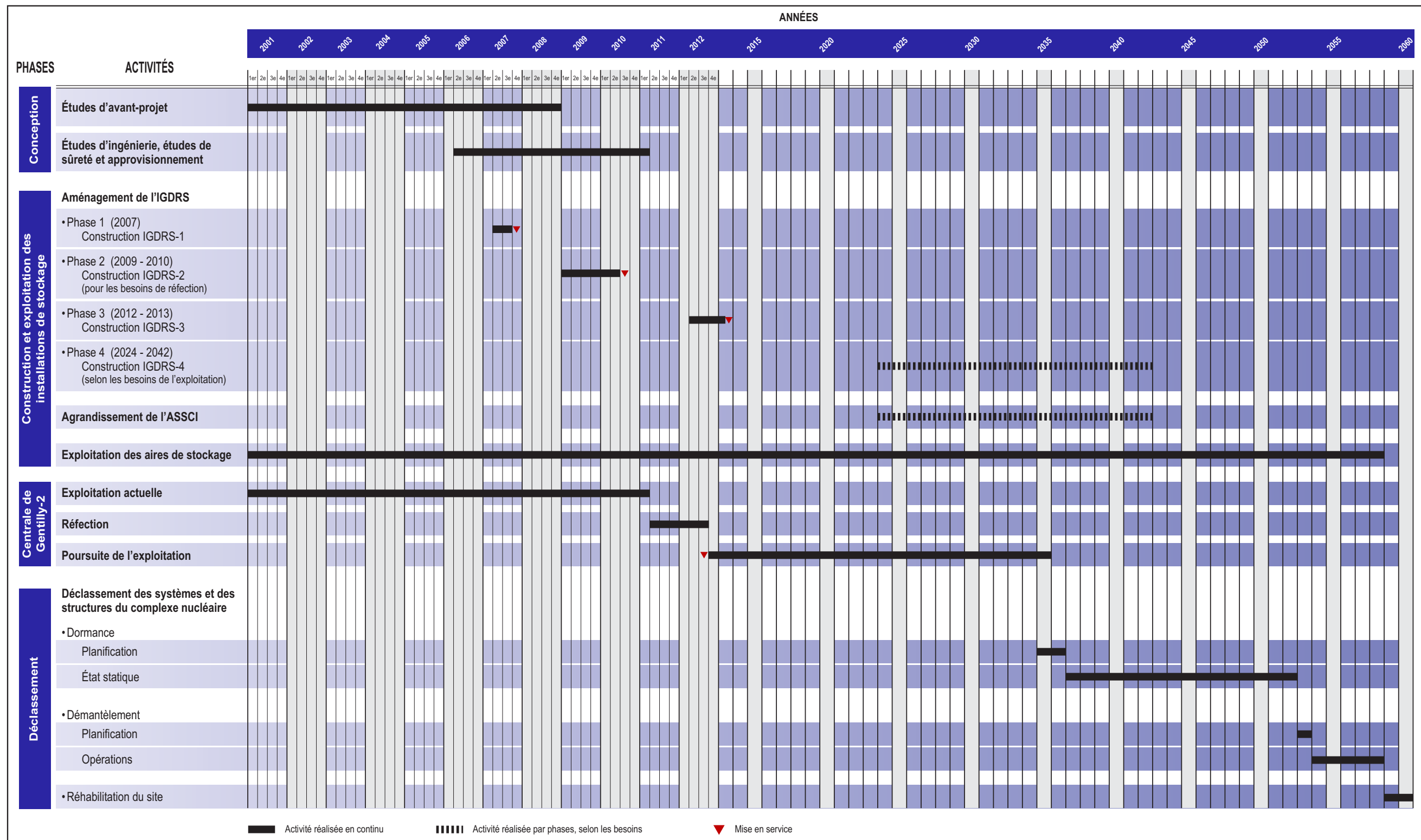






Figure 3-47 : Diagramme de gestion des déchets radioactifs solides résultant de la poursuite de l'exploitation de la centrale

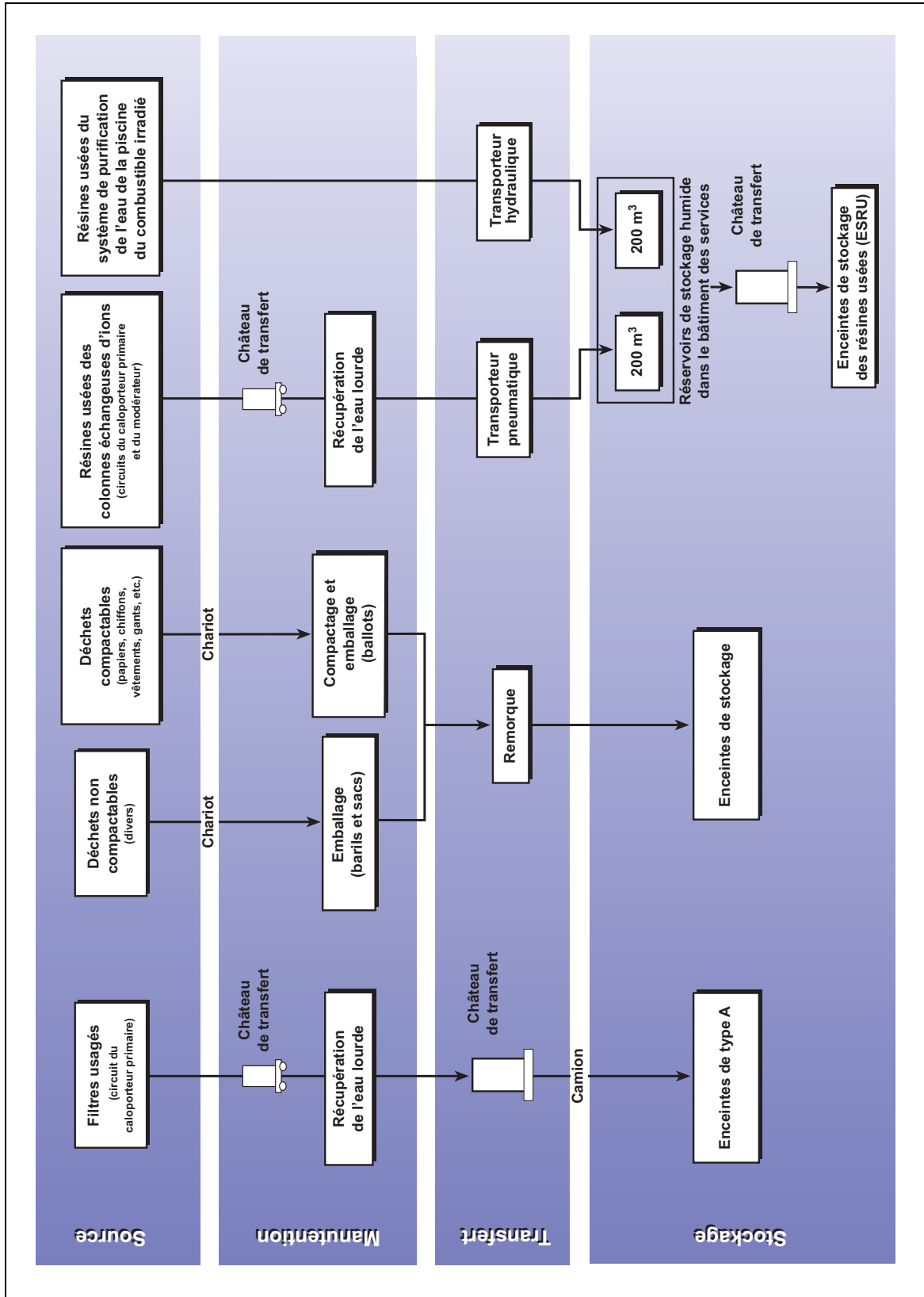
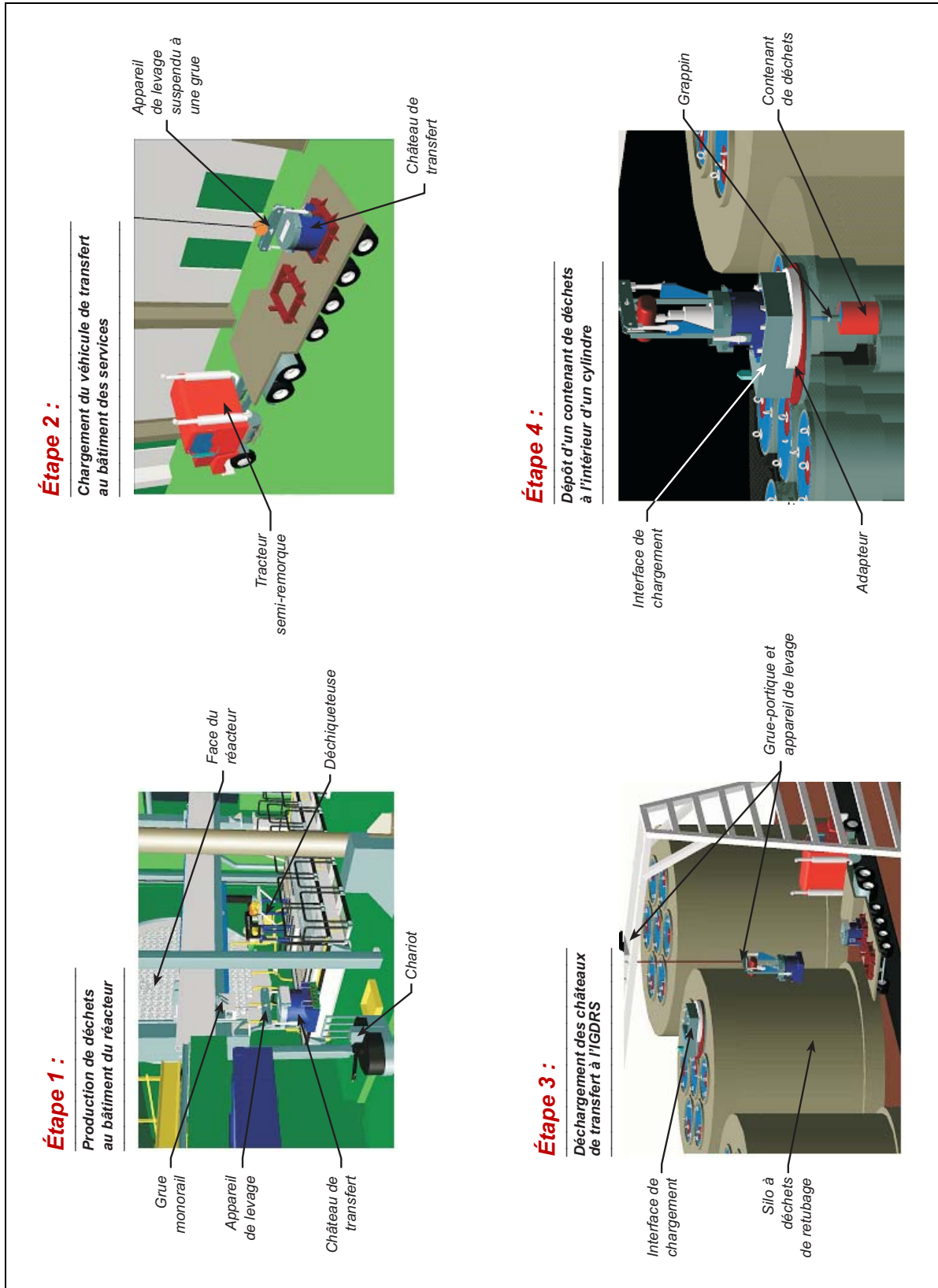


Figure 3-48 : Opérations de transfert des déchets de retubage du bâtiment du réacteur vers un silo



## **4 Communication et participation du milieu**

En période d'avant-projet, Hydro-Québec Production a mis en œuvre un programme de communication au cours duquel elle a informé et consulté les publics, principalement au moyen de rencontres avec des groupes ciblés des différents domaines d'activité, de réunions publiques avec les populations locales et de réunions périodiques avec des représentants du milieu.

