

Mémoire présenté au BAPE dans le cadre du projet de modification des
installations de stockage des déchets radioactifs et réfection de la centrale
nucléaire de Gentilly-2

Elisabeth Varin, ing. Ph.D.

Décembre 2004

1. Introduction

Je désire par ce mémoire fournir au BAPE mon opinion des impacts sur le milieu du projet de modifications des installations de stockage des déchets radioactifs et réfection de la centrale de Gentilly-2.

Tout d'abord, je suis très satisfaite que la production électrique au Québec puisse se baser principalement sur l'énergie hydro-électrique. Cela diminue la production des gaz à effets de serre autrement créée par des centrales thermiques classiques (gaz, mazout ou charbon). Je supporte également la position actuelle d'Hydro-Québec de diversifier ses moyens de production électrique. La production de 675 MWe par la centrale de Gentilly-2 en est un exemple probant depuis 20 ans. Cet approvisionnement est indépendant du niveau d'eau dans les barrages. Cette diversification a également amené le projet de la centrale au gaz du Suroît et des parcs d'éoliennes en Gaspésie.

On ne peut jamais connaître à l'avance l'impact sur l'environnement d'un projet. Il faut rester lucide et responsable de nos choix. Il faut éviter de tomber dans le discours du *tout ou rien*. Il n'y a pas une solution unique pour limiter les impacts de l'activité humaine sur l'environnement, mais il y a un ensemble de solutions variées. On ne peut pas comme société limiter nos choix en limitant les domaines dans lesquels nous sommes actifs. Supposons qu'une grande partie des travailleurs spécialisés oeuvrent dans le domaine de l'aéronautique alors que d'autres domaines d'activité, (la construction d'automobiles, d'ordinateurs), sont sous financés et abandonnés. Comment la société va-t-elle se relever d'une crise majeure avec perte d'emplois dans le domaine aéronautique ? Nous devons prendre les responsabilités de nos choix comme société. Les gouvernements ne sont pas là pour absorber les erreurs à coût de millions en aide sociale.

| |
|---|
| Je suis convaincue que le projet proposé doit être réalisé car il donne une flexibilité dans les moyens de production d'électricité et qu'il contribue à amortir l'investissement réalisé depuis 20 ans dans le domaine de l'énergie nucléaire. |
|---|

Je sais que le nucléaire est associé à « l'arme nucléaire ». Cependant nous parlons ici de production d'électricité donc de développement humain et non de destruction. Je veux présenter une vision différente de la perception des risques liés au projet afin que les membres de la commission aient accès à l'ensemble de la problématique. Après avoir énoncé les impacts positifs du projet sur le Québec, je vais donner une idée des effets des radiations sur la santé et en particulier ceux liés à la réalisation du projet. Je parlerai ensuite comment la fréquence d'accidents nucléaires est fortement minimisée par la conception des réacteurs CANDU et l'exploitation responsable de Hydro-Québec. Finalement je voudrais utiliser quelques exemples pour montrer que le choix de maintenir les activités de la centrale n'entraînera pas plus de décès que le nombre d'autos dans la région.

2. Impacts du projet

Les stockages de déchets radioactifs à la centrale de Gentilly-2 sont divisés en deux aires :

- l'aire de stockage à sec du combustible irradié (ASSCI)
- l'aire de stockage des déchets radioactifs (ASDR)

Dans le document du promoteur sur l'étude d'impact sur l'environnement du projet¹, on présente les espaces disponibles dans chacune des aires de stockage. En maintenant une exploitation à pleine puissance de la centrale nucléaire jusqu'en 2013, on devra stocker environ 10000 grappes de plus que ne peuvent en contenir les modules de stockage du combustible irradié CANSTOR actuellement sur le site. De même les déchets radioactifs solides produits d'ici 2013 nécessiteront de nouvelles installations de stockage.