Dès 2002, des activités de consultation étaient mises en place, notamment avec la tenue d'ateliers sur les composantes valorisées de l'écosystème (CVE), dans le cadre de la préparation de l'évaluation environnementale. C'est 2003 qui constitue cependant le moment fort de la période d'information et de consultation sur l'avant-projet réalisée par Hydro-Québec, visant à recueillir les questions et commentaires des publics régionaux. Cette démarche a permis à Hydro-Québec de dresser un portrait de l'opinion de la communauté d'accueil envers son projet et de proposer d'éventuelles mesures d'atténuation et de suivi comprises notamment dans l'étude d'impact déposée en janvier 2004 au ministère québécois du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) et à la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN).

Le projet de modification des installations de stockage des déchets radioactifs et de réfection de la centrale a aussi été soumis à l'examen public dans le cadre d'un mandat du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE). Ainsi, en 2004, le BAPE a réalisé une période de consultation suivie d'audiences publiques qui ont eu lieu en novembre et décembre. Son rapport d'enquête et d'audience publique a été rendu public en mai 2005.

Dans le souci de poursuivre sa démarche de communication, Hydro-Québec Production a continué en 2005 à donner de l'information relativement à l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 et à l'avant-projet. Hydro-Québec visait ainsi à maintenir le lien avec le milieu régional et à renseigner les publics en vue des audiences de la CCSN qui auront lieu en 2006.

Dans ses communications sur l'avant-projet, Hydro-Québec a été soucieuse de respecter les directives du MDDEP et les lignes directrices de la CCSN. De plus, dans ses communications générales sur l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2, Hydro-Québec a respecté le guide d'application de la réglementation de la CCSN relatif aux programmes d'information publique des titulaires de permis (G-217), en vigueur depuis janvier 2004 (CCSN, janvier 2004).

Les sections qui suivent présentent les outils et les résultats du programme de consultation de même que les diverses activités de communication d'Hydro-Québec

Production pour les années 2003, 2004 et 2005. On peut également trouver dans le présent document un résumé des audiences publiques du BAPE.

## **Portrait général des communications sur Gentilly-2**

Dès le début de la construction de la centrale de Gentilly-2 en 1974, Hydro-Québec a entrepris une démarche de communication sur la centrale, entre autres au moyen de visites d'installations pour le public qui se sont poursuivies jusqu'en septembre 2001, de documents écrits et audiovisuels sur la centrale, ainsi que d'informations aux médias. Hydro-Québec souhaitait ainsi tenir le public informé sur ses activités régulières, sur ses réalisations, sur les événements marquants et sur ses projets.

Depuis 1996, les exploitants de Gentilly-2 publient annuellement un rapport des activités à la centrale nucléaire de Gentilly-2. Ce rapport est distribué sous forme de dépliant à divers intervenants régionaux en plus d'être disponible sur Internet. Hydro-Québec Production publie également un rapport annuel des résultats du programme de surveillance de l'environnement du site de Gentilly qu'elle rend aussi disponible sur Internet depuis quelques années.

Diverses activités liées au plan des mesures d'urgence ont aussi été faites, comme la distribution à la population régionale d'un dépliant d'information sur le plan des mesures d'urgence nucléaire externe (PMUNE), soit en 1982, l'année précédant l'exploitation de la centrale, et par la suite en 1987, 1990, 1992 et 1993, jusqu'à ce que cet aspect soit pris en charge par le ministère de la Sécurité civile du Québec. Des exercices d'urgence à Gentilly-2 ont aussi été médiatisés par Hydro-Québec (août 1982, mai 1985, décembre 1992, novembre 1996, septembre 1998 et novembre 2002). Puis les exploitants de la centrale ont souvent participé à la formation d'intervenants en mesures d'urgence nucléaire et à des rencontres d'échanges (1993, mai 2002, janvier 2003, mars 2003, octobre 2003 et mai 2004).

Enfin, les communications sur Gentilly-2, réalisées par Hydro-Québec, ont connu des moments marquants avec les audiences publiques du BAPE sur le projet de centrale thermique de Bécancour en 1991 et les audiences publiques du BAPE sur le projet de stockage à sec du combustible irradié de Gentilly-2 en 1994. Hydro-Québec a également participé à la consultation publique de la Commission Seaborn sur le projet de gestion à long terme du combustible irradié au Canada (1990-1998).

### **4.1 Programme de communication sur l'avant-projet**

L'ensemble du programme de communication d'Hydro-Québec sur l'avant-projet portait sur trois volets : la modification des installations de stockage des déchets radioactifs, la réfection de la centrale de Gentilly-2 et la poursuite de son exploitation jusqu'à l'horizon 2035.

Le programme de communication mis en place par Hydro-Québec Production visait à informer les publics concernés, à répondre aux questions ainsi qu'à fournir aux représentants d'organismes et à la population des occasions de s'exprimer. Le programme avait également pour but de recueillir et d'approfondir les préoccupations et les commentaires. Au terme de cette démarche, Hydro-Québec Production était en mesure de proposer des mesures d'atténuation des impacts, des mesures de suivi et de relations avec le milieu.

#### **4.1.1 Démarche de communication**

Le programme de communication s'adressait à l'ensemble des publics compris dans la zone d'étude élargie (superficie de 920 km<sup>2</sup>) définie pour l'étude d'impact sur l'environnement relative au projet de modification des installations de stockage des déchets radioactifs et de réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2 (voir la figure 5-2). Certains publics à l'extérieur de cette zone d'étude ont également été informés concernant le projet. Avant d'entreprendre son programme de communication, Hydro-Québec Production a d'abord procédé à une recherche documentaire.

##### ***Analyse de reportages***

En 2002, on a rassemblé puis analysé les reportages réalisés sur la centrale de Gentilly-2 entre 1993 et 2001 (François Rondeau, Consultant en communications environnementales, juin 2002).

##### ***Sondages***

Hydro-Québec Production a consulté les résultats de sondages relatifs à la centrale effectués en 1986 par SORECOM (Hydro-Québec, 1986), en 1991 par le Département de santé communautaire (DSC) de l'hôpital Sainte-Marie (Lévesque et coll., février 1992), en 1993 par CROP (CROP, nov. 1993), puis en mai et juin 2003 sur la perception des risques et des impacts psychosociaux relatifs à l'avant-projet de modification des installations de stockage des déchets radioactifs et de réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2 (Nove Environnement inc., décembre 2003). Une analyse sociopolitique produite en 2002 dans le cadre de l'avant-projet, a aussi été mise à profit (François Rondeau, Consultant en communications environnementales, juin 2002).

##### ***Groupes de discussion***

Certaines des activités de consultation (groupes de discussion et sondage) ont été réalisées dans le cadre de l'étude sectorielle de perception des risques (Nove Environnement inc., décembre 2003). Les résultats ont été pris en compte par Hydro-Québec Production. Ces activités de consultation sont résumées dans le présent chapitre pour situer leur apport à la démarche générale de communication.

### ***Composantes valorisées de l'écosystème (CVE)***

Deux ateliers de consultation sur les composantes valorisées de l'écosystème (CVE) ont été réalisés en 2002, avec des représentants d'organismes locaux du domaine de l'environnement invités par Hydro-Québec Production, dans le cadre de l'évaluation des risques écotoxicologiques et toxicologiques (ERET) associés à l'exploitation des centrales de Gentilly-2 et de Bécancour (Service d'analyse de risque QSAR inc. et coll., avril 2002). Une vingtaine de personnes y ont participé.

Au cours des rencontres d'information et de consultation sur l'avant-projet organisées en 2003, Hydro-Québec Production a procédé à une nouvelle consultation sur les CVE pour valider les éléments d'information recueillis en 2002. De plus, le questionnaire de consultation remis à tous les participants à ces rencontres comportait deux questions directement liées à l'environnement. Enfin, les résultats du sondage sur la perception des risques ont permis d'obtenir des indications sur les composantes de l'environnement les plus valorisées.

### ***Commentaires émis dans le passé***

La recherche a également permis d'établir la nature des principaux commentaires émis dans le passé par les publics au sujet de la centrale de Gentilly-2. En tenant compte des divers éléments recueillis, Hydro-Québec Production a élaboré un programme d'information et de consultation adapté aux besoins du milieu. Débuté en mars 2003, il s'appuyait notamment sur la mise à la disposition du public de renseignements et de multiples moyens de communication.

#### **4.1.2 Principaux publics ciblés**

Les principaux publics ciblés par Hydro-Québec Production pour son programme d'information et de consultation étaient les suivants :

- élus (députés, maires, conseillers municipaux, préfets de MRC) ;
- organismes gouvernementaux ;
- communauté autochtone ;
- groupes liés à la santé ;
- groupes liés au développement économique ;
- groupes liés à l'environnement et à l'écologie ;
- médias d'information régionaux ;
- groupes d'intérêt liés au nucléaire et à l'énergie ;
- institutions d'enseignement ;
- associations professionnelles et syndicats ;
- associations locales et regroupements à caractère social ;
- population régionale.

Les listes des publics et organismes rencontrés et informés en 2003, 2004 et 2005 sont présentées aux tableaux G1-1, G1-2 et G1-3 de l'annexe G1.

## **4.2 Moyens et activités de communication**

### **4.2.1 Moyens et outils d'information**

Hydro-Québec Production s'est efforcée de mettre à la disposition de toutes les personnes désireuses de se renseigner sur le projet et sur les activités de consultation, des moyens diversifiés et facilement accessibles. Les moyens d'information utilisés sont décrits ci-dessous. On y trouve également des données sur les résultats obtenus.

#### ***Bulletin d'information publique***

Un bulletin d'information publique résumant le projet, ses objectifs, les zones d'étude, les autorisations gouvernementales, le calendrier et les moyens de joindre Hydro-Québec a été remis aux organismes invités et aux participants des rencontres, posté aux requérants et mis en ligne sur le site Internet consacré à l'avant-projet en 2003. Le bulletin d'information a été distribué par la poste à près de 1 600 personnes. Les versions française et anglaise du bulletin d'information n° 1 sont reproduites à l'annexe G2.

#### ***Ligne téléphonique d'information***

Une ligne téléphonique d'information sans frais (1 866 388-1978) a été mise en service en mars 2003 pour permettre, par un contact avec Hydro-Québec, d'obtenir des renseignements sur la centrale de Gentilly-2 et sur l'avant-projet. Le nombre d'appels reste assez constant d'une année à l'autre, exception faite d'une recrudescence à l'automne 2003 (16 messages), pendant la campagne d'information régionale sur le plan des mesures d'urgence nucléaire externe (PMUNE) coordonnée par les autorités publiques régionales (voir la section 4.2.2.2).

Au cours de l'année 2003, 32 messages ont été reçus et traités par Hydro-Québec (voir le tableau G3-1 de l'annexe G3). Le plus grand nombre de questions portaient sur le PMUNE, sur les coordonnées des soirées d'information à la population d'Hydro-Québec et diverses questions relatives à l'avant-projet.

En 2004, 26 appels ont été reçus et traités. La majorité des demandes portaient sur le projet à l'étude et la centrale en général ou concernaient des offres de service de gens souhaitant travailler à Gentilly-2. La liste est présentée au tableau G3-2 de l'annexe G3.

En 2005, 22 appels ont été reçus et traités par Hydro-Québec. Les diverses questions étaient principalement liées à l'exploitation de la centrale, à des demandes pour visiter

Gentilly-2 et au suivi de l'avant-projet. La liste est présentée au tableau G3-3 de l'annexe G3.

### ***Bureau d'accueil d'Hydro-Québec***

Le Bureau d'accueil d'Hydro-Québec est un service de renseignements provincial qui reçoit des demandes d'information de toute la population par courrier électronique (accueil@hydroquebec.qc.ca), par téléphone (514 289-2316) ou par la poste. Lorsque les questions portent sur la centrale de Gentilly-2, elles sont transmises à l'exploitant qui assure le suivi.

### ***Courrier électronique***

En 2003, Hydro-Québec a reçu et traité 15 demandes d'information par la boîte aux lettres électronique du site Internet sur l'avant-projet. Le tiers concernait des demandes d'emploi. Il y avait aussi des questions sur les soirées d'information à la population, les coûts du projet et les déchets radioactifs. Les courriels reçus en 2003, incluant les réponses d'Hydro-Québec, figurent au tableau G3-4 de l'annexe G3.

En 2004, huit courriels ont été reçus et traités (voir le tableau G3-5 de l'annexe G3). Les principales requêtes avaient trait aux possibilités d'emploi et aux possibilités de visiter Gentilly-2, suivies de questions diverses sur les coûts et avantages économiques de la centrale.

En 2005, des neuf courriels reçus et traités, la majorité visaient à demander un emploi. Diverses questions d'un même organisme touchaient principalement la gestion des déchets radioactifs. (voir le tableau G3-6 de l'annexe G3).

### ***Site Internet sur l'avant-projet***

En 2003, Hydro-Québec a mis en ligne sur son site Internet la documentation relative au projet de modification des installations de stockage des déchets radioactifs et de réfection de la centrale de Gentilly-2. Depuis, le site (<http://www.hydroquebec.com/Gentilly-2>) est mis à jour au fur et à mesure de l'avancement du dossier. L'annexe G4 présente les pages Internet disponibles pour le public.

En 2003, 3 877 visites ont été enregistrées sur ce site. En 2004, on en comptait 12 562 et 6 423 en 2005. Ces données ne fournissent cependant aucune précision sur le type de visiteurs ni sur leur fréquence de consultation.

### ***Site Internet d'Hydro-Québec Production***

Le site Internet d'Hydro-Québec Production (<http://www.hydroquebec.com/production/>) a permis à la population de trouver de



l'information générale sur la centrale nucléaire de Gentilly-2 et d'y consulter divers dépliants. La première page de l'annexe G4 présente les informations rendues disponibles pour le public.

### ***Chronique périodique d'information dans les hebdomadaires régionaux***

Avec le début du programme de communication en 2003, Hydro-Québec a commencé à faire paraître une chronique d'information dans trois journaux hebdomadaires de la région (*Le Courrier Sud*, *L'Hebdo Journal* et *L'Hebdo Mékinac - Des Chenaux*) pour renseigner sur l'avant-projet et sur l'exploitation de la centrale.

Huit chroniques ont paru en 2003. Elles sont regroupées à la suite du tableau G5-1 de l'annexe G5. En 2004, Hydro-Québec a fait paraître cinq chroniques thématiques dans les mêmes journaux que l'année précédente. Au total, quatre chroniques *Les actualités économiques* ont également été publiées dans le journal *Le Courrier Sud*. La liste des chroniques apparaît au tableau G5-2 de l'annexe G5 et une copie de chacune d'entre elles est présentée à la suite.

Les chroniques ont ensuite repris à l'automne 2005, après la complétion du processus du BAPE et la parution de son rapport d'enquête et d'audience publique en mai. Un total de sept chroniques ont été diffusées en 2005, soit quatre chroniques thématiques et trois chroniques *Partenariat économique*. La liste de ces chroniques est présentée au tableau G5-3 de l'annexe G5 et une copie de ces chroniques suit ce tableau.

### ***Avis publics dans les journaux***

En 2003, Hydro-Québec a fait paraître huit avis publics dans les trois hebdomadaires de la région mentionnés plus haut pour annoncer les soirées d'information à la population. La liste (tableau G6-1) et une copie de ces avis sont regroupées à l'annexe G6.

En 2004, deux avis différents ont été publiés dans les médias écrits régionaux et nationaux relativement à l'avant-projet. Le premier portait sur l'annonce de la période d'information et de consultation du BAPE et le second sur l'annonce de la date de tenue des audiences publiques. La liste (tableau G6-2) et une copie de ces avis sont également regroupées à l'annexe G6. Il convient de noter qu'un troisième avis a été publié concernant la visite sous le chapiteau. On discute de cette activité dans les pages suivantes. Enfin, aucun avis public n'a été émis en 2005.

### ***Circulaire d'invitation à la population***

En mars et avril 2003, une circulaire d'invitation aux kiosques et aux soirées d'information et de consultation a été distribuée à toutes les résidences des municipalités concernées (Bécancour, Saint-Pierre-les-Becquets, Nicolet, Champlain,

Trois-Rivières et le secteur de Sainte-Marthe-du-Cap<sup>[a]</sup> de la ville de Trois-Rivières). Environ 68 500 circulaires d'invitation ont ainsi été distribuées (voir la liste de diffusion et la reproduction de la circulaire à l'annexe G7). Il convient de noter qu'une seconde circulaire d'invitation a été distribuée concernant la visite sous le chapiteau. On discute de cette activité dans les pages suivantes. Enfin, aucune circulaire d'invitation n'a été distribuée en 2005.

### ***Documentation postée par Hydro-Québec***

En 2003, la documentation sur l'avant-projet postée aux personnes invitées aux rencontres, ou à titre d'information, a permis de toucher quelque 1 600 personnes. Ces envois comprenaient une lettre d'information ou d'invitation aux rencontres avec les publics ciblés, l'ordre du jour des rencontres et un exemplaire du bulletin d'information n° 1. La lettre type et l'ordre du jour sont reproduits à l'annexe G8.

En 2003, Hydro-Québec a envoyé 32 lettres pour répondre à des demandes reçues relativement à l'avant-projet ou à la centrale de Gentilly-2. Les demandes avaient principalement été faites dans le questionnaire de consultation remis par Hydro-Québec lors des diverses rencontres (voir l'annexe G9). L'annexe G10 présente la liste de ces demandes et les réponses d'Hydro-Québec. Il n'y a pas eu de demande d'information écrite de la population, autre que par courrier électronique, adressée à Hydro-Québec en 2004 et en 2005 concernant l'avant-projet de Gentilly-2.

### ***Présentation assistée par ordinateur***

Pour faciliter la compréhension du sujet, en 2003, Hydro-Québec Production a expliqué le projet à l'aide d'une présentation assistée par ordinateur, aux rencontres avec les publics ciblés et aux soirées d'information à la population. Une version imprimée de la présentation a été remise aux participants des rencontres avec les groupes ciblés (voir l'annexe G11).

Dans le cadre de la première partie des audiences publiques du BAPE, Hydro-Québec Production a fait une nouvelle présentation assistée par ordinateur de son projet. Cette présentation, a été rendue disponible au public par le biais du site Internet du BAPE. Elle est incluse à l'annexe G11.

### ***Dépliants d'information sur la centrale de Gentilly-2***

Des dépliants d'information sur Gentilly-2 étaient disponibles dès la mise en exploitation de la centrale. Depuis le début des années 1990, les thèmes couverts se sont multipliés pour renseigner le public, en abordant les sujets sur lesquels il y avait le plus de questions.

---

<sup>a</sup> Le secteur de Sainte-Marthe-du-Cap a reçu deux invitations aux soirées d'information à la population. La première avec les résidents de Champlain et la deuxième avec les résidents de Trois-Rivières.

En 2003, dans le cadre de l'avant-projet, une série de 19 dépliants d'information a été rendue disponible sur le site Internet et mise à la disposition du public aux rencontres. Toutes les personnes qui en font la demande peuvent recevoir ces documents par la poste. La liste des dépliants d'information figure à l'annexe G12.

### ***Kiosques d'information à la population***

En mars et en avril 2003, environ 150 personnes ont répondu à l'invitation publique d'Hydro-Québec Production (communiqués de presse, avis dans les journaux, feuille circulaire aux résidences) à rencontrer les représentants de l'équipe d'avant-projet aux kiosques d'information dans chacune des quatre municipalités suivantes : Bécancour, Nicolet, Champlain et Trois-Rivières.

Les rencontres aux kiosques, tenues de 16h30 à 19h00, précédaient la soirée d'information et favorisaient un accès direct et informel des citoyens aux représentants d'Hydro-Québec Production (voir le tableau G13-7 de l'annexe G13). La documentation offerte couvrait un large éventail de sujets liés à l'avant-projet et à la centrale nucléaire de Gentilly-2. Le bulletin d'information n<sup>o</sup> 1 et le questionnaire de consultation étaient aussi mis à la disposition des visiteurs.

### ***Vidéocassette sur le fonctionnement de la centrale de Gentilly-2***

On pouvait commander une vidéocassette décrivant le fonctionnement de la centrale de Gentilly-2 à la boutique virtuelle du site Internet d'Hydro-Québec (<http://www.hydroquebec.com/sefco/formulaires/fr/boutique.html>). Cette vidéocassette est toujours disponible.

### ***Conférences, colloques, congrès***

En 2003, des représentants de l'entreprise ont prononcé dix conférences dans le cadre de l'avant-projet (voir le tableau G14-1 de l'annexe G14). En 2004, des représentants de l'entreprise ont participé à quatre colloques ou donné des conférences sur l'avant-projet (voir le tableau G14-2 de l'annexe G14). En 2005, ils ont participé à trois de ces types d'activités (voir le tableau G14-3 de l'annexe G14).

### ***Visite sous le chapiteau***

Une visite sous le chapiteau a eu lieu à Gentilly-2 les 19 et 20 juin 2004 pour informer la population régionale sur l'exploitation de la centrale nucléaire et sur l'avant-projet. Des kiosques installés sous deux chapiteaux, montés sur le terrain de stationnement de la centrale, permettaient à des représentants d'Hydro-Québec et de divers organismes de l'industrie nucléaire de donner des explications et de répondre aux questions du public. En plus des dépliants, des cartons d'information, des robots, des maquettes et des pièces d'équipement étaient en démonstration.

Pour inviter la population, Hydro-Québec a diffusé un communiqué de presse (voir le tableau G15-2 de l'annexe G15) et a fait paraître une annonce dans trois journaux hebdomadaires et un quotidien (voir le tableau G6-2 de l'annexe G6). Une feuille circulaire a aussi été distribuée à toutes les résidences dans les municipalités de Nicolet, Bécancour, Saint-Pierre-les-Becquets, Trois-Rivières et Champlain (voir le tableau G7-2 de l'annexe G7). Le tableau G13-11 de l'annexe G13 présente le bilan de l'activité.