Le projet comporte la modification, en les augmentant, des aires de stockage des déchets radioactifs et également la réfection de la centrale pour prolonger son exploitation jusqu'en 2035. L'étude sur la réfection de la centrale Gentilly-2 montre la bonne tenue des équipements conventionnels et une usure normale des composants propres aux réacteurs nucléaires. De plus, l'amélioration continue des équipements, de leur fiabilité et des procédures d'exploitation permet la mise à jour de la centrale aux normes des années 2000 de façon harmonieuse.

Le maintien des activités de la centrale offre

1. 675 MW d'électricité sur le réseau, soit 5 milliards de kWh par an. Cette énergie est disponible une grande partie de l'année et sert de base au réseau électrique.
2. 650 emplois directs de haut niveau
3. un moteur économique important pour la région de la Mauricie,
4. une valorisation des connaissances et de l'expertise en génie nucléaire au Québec.

En effet, Hydro-Québec supporte la recherche et le développement en génie nucléaire dans trois universités québécoises, soit l'École Polytechnique de Montréal, l'Université du Québec à Trois-Rivières et l'Université Laval. Les développements qui y sont réalisés depuis 20 ans, sont reconnus à travers le monde. La technologie de simulation des centrales nucléaires développée au Québec est la référence pour les calculs de sûreté des installations par la Commission Canadienne de sûreté nucléaire (CCSN). Les laboratoires de recherche à travers le monde utilisent également cette technologie. La formation dispensée dans ces trois établissements universitaires assure à Hydro-Québec du personnel très qualifié pour l'exploitation et l'amélioration constante de la centrale de Gentilly-2.

¹ Hydro-Québec Production, "Modification des installations de stockage des déchets radioactifs et réfection de la centrale nucléaire de Gentilly-2, Etude d'impact sur l'environnement", Volume 1, déc. 2003.

3. Effets des radiations et radioactivité naturelle

L'effet des radiations sur le milieu exposé est une fonction de l'énergie déposée par masse de tissus. Ainsi on définit la dose absorbée plutôt que l'exposition, l'unité de dose est le Gray (Gy). Un Gray (Gy) est la dose absorbée qui correspond au dépôt d'énergie de 1 Joule par kg de tissus. Comme les différents types de radiations déposent différemment leur énergies, on parle plutôt de *dose équivalente* qui tient compte des types de radiations, une dose équivalente est donnée en sievert (Sv), pour une dose absorbée mesurée en Gy.

Les effets biologiques des radiations sur les humains ont surtout été observés pour de hautes doses absorbées.² En résumé, les effets immédiats d'une dose sont

- au-delà de 6 Gy, la personne décède des radiations dans 80% des cas
- entre 5 et 3 Gy en peu de temps, la dose est fatale dans 50% des cas en dedans de 2 mois.
- entre 1 et 4 Gy, on observe des symptômes somatiques avec des chances de décès pour la limite haute.
- en bas de 1 Gy, il n'y a généralement pas de symptômes.

On remarque que les limites sont données en Gy, ce qui équivaut à des Sv car les études ont été faites sur des radiations de gammas.

Pour des doses plus faibles, il n'y a pas d'effets directs mais le risque de cancer est largement augmenté par les radiations. Les autorités américaines ont établi qu'une personne moyenne qui reçoit 0.1 Sv = 100 mSv (milli Sv) a 0.8% de chances de développer un cancer mortel, soit 8 chances sur 1000.

En dessous de 50 mSv, on dit que la dose est faible. Les effets pour de larges doses ont été mesurés ou constatés et démontrent un effet linéaire des radiations, c'est-à-dire que le risque de cancer augmente avec la dose. Par contre pour de faibles doses, il n'existe pas de relations claires des effets des radiations sur la santé humaine. Comme on préfère surestimer un risque sur la santé que le sous-estimer, les organismes de surveillance comme la Commission Canadienne de sûreté nucléaire ont considéré que le lien entre le risque de cancer et la dose est maintenue jusqu'à la dose 0. Ainsi on utilise que le risque de développer un cancer possiblement fatal est de 0.05 par Sv de dose absorbée.