### ***Relations avec les médias***

Les relations avec les médias ont été principalement marquées en 2003 par l'annonce, par Hydro-Québec Production, du début de sa période d'information et de consultation sur l'avant-projet. Ainsi, il y a eu une conférence de presse régionale, six communiqués de presse diffusés aux médias régionaux et des entrevues accordées aux journalistes. La liste des communiqués de presse de 2003 (voir le tableau G15-1) et leur contenu sont repris à l'annexe G15.

Comme précisé plus haut, en 2004, un communiqué de presse a été émis par Hydro-Québec Production à propos de la visite sous le chapiteau à la centrale nucléaire de Gentilly-2, tenue les 19 et 20 juin 2004 (voir le tableau G15-2 de l'annexe G15).

D'autre part, trois communiqués de presse ont été émis par le BAPE, en 2004, relativement aux audiences publiques sur l'avant-projet. Ces communiqués de presse sont présentés à l'annexe G23).

Au cours de l'année 2005, Hydro-Québec n'a émis aucun communiqué de presse sur l'avant-projet de Gentilly-2. Le BAPE en a toutefois émis un, le 6 mai, pour annoncer la diffusion de son rapport (voir l'annexe G23).

## **4.2.2 Moyens et activités de consultation**

Hydro-Québec Production a également mené des activités de consultation auprès des différents publics. Les principales activités de consultation publique se sont déroulées entre février et septembre 2003, suivies d'une période d'information continue en 2004 et 2005. Hydro-Québec Production a de plus réalisé des rencontres sur le suivi de l'avant-projet, en 2005.

Le moment fort de l'information et de la consultation d'Hydro-Québec Production ayant eu lieu en 2003, c'est surtout au cours de cette année qu'ont été tenues la majorité des rencontres. La compilation des informations et leur analyse ont permis la préparation de l'étude d'impact.

Notons par ailleurs que, conformément aux procédures administratives du gouvernement du Québec, la période d'information et de consultation de 2004 a été

coordonnée par le BAPE ; elle s'est tenue du 14 septembre au 29 octobre 2004. Le mandat de la commission du BAPE a débuté le 8 novembre 2004 pour se terminer le 8 mars 2005. Les audiences publiques du BAPE ont pour leur part été tenues les 8, 9, 10 et 11 novembre 2004 et les 14, 15 et 16 décembre 2004. La section 4.6 donne de plus amples détails au sujet des audiences publiques du BAPE.

### ***Rencontres individuelles***

Une dizaine de rencontres individuelles ont eu lieu au printemps 2003 entre un représentant d'Hydro-Québec Production et des maires, des députés et des représentants autochtones (voir le tableau G13-1 de l'annexe G13).

En 2004, six rencontres individuelles ont eu lieu avec des élus et des représentants d'entreprises régionales (voir le tableau G13-2 de l'annexe G13). En 2005, il y a eu quatre rencontres individuelles avec deux députés et deux maires, dans le but de faire un suivi de l'avant-projet et de présenter les nouveaux éléments au dossier (voir le tableau G13-3 de l'annexe G13).

### ***Rencontres avec les organismes ciblés***

Une quinzaine de rencontres avec des organismes ciblés, regroupés par domaine d'intérêt (ex. : économie, environnement, santé, gouvernement) se sont déroulées entre février et juin 2003. Près de 200 personnes ont été consultées lors de ces rencontres avec les organismes ciblés, excluant les membres de la table d'information et d'échanges (TIE) (voir les tableaux G13-4 et G13-5 de l'annexe G13).

Les publics ciblés recevaient par la poste une lettre d'invitation, le bulletin d'information sur l'avant-projet et l'ordre du jour de la rencontre. Sur place, Hydro-Québec Production leur a remis une version imprimée de la présentation sur ordinateur et le questionnaire de consultation. Divers dépliants et brochures sur la centrale de Gentilly-2 étaient également proposés sur place. Le compte rendu de chacune de ces rencontres, faites en 2003, a contribué à établir la liste des questions et commentaires des participants, puis à dégager des thèmes récurrents dans le processus de consultation (voir la section 4.3).

Compte tenu du temps écoulé entre l'audience du BAPE et la tenue des audiences publiques de la CCSN prévues en 2006, Hydro-Québec Production a offert en 2005, à divers organismes, une nouvelle rencontre d'information pour faire le suivi du projet. Quatre rencontres ont ainsi eu lieu avec des représentants d'organismes régionaux de développement économique, des organismes du domaine de l'environnement et de la santé, des représentants de divers ministères et avec le comité de pilotage régional du PMUNE (voir le tableau G13-6 de l'annexe G13).

### ***Soirées d'information et de consultation de la population***

En mars et en avril 2003, Hydro-Québec Production a invité la population de cinq municipalités (Bécancour, Saint-Pierre-les-Becquets, Nicolet, Champlain et Trois-Rivières) à assister, chacune dans sa localité, à des soirées d'information et de consultation sur l'avant-projet. L'invitation était faite au moyen de communiqués de presse, d'avis dans les journaux et d'une feuille circulaire aux résidences.

Tel qu'il a été mentionné précédemment, les soirées d'information étaient précédées de kiosques d'information dans quatre des cinq municipalités. Les affiches, dépliants, illustrations et documents – incluant le questionnaire de consultation - demeuraient accessibles au public pendant la présentation d'Hydro-Québec Production et la période d'échanges avec les participants à la soirée d'information. Au cours de ces soirées, les porte-parole d'Hydro-Québec Production expliquaient l'avant-projet au moyen d'une présentation assistée par ordinateur, puis invitaient l'auditoire à poser des questions et à compléter le questionnaire de consultation. Les cinq soirées d'information à la population ont permis de rencontrer près de 350 personnes (voir le tableau G13-7 de l'annexe G13). Le compte rendu des rencontres a servi d'intrant à la compilation des questions et commentaires, puis à l'identification de thèmes récurrents lors de la consultation. Ceux-ci sont décrits à la section 4.3.

### ***Rencontres des membres de la Table d'information et d'échanges (TIE)***

La table d'information et d'échanges (TIE) mise en place en 2003, est composée de représentants d'organismes régionaux intéressés. Elle compte actuellement 15 membres qui se répartissent comme suit :

Membres participants (9) :

- un représentant de la MRC de Bécancour ;
- un représentant de la ville de Bécancour ;
- un représentant du Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec (CRECQ) ;
- un représentant de la Chambre de commerce de Bécancour ;
- un représentant du Centre local de développement (CLD) de Bécancour ;
- un représentant de la Conférence régionale des élus du Centre-du-Québec (CRÉ, région 17) ;
- un représentant de la Conférence régionale des élus de la Mauricie (CRÉ, région 04) ;
- un représentant de la communauté autochtone de Wôlinak ;
- un représentant de la Société du parc industriel et portuaire de Bécancour.

Observateurs (6) :

- un représentant de l'Agence de santé et de services sociaux de la Mauricie et du Centre-du-Québec ;
- un représentant de la Sécurité civile du Québec, région Mauricie et Centre-du-Québec ;
- un représentant de la municipalité de Champlain;
- un représentant du Mouvement Vert de la Mauricie ;
- un représentant du Conseil canadien des travailleurs du nucléaire (CCTN) ;
- un représentant de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN).

La TIE s'avère un outil souple et efficace ayant comme objectif de favoriser l'écoute et les échanges avec le milieu d'accueil.

Les membres de la TIE se réunissent périodiquement et peuvent ainsi approfondir leurs connaissances sur le projet et sur l'exploitation de la centrale. Du côté d'Hydro-Québec, la TIE permet d'obtenir davantage de précisions sur les préoccupations des participants, en raison de leur connaissance privilégiée de la zone d'étude.

Quatre rencontres de la TIE ont eu lieu en 2003 (voir le tableau G13-8 de l'annexe G13). Hydro-Québec Production a présenté son projet, a répondu aux questions et a invité les participants à exprimer leurs perceptions et préoccupations à cet égard. Le résumé des échanges a été traduit dans une grille des préoccupations ayant servi de base aux discussions lors des rencontres de consultation en 2003. La première grille des préoccupations est présentée à l'annexe G16.

En 2004, les membres de la TIE se sont rencontrés à deux reprises, soit le 29 janvier et le 3 mai (voir le tableau G13-9 de l'annexe G13). Hydro-Québec Production a présenté un résumé de l'étude d'impact déposée en janvier 2004 et un résumé de l'étude sur les retombées économiques régionales du projet.

Deux autres rencontres de la TIE ont eu lieu à l'automne 2005, pour résumer le rapport du BAPE et renseigner sur les nouvelles demandes de la CCSN relativement au projet de Gentilly-2. La deuxième rencontre visait à faire le point sur l'étude d'impact révisée et il a aussi été question du rapport final de la Société de gestion des déchets nucléaires (SGDN) et de sa recommandation au Gouvernement fédéral sur la méthode de gestion à long terme du combustible irradié (voir le tableau G13-10 de l'annexe G13).

### **4.2.3 Moyens de suivi de l'opinion**

Pour faire le suivi de l'opinion des divers publics envers le projet de Gentilly-2, analyser les commentaires recueillis et ainsi proposer des mesures d'atténuation adéquates, Hydro-Québec Production a eu recours à divers moyens décrits ci-dessous.

### ***Questionnaire de consultation sur l'avant-projet***

Lors de la période de consultation d'Hydro-Québec en 2003, un questionnaire de consultation sur l'avant-projet (voir l'annexe G9) a été mis à la disposition de tous les participants aux rencontres avec les publics ciblés ainsi que de tous les visiteurs et participants des kiosques et des soirées d'information destinés à la population.

Un total de 80 questionnaires remplis ont été reçus et traités par Hydro-Québec Production. Lorsque des questions particulières étaient posées et que la personne souhaitait avoir un suivi, Hydro-Québec répondait au moyen d'une lettre accompagnée si nécessaire de documents d'information. Une analyse de 76 questionnaires reçus avant le mois de septembre 2003 a pu être effectuée. Les résultats de cette analyse sont présentés à l'annexe G9.

### ***Entrevues avec des groupes de discussion***

Les entrevues de groupe sont un moyen d'obtenir, auprès de quelques personnes représentant bien la diversité des situations et des caractéristiques de la population visée, un aperçu des réactions et des opinions sur un sujet donné, leurs raisonnements ainsi que leurs expériences et attitudes qui en sont la source. Dans le cadre du projet de Gentilly-2, la démarche consistait à rassembler un groupe d'une dizaine de personnes et à les amener à discuter, à l'aide d'un animateur, du sujet visé.

Six entrevues avec des groupes de discussion sur la perception des risques ont eu lieu en 2003 et quelque 55 personnes provenant de la zone d'étude élargie y ont participé.

Le calendrier des rencontres figure au tableau G13-12 de l'annexe G13. L'étude sectorielle sur la perception des risques et les impacts psychosociaux traite en détail des résultats des groupes de discussion (Nove Environnement inc., décembre 2003).

Les commentaires des groupes de discussion se résument comme suit. Le projet ne constitue pas une source d'inquiétude beaucoup plus importante, en moyenne, que la présence et l'exploitation de la centrale. Chez les plus inquiets, c'est l'incertitude soulevée par la possibilité d'incidents graves, la disposition à long terme des déchets ou la prolongation de l'exploitation de la centrale qui est soulevée. Les résidents de Champlain sont manifestement plus sensibles aux « nuisances » (bruits, sirène, lumières) du Parc industriel et portuaire de Bécancour (PIPB) que ceux des autres secteurs. Plusieurs les associent à la centrale nucléaire.

Les participants peu inquiets sont quant à eux rassurés par l'expertise et le sérieux d'Hydro-Québec, par la technologie très moderne et sécuritaire à laquelle elle fait appel, par les mesures de sécurité très élaborées et par le fait que depuis la mise en activité de la centrale aucun incident sérieux n'est survenu.

D'autre part, plusieurs participants mentionnent que la réfection les rassure. Le



remplacement des pièces vieillissantes et l'amélioration de la technologie sont invoqués pour expliquer cette évaluation, tout comme la confiance accordée au processus de décision d'Hydro-Québec.

### ***Sondage sur la perception des risques (2003)***

Dans le cadre de l'avant-projet de Gentilly-2, un sondage sur la perception des risques a été réalisé en 2003 auprès de 450 personnes résidant dans un rayon de 32 km de la centrale. Selon le sondage, 69 % des résidants sont favorables à la réfection, soit 22 % qui sont entièrement favorables et 47 % qui le sont avec certaines réserves.

Le sondage a permis d'obtenir un profil précis des réactions et des opinions relatives à la centrale de Gentilly-2 et au projet de modification des installations de stockage des déchets radioactifs et de la réfection de la centrale.

Les principales conclusions de ce sondage sont qu'Hydro-Québec et la centrale de Gentilly-2 jouissent d'une réputation intéressante et d'une confiance importante auprès de la majorité de la population. La sécurité de la centrale est considérée adéquate par une majorité de répondants et l'exploitant est manifestement un bon citoyen corporatif aux yeux de la plupart d'entre eux.

Malgré cette opinion largement favorable, la centrale suscite néanmoins des craintes auprès d'une partie de la population. L'opinion des résidants vivant le plus près de la centrale nucléaire, soit entre 0 et 5 km de l'installation, est généralement plus défavorable que celle des autres strates de population. Enfin, la proportion des résidants de la zone d'étude qui appréhende les impacts environnementaux de la centrale, après la réfection, est assez peu différente de celle qui perçoit des impacts actuellement.

Les résultats du sondage sont résumés à la section 6.3.9.3 de la présente étude d'impact et exposés en détail dans le chapitre 8 de l'étude sectorielle sur la perception des risques et les impacts psychosociaux (Nove Environnement inc., décembre 2003).

### ***Sondage d'opinion publique***

Dans le cadre du suivi de l'opinion de la population du Québec sur Hydro-Québec, une question d'un sondage mensuel porte depuis octobre 2003 sur le projet de réfection de la centrale de Gentilly-2. Le sondage est administré par téléphone à un échantillon de 800 adultes répartis dans différentes régions de la province.

Le degré d'appui de la population au projet s'est maintenu autour de 70 % (dont plus du quart *tout à fait d'accord*) jusqu'au 3<sup>e</sup> trimestre de 2004. Au 4<sup>e</sup> trimestre, on observe une faible diminution de quatre points (69 % à 65 %). En 2005, l'appui au projet diminue en début d'année pour ensuite remonter à 66 % aux deuxième et troisième trimestres.

### ***Revue de presse***

La revue de presse relative à la centrale nucléaire de Gentilly-2 indique un intérêt accru dès le début de la phase d'avant-projet de modification des aires de stockage et de réfection de la centrale, pour se traduire par la suite par un nombre de reportages demeurant assez constant d'une année à l'autre.

La recherche documentaire et le suivi du dossier ont permis de compiler une soixantaine de reportages au cours de l'année 2000 ; en 2001, quelque 250 reportages ; en 2002, près de 270 reportages et en 2003, environ 350 reportages. En 2004, 250 reportages ont été diffusés.

La copie des reportages des années 2000 à 2004 est disponible à l'adresse <http://www.hydroquebec.com/gentilly-2/chroniques.html>.

### ***Analyses de presse***

En plus de l'analyse des reportages sur Gentilly-2, pour la période comprise entre 1993 et 2001, réalisée dans le cadre de la recherche documentaire pour l'actuel projet, une analyse de presse a été effectuée pour les années 2000-2001, 2002, 2003 et 2004 (voir l'annexe G-17).

Au cours des années 2000 et 2001, l'indice de favorabilité des mentions sur Gentilly-2 dans les médias était de 85 %. Il a principalement été question de sécurité, des stagiaires chinois et de la réfection de la centrale.

En 2002, l'indice de favorabilité était de 79 %. Les reportages traitaient principalement des comprimés d'iode, de sécurité, du renouvellement du permis d'exploitation de la centrale et de l'avenir du nucléaire.

L'indice de favorabilité à Gentilly-2 était de 67 % en 2003. Les principaux sujets abordés dans les médias étaient les déchets nucléaires, la santé et l'environnement, puis la sécurité.

L'indice de favorabilité remonte à 76 % en 2004. Les sujets le plus souvent mentionnés concernent le déroulement et les témoignages entendus aux audiences du BAPE, la réfection de la centrale et son arrêt temporaire d'une vingtaine de jours au mois de mai.

#### **4.2.4 Autres moyens et activités de communication**

D'autres activités de communication initiées par Hydro-Québec Production, ou auxquelles elle a participé, sont décrites ci-dessous. Ces activités ont notamment permis de faire valoir la perspective d'Hydro-Québec en regard de l'exploitation de la centrale et du projet à l'étude.

### ***Débat sur le nucléaire***

Le 9 octobre 2003, Hydro-Québec a participé à un débat sur le nucléaire organisé par un collège de Trois-Rivières, visant à permettre l'échange d'informations et l'éducation dans le domaine scientifique. Le thème du débat était : *La centrale nucléaire de Gentilly doit-elle être rénovée ou fermée?*

Le débat avait une portée beaucoup plus large que l'avant-projet proprement dit et abordait les divers aspects liés à l'exploitation de la centrale. Environ une trentaine de personnes, dont des étudiants du collège, des citoyens et des représentants de médias d'information, étaient présents.

### ***Campagne d'information sur le Plan des mesures d'urgence nucléaire externe (PMUNE)***

L'Organisation régionale de sécurité civile du Québec, dont fait partie Hydro-Québec, a amorcé le 5 novembre 2003 une campagne d'information à la population régionale concernant le PMUNE et la distribution de comprimés d'iode pouvant être utilisés en cas d'urgence à la centrale nucléaire de Gentilly-2.

Dans ce cadre, des journées d'information, avec kiosques d'information, ont eu lieu dans les quatre municipalités situées dans un rayon de 8 km autour de la centrale nucléaire de Gentilly-2, soit où les comprimés d'iode étaient distribués. Ces journées d'information ont eu lieu dans le secteur de Gentilly de la Ville de Bécancour, le 16 novembre ; la municipalité de Champlain, le 22 novembre ; le secteur Sainte-Marthe-du-Cap de la ville de Trois-Rivières, le 29 novembre ; le secteur de Bécancour de la ville de Bécancour, le 6 décembre.

À son kiosque, Hydro-Québec répondait aux questions qui lui étaient adressées sur la centrale et l'avant-projet de Gentilly-2 et remettait le bulletin d'information n° 1 sur demande. Pour les quatre journées d'information, 1 700 visiteurs ont été enregistrés.

Une brochure, *En cas d'urgence nucléaire je sais quoi faire*, disponible à l'adresse <http://www.urgencenucleaire.qc.ca/>, a également été distribuée à 270 000 exemplaires dans un rayon de 70 km de la centrale. La population était également invitée à communiquer avec les divers organismes concernés, par téléphone ou par Internet. On trouve une copie de la brochure à l'annexe G18.

### ***Personnes visées par les activités de communication***

Dans le cadre de son programme de communication, Hydro-Québec Production a cherché à rejoindre le plus grand nombre possible de personnes comprises dans la zone d'étude élargie de l'avant-projet.

En 2002, les ateliers de consultation sur les CVE avaient permis de rencontrer une vingtaine de personnes.

En 2003, de mars à septembre, près de 550 personnes ont été approchées au cours d'une quarantaine de rencontres sur l'avant-projet : 10 rencontres individuelles, 14 rencontres avec les groupes ciblés (188 personnes), et cinq soirées d'information à la population dans les municipalités de Bécancour, Saint-Pierre-les-Becquets, Nicolet, Champlain, Trois-Rivières (345 personnes) où, à chaque occasion, avait été monté, à l'exception de Saint-Pierre-les-Becquets, un kiosque d'information sur le projet. Ces kiosques ont attiré l'attention d'un peu plus de 150 personnes. Pour informer la population de la tenue des soirées d'information, une feuille circulaire a été distribuée à 68 500 résidences. Le calendrier des rencontres, ainsi que les groupes représentés et le nombre de participants se trouvent aux tableaux G13-1, G13-4, G13-5 et G13-7 de l'annexe G13.

En 2003 toujours, Hydro-Québec Production a également fait des envois postaux (1 632), a reçu et traité des demandes téléphoniques (32) et des courriels (15). Les six rencontres avec les groupes de discussion ont permis de rejoindre 55 personnes. Quant au sondage sur la perception des risques, il a été réalisé auprès de 450 personnes. D'autre part, les rencontres périodiques avec les membres de la TIE regroupent une quinzaine de représentants du milieu à chaque occasion.

Enfin, un nombre indéterminé de personnes ont été informées par le biais des avis publics et des chroniques d'information publiés dans trois hebdomadaires de la région de même que par le biais de reportages diffusés dans les médias. Le tableau G19-1 de l'annexe G19 présente la liste des personnes qu'Hydro-Québec Production s'est efforcée de joindre en 2003.

On trouve également au tableau G19-2 de l'annexe G19 un portrait des personnes jointes en 2004, notamment à l'occasion de la visite sous le chapiteau et des intervenants aux audiences publiques du BAPE. Enfin, les personnes jointes en 2005 sont présentées au tableau G19-3 de l'annexe G19.

### **4.3 Résumé des commentaires recueillis lors de la consultation en 2003**

Les rencontres avec les publics ciblés et les soirées d'information à la population réalisés en 2003 ont donné l'occasion à tous de s'exprimer, quel que soit le sujet abordé. Lors de ces rencontres, Hydro-Québec Production a pu répondre immédiatement à plusieurs des questions, a aussi remis la documentation pertinente, lorsque disponible sur place, ou a référé à l'étude d'impact sur l'environnement alors en cours de réalisation.

De toutes les rencontres réalisées en 2003 avec les organismes ciblés, la réunion tenue avec les organismes liés à la santé et à l'environnement est celle qui a regroupé le plus

grand nombre de personnes (37). Suivent la rencontre avec les membres de la Conférence administrative régionale (CAR), région Centre-du-Québec (30 participants) et celle avec les membres de l'Ordre des ingénieurs du Québec, régionale Mauricie (27 participants) (voir le tableau G13-5 de l'annexe G).

Quant aux soirées d'information à la population, elles ont regroupé 125 personnes à Trois-Rivières, 108 à Champlain et Sainte-Marthe-du-Cap, 66 à Bécancour, 32 à Saint-Pierre-les-Becquets et 14 à Nicolet (voir le tableau G13-7 de l'annexe G13).

Les séries de tableaux G20-1, G20-2 et G20-3 de l'annexe G20 reprennent les questions et les commentaires recueillis, classés des trois façons suivantes : les interventions regroupées par rencontre, les interventions regroupées par thème et les interventions regroupées par organisme.