Radioactivité naturelle

Toute ces valeurs de doses et de risques de cancer sont pour le moins inquiétants mais qu'en est-il pour un individu quelconque ?

D'abord les radiations et la radioactivité sont présentes partout dans la nature sans intervention humaine. Ainsi la radioactivité terrestre provenant des radionucléides dans le sol et des rayons cosmiques donne une dose annuelle de 0.3 mSv, en moyenne sur toute la population. Cette valeur peut varier grandement selon la proximité de roches contenant des radionucléides. La présence de Radon dans les sous sols de maisons peut fournir une

² D. Bodansky, *Nuclear Energy - Principles, practices and prospects*, AIP Press, New York, 1996

dose de 1 mSv par an en moyenne sur la population. On peut également recevoir des radiations lors d'examens médicaux comme des radiographies ou des examens au Barium. On peut compter une dose annuelle moyenne de 0.5 mSv sur toute la population.

Au total, chaque individu est exposé en moyenne à 2 mSv par an même dans un environnement où on ne produit pas de radiations par l'activité humaine. Pour la production de radiations par l'activité humaine, la CCSN a établi les limites réglementaires de dose de radiations à 1 mSv par an pour la population et de 5 mSv par an pour les travailleurs du secteur nucléaire.

Si quelqu'un reçoit la dose maximale prévue par la CCSN, le risque qu'il développe un cancer est de 3 sur 20000.

4. Fréquence d'accidents

Le risque par définition est le produit de la fréquence d'un événement par la gravité de l'événement. On sépare donc le discours entre la probabilité d'accidents et la conséquence de l'accident.

La fréquence des accidents lors de l'exploitation d'une centrale nucléaire est prise en compte dans les normes de sûreté des installations et les procédures d'exploitation. La conception des réacteurs CANDU tel que celui de Gentilly met de l'avant le principe de défense en profondeur, ou encore de barrières de protection. Ce principe impose que pendant l'exploitation, les produits de fission radioactifs produits par la fission nucléaire soient contenus dans:

- un matériau céramique, qui résiste à haute température et à la pression interne provenant des gaz émis.

- Ce matériel est contenu dans une gaine de combustible qui résiste à la pression interne et à la corrosion venant de l'eau qui circule autour.
 - Les crayons de combustible sont à l'intérieur du circuit d'évacuation de la chaleur (caloporteur)
 - Les crayons de combustible sont également dans la calandre du réacteur qui est entourée d'écrans de protection aux radiations en béton
 - Le tout est situé dans le bâtiment réacteur étanche.

Certes cette approche de poupées russes peut quand même offrir des failles mais le nombre de pelures d'oignons diminuent beaucoup les chances que toutes ces barrières flanchent en même temps. Si les produits de fission se retrouvent dans le circuit d'évacuation de la chaleur (circuit caloporteur), ce dernier est également confiné dans le bâtiment réacteur. Ce principe de barrières protectrices superposées a permis de limiter et même d'arrêter les relâchements potentiellement radioactifs lors de l'accident de Three Miles Island en 1979.

En effet, lors de cet événement, le réacteur (la cuve), a été très abîmé, une partie du combustible a fondu. Des produits radioactifs se sont échappés du bâtiment réacteur par une valve du circuit primaire. Comme le réacteur a été abîmé, l'hydrogène produit par

réaction à hautes températures entre l'eau et le Zirconium qui gaine le combustible nucléaire s'est échappé dans le bâtiment réacteur. L'explosion créée par la recombinaison de l'hydrogène et de l'oxygène de l'air a exercé une pression de 2 bars sur l'enceinte de confinement sans aucune conséquence pour cette dernière.³

Dans cet accident, le bâtiment réacteur a agi comme barrière de protection active et étanche aux relâchements radioactifs. Les relâchements observés sont dus à une mauvaise conception du procédé qui laissait une partie du circuit primaire à l'extérieur du bâtiment réacteur et aux informations incomplètes fournies aux opérateurs. Ces problèmes ont été résolus suite à l'accident et pour tous les réacteurs.