La synthèse du nombre d'interventions classées par thème en 2003 a permis d'établir, sur le plan statistique, l'intérêt que les intervenants, regroupés par domaine d'intérêt, portent à un thème par rapport à un autre. À cette fin, les organismes et personnes ont été regroupés par domaine d'intérêt de la façon suivante :

- maires, municipalités (conseil municipal), préfets de MRC (24 février, 25 mars et 26 mars 2003) ;
- organismes gouvernementaux et ministères (13 mars, 3 avril, 7 avril et 6 juin 2003) ;
- organismes de développement économique (12 mars et 24 mars 2003) ;
- organismes du domaine de l'environnement, de l'écologie et de la santé (16 avril, 23 avril, 5 mai et 28 mai 2003) ;
- association professionnelle (Ordre des ingénieurs du Québec, 3 juin 2003) ;
- population présente aux soirées d'information et de consultation (17 mars, 26 mars, 31 mars, 9 avril et 29 avril 2003).

#### **4.3.1 Principaux commentaires regroupés par thème**

Les renseignements ci-dessous ont été recueillis en 2003 au cours des réunions avec les organismes ciblés (188 participants) et des soirées d'information à la population (345 participants). Les comptes rendus des rencontres ont permis d'établir la liste des questions et commentaires et d'en dégager les thèmes récurrents. Ces données ont été obtenues au moyen d'une analyse de contenu et ne tiennent pas compte du fait qu'une même personne a pu intervenir à plus d'une occasion et ce, dans une ou plusieurs rencontres.

Les huit thèmes récurrents au fil des rencontres sont les suivants :

- l'environnement et la santé ;
- l'avant-projet et les aspects sociaux ;
- la gestion des déchets radioactifs et des installations de stockage ;

- la sûreté des installations et le plan des mesures d'urgence ;
- l'exploitation de la centrale de Gentilly-2, sa fermeture et son déclassement (démantèlement) ;
- les choix énergétiques ;
- les aspects économiques ;
- divers sujets (principalement l'énergie nucléaire au Canada et dans le monde).

### ***Environnement et santé***

L'environnement et la santé ont fait l'objet du plus grand nombre d'interventions (27 % de l'ensemble des interventions). Les personnes qui se sont exprimées sur ce sujet s'intéressent à la surveillance de l'environnement, aux rejets de la centrale et s'interrogent sur la possibilité de cancers attribuables à la centrale nucléaire. Elles réclament des études sur la santé et un suivi médical de la population régionale.

Les commentaires sont liés à l'environnement et à la santé dans le cadre de l'exploitation normale d'une centrale nucléaire, ou en cas d'accident. Certains participants émettent l'opinion que, même si l'exploitant respecte les normes, les rejets radioactifs de la centrale ont des effets nocifs sur la santé et, à ce propos, des citoyens de Champlain s'interrogent sur la possibilité de cancers attribuables à la centrale de Gentilly-2. Les études sur la santé réalisées par le Département de santé communautaire (devenue la Régie régionale de la santé et des services sociaux puis l'Agence de santé et de services sociaux) ont aussi été mises en doute.

Par ailleurs, deux anciens employés d'un sous-traitant d'Hydro-Québec aux installations nucléaires de Gentilly s'interrogent sur les risques pour la santé des travailleurs actuels de la centrale et de ceux qui seront embauchés pour la réfection.

### ***Avant-projet***

Les commentaires liés à l'avant-projet, soit environ 17 % de toutes les interventions aux rencontres avec les publics ciblés et les soirées d'information, portaient principalement sur le processus de consultation publique et sur la démarche réglementaire. On s'est aussi intéressé à la réfection de la centrale.

Les représentants des organismes ciblés ont désiré connaître précisément le processus de consultation et le programme d'information de l'avant-projet de réfection. Aux soirées de consultation publique, des participants ont dit avoir le sentiment de manquer d'information et de connaissances sur la centrale nucléaire. Certains d'entre eux auraient souhaité la présence d'experts indépendants à ces soirées d'information. Des participants voulaient aussi connaître le processus d'obtention des autorisations gouvernementales et être informés des critères chez Hydro-Québec devant guider la décision de procéder ou non à la réfection. La méthode mise en place par Hydro-Québec Production pour faire les études d'avant-projet et établir les zones d'étude a aussi attiré l'attention, ainsi que le calendrier éventuel des travaux.

En ce qui concerne la réfection proprement dite, des participants désiraient savoir si la puissance de la centrale, son mode d'exploitation et le nombre d'emplois resteraient les mêmes. Quelques-uns ont exprimé la crainte que des emplois soient perdus si le projet n'est pas réalisé.

### ***Déchets radioactifs***

La gestion actuelle et future des déchets radioactifs, ainsi que leur durée de vie et les implications pour les générations futures, a constitué 15 % de l'ensemble des interventions.

Certains participants se sont intéressés aux aspects scientifiques et techniques de l'énergie nucléaire. Les questions relatives au recyclage du combustible irradié ont aussi été soulevées.

Ce sont cependant les commentaires sur la durée de vie radioactive des déchets nucléaires, et surtout du combustible irradié, qui reviennent le plus souvent. Les participants se questionnent sur la durée de vie utile des installations de stockage des déchets radioactifs et du combustible irradié de Gentilly-2 et sur leur gestion à la cessation de l'exploitation de la centrale. Dans le même ordre d'idées, quelques personnes se sont dites préoccupées de savoir que de nouvelles installations de stockage des déchets radioactifs étaient nécessaires au site de Gentilly, même en l'absence de réfection de la centrale alors que quelques autres ont souhaité la fermeture de Gentilly, faute de lieu national pour l'enfouissement géologique à long terme du combustible irradié.

### ***Sûreté des installations et plan des mesures d'urgence***

La sûreté des installations, les risques et les impacts éventuels d'un accident ou d'un acte terroriste et les plans de mesures d'urgence ont représenté 12 % des interventions.

Les commentaires se rapportent à la possibilité d'erreurs humaines ou d'actes terroristes. Les intervenants veulent connaître la résistance de la centrale à des bris, à un tremblement de terre et à l'impact d'un avion ou d'un missile, et s'intéressent aux mesures de protection contre le terrorisme mises en place à la centrale de Gentilly-2.

Des intervenants voudraient mieux connaître les mesures à prendre en cas d'accident et aimeraient recevoir de l'information sur la prédistribution des comprimés d'iode. À l'opposé, certains intervenants voient dans les précautions prises par Hydro-Québec pour assurer la sûreté et la sécurité matérielle de la centrale une preuve de son caractère dangereux.

Des préoccupations sont exprimées sur le montant des assurances et des compensations financières prévues en vertu de la *Loi sur la responsabilité nucléaire* en cas d'accident à la centrale de Gentilly-2.

### ***Exploitation de la centrale de Gentilly-2***

Environ 9 % des interventions aux rencontres visaient à mieux comprendre des aspects liés à l'exploitation et à la gestion de la centrale de Gentilly-2. Les intervenants veulent, par exemple, se faire expliquer le facteur de production de la centrale, qui est un indicateur de performance, savoir comment la centrale aide à stabiliser le réseau de transport d'électricité d'Hydro-Québec et connaître le nombre de personnes travaillant à la centrale et dans quel secteur d'activité.

Quelques intervenants ont émis des commentaires négatifs sur l'exploitation de la centrale de Gentilly-2 en se fondant sur leur compréhension des rapports de rendement annuels diffusés par la CCSN. Ces rapports font état des points à améliorer dans l'exploitation.

### ***Choix énergétiques***

Les questions relatives au thème des choix énergétiques (8 % des interventions) portaient principalement sur la justification d'exploiter une centrale nucléaire au Québec. Pour plusieurs des intervenants sur ce sujet, la production énergétique de la centrale, qui représente 3 % de la puissance installée d'Hydro-Québec Production, semble marginale. Ils se demandent si le Québec a besoin de cette énergie et souhaitent qu'on privilégie l'énergie éolienne, les économies d'énergie ou encore, l'hydroélectricité. Pour d'autres intervenants, la réfection de la centrale est préférable pour en assurer le vieillissement sécuritaire.

### ***Aspects économiques***

Quant aux interventions sur les aspects économiques (5 % de toutes les interventions), elles portaient généralement sur le coût prévu de la réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2, comparativement au coût d'autres projets et au coût de fermeture de la centrale.

Les participants veulent, par ailleurs, connaître les dépenses et les revenus liés à l'exploitation de la centrale de Gentilly-2 et pouvoir les comparer à d'autres sources d'énergie. Des précisions ont aussi été demandées sur le coût et le financement par Hydro-Québec de la gestion à long terme du combustible irradié et du démantèlement de la centrale. Sur ce dernier point, on a posé des questions relatives aux garanties financières qu'Hydro-Québec doit déposer auprès de la CCSN et qui doivent être endossées par le gouvernement provincial.



### ***Divers (l'énergie nucléaire au Canada et dans le monde)***

Quelque 7 % des questions ont porté sur des sujets divers mais les intervenants se sont particulièrement intéressés aux centrales nucléaires de l'Ontario, au projet de réfection de la centrale de Point Lepreau au Nouveau-Brunswick et au recours à l'énergie nucléaire à travers le monde.

Une dizaine de questions ont aussi été posées sur la centrale nucléaire de Gentilly-1, qui appartient toujours à Énergie atomique du Canada Limitée (EACL), et qui n'est plus en exploitation depuis 1979. D'autres questions ont porté sur l'exploitation de la centrale thermique de Bécancour. Enfin, certains intervenants se sont interrogés sur les projets similaires de réfection et de redémarrage de centrales ailleurs au Canada et ont voulu savoir comment Hydro-Québec pourrait profiter de ce retour d'expérience.

#### **4.3.2 Commentaires de la table d'information et d'échanges**

La table d'information et d'échanges constitue un outil privilégié de consultation parce qu'elle permet d'approfondir les discussions. Débutées au printemps 2003, les rencontres se sont poursuivies en 2004 et 2005. Compte tenu du fait que les participants se réunissent à quelques reprises dans l'année, ils ont ainsi bénéficié, au fil des rencontres, de renseignements plus détaillés de la part d'Hydro-Québec Production et de documents qu'ils jugeaient pertinent de recevoir.

Les rencontres de la TIE ont été l'occasion, pour les membres, de se familiariser avec l'énergie nucléaire et sa terminologie ainsi qu'avec l'exploitation de la centrale de Gentilly-2. Ils ont cependant tenu à préciser que la TIE n'avait « pas fait le débat sur la pertinence de la filière nucléaire » et qu'ils considéraient que ce n'était pas à ses membres de le faire.

Le contact direct périodique entre les membres de la TIE et les représentants d'Hydro-Québec Production a été apprécié de part et d'autre. Il se dégagait un climat d'ouverture réciproque. C'est ainsi d'ailleurs que les gens de la TIE ont manifesté leur intérêt à poursuivre les rencontres avec Hydro-Québec Production après la phase de consultation en 2003.

Le résultat des échanges des membres de la TIE indique que leurs préoccupations exprimées, au cours de l'année 2003, rejoignent en grande partie celles des représentants des organismes ciblés rencontrés par Hydro-Québec Production et celles des participants aux soirées d'information à la population. On trouve, à l'annexe G-16, la grille des préoccupations des membres de la TIE, exprimées en 2003, pendant la phase de consultation de mars à septembre. Ces renseignements ont été pris en compte pour comprendre les intérêts, les préoccupations et les attentes des représentants du milieu, mais ils n'ont pas été inclus dans la compilation des questions et commentaires classés par thème résultant des rencontres avec les organismes et les soirées d'information à la population.

### ***Déroulement des rencontres***

Le déroulement des rencontres de la TIE était le suivant : une série de préoccupations possibles, identifiées par Hydro-Québec Production et regroupées en thèmes et sous-thèmes, était présentée aux membres de la TIE. Ces derniers étaient invités à commenter et à enrichir cette liste. Ils posaient diverses questions à Hydro-Québec Production et donnaient leur point de vue. Le résumé de ces questions, de même que les avis, recommandations et réponses d'Hydro-Québec Production, apparaît dans la grille des préoccupations de la TIE (voir la grille des préoccupations révisée à l'annexe G16).

Les membres de la TIE étaient appelés à donner un poids (faible, moyen, enjeu) à chacune de leurs préoccupations à l'égard des divers thèmes et sous-thèmes. Dès les premières rencontres, les membres de la TIE ont établi que, selon leur perception, tout ce qui concerne le nucléaire devrait être classé comme « enjeu ». Leur orientation est restée stable à chacune des rencontres, car ils ont maintenu leur évaluation d'origine.

### ***Commentaires et préoccupations***

Les principales préoccupations exprimées par les membres de la TIE, qui sont similaires à celles des autres intervenants rencontrés par Hydro-Québec Production, sont notamment liées aux aspects suivants :

- gestion du combustible irradié et augmentation de la capacité de stockage au site de Gentilly ;
- protection de la santé de la population et impacts sur l'environnement ;
- risques et conséquences éventuels d'un accident ou d'un acte terroriste ;
- sûreté des installations et performance humaine des personnes qui exploitent la centrale ;
- justification de poursuivre l'exploitation de la centrale de Gentilly-2 dans le contexte énergétique du Québec ;
- aspects économiques ;
- démantèlement de la centrale.

Les membres de la TIE se sont aussi intéressés aux thèmes suivants :

- comparaison entre les impacts associés à la réfection de la centrale et les impacts associés à son exploitation après réfection (détermination des impacts majorés liés à la poursuite de l'exploitation jusqu'à l'horizon 2035) ;
- évaluation comparée de la santé des travailleurs et de la population avant, pendant et après la réfection de la centrale ;
- risques d'accidents liés aux erreurs humaines (performance humaine) et mesures prises par Hydro-Québec pour réduire au minimum les risques d'accidents ou d'actes terroristes ;
- fermeture de la centrale : aspects économiques, énergétiques et sociaux ;

- gestion à long terme et recyclage du combustible irradié (solutions étudiées, avantages et inconvénients).

#### **4.4 Communication avec les autochtones**

La réserve indienne de Wôlinak est enclavée dans la zone d'étude élargie de l'avant-projet (voir la figure 5-2). Une rencontre a eu lieu entre deux représentants d'Hydro-Québec et deux représentants du Conseil de bande des Abénaquis de Wôlinak, le 3 avril 2003.

Lors de cette rencontre, les principales questions ont porté sur la sécurité des installations et les conséquences éventuelles d'un accident, sur les coûts de la centrale, sur la durée prévue d'entreposage des déchets radioactifs et sur la gestion à long terme du combustible irradié. Les participants ont aussi abordé des sujets d'ordre plus général, comme le projet privé d'une centrale de cogénération à Bécancour, les exportations d'électricité, l'avenir de l'hydrogène comme source d'énergie et la centrale thermique d'Hydro-Québec Production à Bécancour. Les représentants du conseil de bande de Wôlinak ont alors indiqué qu'ils s'étaient habitués à vivre près de la centrale de Gentilly-2. Ils souhaitent toutefois bénéficier de retombées économiques liées au projet.

Un conseiller de Wôlinak est membre de la TIE mise sur pied par Hydro-Québec Production dans le cadre du programme d'information et de consultation sur l'avant-projet. Le conseiller a ainsi participé à quatre rencontres de la TIE. En octobre 2003, le Conseil de bande des Abénaquis de Wôlinak faisait parvenir au président d'Hydro-Québec une lettre et une résolution du Conseil pour signifier son opposition au projet.

En 2003 toujours, HydroQuébec Production a proposé une présentation au Conseil de bande et à la communauté de Wôlinak. Cette possibilité n'a pas été retenue par le Conseil. Par ailleurs, HydroQuébec Production a offert une rencontre avec le directeur du Grand Conseil de la nation Waban-Aki. Celui-ci s'est déclaré satisfait que les représentants du Conseil de bande des Abénaquis de Wôlinak aient été vus.

En 2004, aucun représentant du conseil de bande de Wôlinak n'était présent aux deux rencontres des membres de la TIE. C'était également le cas à la TIE du 6 septembre 2005. De plus, le Conseil de bande a refusé l'invitation d'Hydro-Québec Production à une rencontre d'information sur le suivi de l'avant-projet en septembre 2005.

Après avoir confirmé, en juillet 2005, leur intérêt à rester membres de la TIE et avoir ensuite été invités aux deux rencontres, aucun représentant du Conseil de bande de Wôlinak n'y a assisté. En septembre 2005, Hydro-Québec Production a également offert une rencontre et une présentation au Conseil de bande de Wôlinak, ainsi qu'à la communauté de Wôlinak, si le Conseil de bande le souhaitait, pour faire le suivi de l'avant-projet de Gentilly-2. Ces invitations ont été déclinées. D'autre part, des

représentants du Conseil de bande de Wôlinak ont participé en septembre 2005 à une manifestation d'opposition au projet.

## **4.5 Audiences publiques du BAPE (automne 2004)**

La section 4.5 porte sur le processus des audiences publiques du BAPE. Elle donne ainsi des informations sur la période d'information et de consultation, sur les requêtes d'audiences et sur la tenue des audiences elles-mêmes. Une visite de la centrale ayant eu lieu dans le cadre de ces mêmes audiences est aussi décrite. On y présente également l'analyse sociopolitique des audiences. Enfin, une section porte sur le dépôt du rapport du BAPE.

### **4.5.1 Période d'information et de consultation du BAPE**

Le processus d'audiences publiques débute par une période d'information et de consultation de 45 jours qui s'amorce après la recevabilité, par le ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, de l'étude d'impact sur l'environnement déposée par le promoteur du projet. Cette période d'information et de consultation permet au public de s'informer sur le projet en consultant les différents documents préparés par le promoteur du projet et par les autorités gouvernementales.

Du 14 septembre au 29 octobre 2004 avait lieu la période de consultation du BAPE pour le projet. Au cours de cette période de consultation, le BAPE avait mis à la disposition du public une série de documents disponibles sur son site Internet ou dans des centres de documentation (voir l'annexe G21).

### **4.5.2 Requêtes d'audiences publiques faites au BAPE**

À la suite de la période d'information et de consultation, des requêtes d'audiences publiques pouvaient être transmises au BAPE par tout citoyen, groupe, organisme ou municipalité qui le jugeait nécessaire.

Au total, 18 requêtes d'audiences publiques ont été faites au BAPE. Le tableau G22-1 de l'annexe G22 présente les auteurs de ces requêtes d'audiences publiques du BAPE.

### **4.5.3 Tenue des audiences publiques du BAPE**

#### **4.5.3.1 Déroulement**

L'audience publique comprend deux parties. La première permet à la population et à la commission de s'informer sur le projet et de poser des questions pour prendre connaissance de tous les aspects du projet et les comprendre. Le BAPE entend d'abord les requérants, c'est-à-dire ceux qui ont demandé la tenue d'audiences. Ceux-ci expliquent les motifs de leur demande. Le promoteur présente ensuite son projet en

indiquant les répercussions prévues sur l'environnement et les mesures d'atténuation ou de compensation. Puis, le promoteur et les personnes-ressources invitées par la commission répondent aux questions des commissaires et des citoyens.

La deuxième partie est l'occasion privilégiée pour les personnes, les groupes, les organismes et les municipalités d'exprimer leur opinion au moyen d'un mémoire. Ceux et celles qui choisissent de ne pas rédiger un mémoire peuvent s'exprimer verbalement lors des séances publiques. Les mémoires et les présentations verbales constituent donc une étape fondamentale dans le processus de consultation.

La première partie des audiences publiques du BAPE s'est déroulée du 8 novembre en soirée au 11 novembre 2004 en après-midi, pour un total de six séances. La seconde partie des audiences a débuté le 14 décembre 2004 en soirée pour se terminer le 16 décembre en soirée. Elle a donc inclus cinq séances.

Le tableau G22-2 de l'annexe G22 présente le calendrier de la première partie des audiences publiques du BAPE de même que le nombre de personnes et de médias présents à chacune des journées d'audiences. Le tableau G22-3 de l'annexe G22 fait la liste des intervenants du public ayant posé des questions à la première partie des audiences. Le tableau G22-4 de l'annexe G22 présente le calendrier de la seconde partie des audiences et le nombre de personnes et de médias présents.

Il convient de noter ici que des transcriptions de chacune des séances d'audiences publiques ont été faites par le BAPE et rendues disponibles sur son site Internet quelques jours après les séances. La deuxième partie des audiences publiques était également diffusée simultanément, en mode audio, sur le site Internet du BAPE.

#### 4.5.3.2 Mémoires

Entre la première et la deuxième partie, les citoyens disposaient de 21 jours pour préparer leur intervention à la deuxième partie des audiences publiques du BAPE. À cette fin, ils ont eu accès aux documents déposés et aux transcriptions des séances de la première partie des audiences publiques qui étaient disponibles dans les centres de consultation ouverts dans la région concernée par le projet ainsi que dans les centres de documentation du BAPE. L'annexe G21 présente la liste de la documentation rendue disponible par le BAPE durant son mandat d'audiences publiques.

Le tableau G22-5 de l'annexe G22 présente la liste des 61 mémoires déposés au BAPE. Cette liste est classée par catégorie d'intervenants (ex. : citoyens, associations professionnelles et syndicats, entreprises, communauté autochtone, etc.). Sur les 61 mémoires déposés devant le BAPE, un nombre important (45 mémoires) étaient favorables au projet, 15 défavorables et un d'opinion indéterminée.

Le tableau G22-6 de l'annexe G22 présente les mémoires et leur répartition par thèmes, selon le public et sa position face au projet.

#### **4.5.4 Visite à la centrale de Gentilly-2 dans le cadre des audiences publiques**

Lors de la première séance des audiences publiques, le BAPE a annoncé au public la possibilité de visiter la centrale de Gentilly-2. Cette visite du 16 novembre 2004, bien que publique, n'a compté qu'un citoyen, les autres participants étant trois membres du BAPE et un représentant du MDDEP, région de Nicolet.

#### **4.5.5 Analyse des audiences publiques du BAPE**

Hydro-Québec Production a réalisé une analyse des audiences publiques du BAPE (Alliance Environnement inc., avril 2005). Cette analyse sociopolitique donne un aperçu des sujets abordés au cours des audiences publiques relatives au projet de Gentilly-2. Elle dégage les grandes préoccupations et questions soulevées au cours des deux parties des audiences.

De façon plus précise, pour la première partie des audiences, le rapport décrit les préoccupations exprimées et les questions posées. Il résume aussi les éléments d'information fournis par Hydro-Québec Production au cours de cette même partie des audiences.

Pour la deuxième partie des audiences, le rapport résume des propos tenus dans les mémoires présentés devant la commission du BAPE ou déposés à la même commission. Il comprend aussi les rectificatifs apportés par Hydro-Québec Production, verbalement ou par écrit, à la suite de la présentation ou du dépôt des mémoires.

Un bilan des audiences publiques est fait dans l'analyse, incluant les constats généraux se dégageant de l'ensemble des audiences. Ces constats sont d'ailleurs rapportés à la section 4.6 ci-après. En annexe de l'analyse sociopolitique (Alliance Environnement inc., avril 2005), les fiches résumées de chacun des mémoires déposés en deuxième partie des audiences sont présentées.

#### **4.5.6 Rapport du BAPE**

Le 6 mai 2005, le BAPE rendait public, à la demande du ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, M. Thomas Mulcair, son rapport d'enquête et d'audience publique relatif au projet de modification des installations de stockage des déchets radioactifs et de réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2. Daté de mars 2005, ce rapport a été rendu public par le biais du site Internet du BAPE à l'adresse <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/gentilly-2/index.htm>. Un communiqué de presse accompagnant le rapport était aussi disponible à cette même adresse. Ce communiqué de presse est présenté à l'annexe G23.

## **4.6 Bilan de la consultation et de la participation du milieu**

Le programme de communication visait à informer les publics concernés, à répondre aux questions ainsi qu'à fournir aux représentants d'organismes et à la population des occasions de s'exprimer. Cet objectif a été atteint. Le programme avait également pour but de recueillir et d'approfondir les préoccupations et les commentaires, ce qui a également été réalisé.

### *Consultations publiques sur l'avant-projet (2003)*

En 2003, les principales préoccupations exprimées au cours des activités de participation du milieu touchaient :

- la justification d'exploiter la centrale de Gentilly-2 ;
- la gestion du combustible irradié ;
- les choix énergétiques du Québec pour remplacer la centrale nucléaire ;
- les impacts sur l'environnement et sur la santé découlant de l'exploitation de la centrale ;
- les craintes d'un accident nucléaire ou d'un acte terroriste à la centrale.

La plupart des préoccupations énoncées par les participants sont revenues d'une rencontre à l'autre. Cependant, des citoyens de Champlain, vivant sur la rive gauche du Saint-Laurent face au complexe nucléaire, sont davantage préoccupés que leurs homologues de la rive droite. La table d'information et d'échanges s'avère par ailleurs un bon outil de contact avec des représentants du milieu.

En conclusion, Hydro-Québec Production considère que le milieu ne manifeste pas d'opposition marquée à l'avant-projet de modification des installations de stockage des déchets radioactifs et de réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2, et que l'intérêt de continuer à recevoir de l'information est bien présent.

Rappelons ici qu'aucune rencontre de consultation n'a été réalisée par Hydro-Québec Production en 2004 car dès le début de cette année, Hydro-Québec Production débutait sa période d'information, effectuée par les divers moyens et activités décrits à la section 4.2. Le 14 septembre 2004, débutait la période d'information et de consultation du BAPE. Une commission du BAPE était ensuite nommée. La durée de son mandat s'est étendue du 8 novembre 2004 au 8 mars 2005.

Au cours de ces audiences publiques de l'automne 2004, divers sujets ont été abordés par les intervenants et par la commission du BAPE. Les principaux enjeux soulevés sont présentés ci-après.

### ***Audiences publiques du BAPE (2004)***

De manière générale, les effets de la modification des installations de stockage des déchets radioactifs, l'objet réglementaire des audiences, n'ont été qu'effleurés. La réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2 a pris une plus grande place que le projet des installations de stockage.

#### ***Première partie des audiences du BAPE***

En première partie des audiences, une douzaine de personnes se sont informées sur les différents aspects du projet, soit des citoyens et les représentants de groupes écologistes. Les intervenants n'ont demandé que très peu d'informations sur le projet de la nouvelle installation de gestion des déchets radioactifs solides (IGDRS). Seules quelques questions ont été posées sur les caractéristiques des installations existantes de stockage des déchets radioactifs, alors que les principales questions formulées rejoignaient les préoccupations recueillies lors de la consultation menée par Hydro-Québec Production en 2003 :

- la justification d'exploiter une centrale nucléaire au Québec ;
- la gestion actuelle et future des déchets radioactifs ainsi que les mandats des différentes instances gouvernementales à ce sujet ;
- la contamination possible de l'environnement par des rejets de la centrale nucléaire de Gentilly-2, notamment le tritium ;
- les impacts sur la santé découlant de l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 et la validité des études réalisées sur ce sujet ;
- les mesures de protection de la centrale nucléaire de Gentilly-2 contre les actes de terrorisme, ainsi que les risques d'accident ou d'erreur humaine ;
- le plan des mesures d'urgence et les assurances d'Hydro-Québec en cas d'accident.

De nouvelles questions de nature économique et financière se sont ajoutées comme :

- les coûts d'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 et les éventuels frais de son déclassement ;
- l'exactitude de l'évaluation des coûts du projet faite par Hydro-Québec et la précision de la méthode de calcul utilisée pour établir le coût de revient du kilowattheure de la centrale après sa réfection ;
- advenant la fermeture de la centrale, le type d'énergie, la provenance et son coût si l'énergie manquante est importée ;
- les différences et similitudes entre les analyses financières portant sur un projet hydroélectrique de réfection ou de construction et sur un projet de réfection d'une centrale nucléaire.

En première partie des audiences, la commission du BAPE a également demandé divers compléments d'information sur des sujets techniques comme le



fonctionnement de la centrale nucléaire, le mandat des différents organismes relativement à son exploitation, la gestion du combustible irradié et les mesures de sécurité appliquées à Gentilly-2.

### ***Deuxième partie des audiences du BAPE***

Comme précisé précédemment, la deuxième partie des audiences donne l'occasion au public de présenter un mémoire, verbalement ou par écrit, et de donner son opinion sur le projet. L'analyse des audiences du BAPE, faite par Hydro-Québec Production, a cerné les principaux arguments utilisés par les intervenants du public pour appuyer leur position favorable ou défavorable.

Les trois sujets les plus abordés dans les 61 mémoires portaient sur les questions économiques (45 mémoires), les aspects sociaux (40 mémoires) et les choix énergétiques (39 mémoires). La gestion des déchets radioactifs et les installations de stockage (36 mémoires) de même que l'environnement et la santé (33 mémoires) ont également fait l'objet d'une bonne part des mémoires. Les sujets liés aux aspects économiques ou sociaux de même qu'à l'environnement et à la santé ont été mentionnés dans une majorité (34 ou 35/45) de mémoires favorables au projet. La gestion des déchets radioactifs et des installations de stockage ainsi que les choix énergétiques se trouvaient davantage dans des mémoires défavorables (12/15) au projet.

Sur les 61 mémoires, 45 mémoires appuyaient le projet. Les appuis reçus par Hydro-Québec sont issus d'organismes du domaine de l'énergie, de nombreuses associations syndicales et professionnelles, d'organismes s'occupant de développement économique, du milieu de l'enseignement – surtout des universités – et de plusieurs retraités d'Hydro-Québec ayant œuvré pendant de nombreuses années à la centrale nucléaire de Gentilly-2.

Les intervenants favorables au projet ont insisté sur l'importance de poursuivre l'exploitation de la centrale nucléaire de Gentilly-2 parce qu'il s'agit d'une centrale fiable, sûre et sécuritaire. Leurs principaux arguments référaient aux nombreux emplois et aux importantes retombées économiques et sociales (notamment l'expertise dans le domaine du nucléaire au Québec) de l'exploitation de cette centrale nucléaire. Leur principale crainte est l'impact négatif, économique et social de la fermeture éventuelle de la centrale sur la région si le projet ne se réalise pas.

Outre les retombées sociales et économiques positives de la centrale de Gentilly-2 dans son milieu, les intervenants favorables au projet appuient leur position sur les principaux arguments suivants :

- la centrale nucléaire de Gentilly-2 n'émet pas de gaz à effet de serre et respecte les normes environnementales édictées par le gouvernement ;

- les doses de radiation auxquelles sont exposés les travailleurs de la centrale nucléaire de Gentilly-2 et la population sont inférieures à celles reçues naturellement ;
- la centrale nucléaire de Gentilly-2 est nécessaire pour assurer l'approvisionnement du Québec en électricité ; elle occupe une place stratégique dans le parc de production d'Hydro-Québec et aide à stabiliser son réseau de transport d'électricité ;
- la centrale nucléaire de Gentilly-2 produit une énergie de base à des coûts concurrentiels, son facteur d'utilisation est élevé et elle contribue à la diversification des filières de production d'énergie, renforçant ainsi la sécurité d'approvisionnement énergétique.

La gestion à court et long terme des déchets radioactifs a aussi été abordée dans les mémoires favorables pour préciser notamment que les technologies existantes sont fiables, que les solutions de gestion à long terme existent et que les centrales nucléaires produisent peu de déchets pour la quantité d'énergie produite.

Les intervenants défavorables au projet invoquent principalement les arguments suivants pour s'opposer au projet :

- la centrale nucléaire de Gentilly-2 ne produit, selon eux, qu'une faible portion de la production totale de l'électricité d'Hydro-Québec ; elle doit être remplacée par des sources d'énergie renouvelables ou des programmes d'économie d'énergie ;
- la filière nucléaire est en perte de vitesse à l'échelle mondiale et ne reçoit que peu d'appuis dans la population canadienne ;
- l'entreposage à long terme des déchets radioactifs pose des problèmes et le gouvernement du Québec s'y est opposé sur son territoire ;
- on craint les conséquences d'accidents (liés à des erreurs humaines ou à la dégradation des équipements) ou d'actes terroristes ;
- on s'interroge sur les risques de rejets et leurs effets dans l'environnement ; on juge insuffisantes les études de suivi et la surveillance ;
- on met en doute les estimations de coûts du projet faites par Hydro-Québec et on questionne les méthodes de calcul du coût de revient du kilowattheure.

Les opinions et les témoignages entendus en deuxième partie des audiences publiques du BAPE ont fait en sorte d'élargir la discussion sur les dimensions énergétiques et économiques du projet. De nouveaux sujets apparaissent, comme les impacts potentiels de la fermeture de la centrale nucléaire de Gentilly-2 ou son rôle significatif pour assurer l'approvisionnement en électricité au Québec. Les arguments comprennent davantage d'aspects positifs que négatifs, par exemple les retombées économiques importantes de la centrale, l'offre de nombreux emplois, un précieux savoir-faire ou encore l'absence d'émission de gaz à effet de serre. Les représentants de tous les syndicats des quelque 700 travailleurs de Gentilly-2 et plusieurs retraités de la centrale sont aussi venus témoigner de l'exploitation sûre et sécuritaire de la centrale nucléaire de Gentilly-2.

### *Conclusion générale*

Au terme des activités de communication réalisées jusqu'à présent et dans la poursuite de la démarche visant à obtenir les autorisations gouvernementales requises pour la réalisation du projet de modification des installations de stockage des déchets radioactifs et de réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2, Hydro-Québec Production propose des mesures d'atténuation des effets de même que des mesures de suivi et de relations avec le milieu. Les mesures d'atténuation relatives à la perception du risque comprennent plusieurs activités de communication avec le milieu (voir l'annexe M.1). Le chapitre 11 du présent rapport identifie, entre autres, les activités de suivi relatives à la perception du risque qui seront réalisées au fur et à mesure de l'avancement du projet de construction des nouvelles installations de stockage et des travaux de réfection. Ces activités de suivi concernent directement les relations avec le milieu.