Cependant pendant l'accident, la dose de radiation maximum reçu par un individu dans la population autour de la centrale de TMI est inférieure à 0.001 Sv, ce qui représente une dose la moitié plus petite que la dose efficace annuelle liée à la radioactivité naturelle, notamment le Radon. La dose maximale pour les travailleurs de la centrale pendant l'accident a atteint 0.04 Sv, ce qui reste à l'intérieur des limites pour les travailleurs du nucléaire de 0.05 Sv/an.²

Je comprends l'opinion de certains qui affirment qu'il a fallu un accident à TMI pour mettre en évidence les défauts dans certains systèmes de la centrale, donc il est difficile de faire confiance aux discours des ingénieurs et scientifiques. Je voudrais mettre un bémol à cela. D'abord ces mêmes ingénieurs et scientifiques ont conçus cette centrale pour produire de l'électricité en protégeant l'environnement, ce qu'ils ont réalisé. Ils ont commis des erreurs ou oublis, qui ont eu néanmoins un effet très limité sur l'environnement. On souhaite toujours trouver des responsables pour tout ce qui arrive à l'humanité, à défaut on accuse les personnes qui nous ont créées.

Si on applique ce même modèle de pensées à d'autres activités humaines, on en arrive à des situations que notre société n'est pas prête à accepter. Par exemple : Est-ce que l'on pense que tel modèle d'automobiles est conçu pour protéger ses usagers de tout dommage? Il faut croire que non, autrement pourquoi aurions nous besoin de contrôle par la police sur la vitesse et le respect des règles de conduite.

Les constructeurs automobiles développent de plus en plus de procédés (ceinture de sécurité, cousins gonflables...) pour limiter la mortalité et les blessés liés à l'utilisation de la voiture. Donc ce sont les accidents qui ont guidés ces développements et les ingénieurs et scientifiques n'avaient pas estimés toutes les conséquences de leur conception.

5. Risques individuels de décès

Dans un premier temps, on reproduit dans le tableau 1 le risque individuel de décès par an par type d'accident.⁴ Les accidents choisis sont des accidents courant dans l'activité humaine.

³ J. Libman, *Elements of Nuclear Safety*, Editions de Physique, 1996

⁴ L.Gillon, *Le nucléaire en question*, Duculot, 1986.

Tableau 1- Risques individuels de décès pour diverses causes accidentelles
(Population des Etats-Unis 1969)

| Type d'accident | Nombre total d'accidents | Risque individuel de décès par an |
|-----------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Automobile | 55 971 | 3 sur 10 000 |
| Chute | 17 827 | 9 sur 100 000 |
| Incendie | 7 451 | 4 sur 100 000 |
| Noyade | 6 181 | 3 sur 100 000 |
| Voyage aérien | 1 743 | 9 sur 1 000 000 |

Si on applique ces risques de décès à la population affectée par le projet de Gentilly-2, on obtient les valeurs données dans le tableau 2. On a utilisé la population des MRC et de la ville de Trois-Rivières telle que fournie par Statistiques Canada suite au recensement de 2001, soit 42584 habitants pour les MRC de Bécancour et de Nicolet-Yamaska, et 139577 habitants pour Trois-Rivières et la MRC des Chenaux.

Tableau 2 – Risques de décès pour diverses causes accidentelles pour la population résidant autour de la centrale de Gentilly-2

| Type d'accident | Nombre de décès prédits par an MRC Bécancour et MRC Nicolet-Yamaska | Nombre de décès prédits par an Trois Rivières et MRC des Chenaux |
|-----------------|---|--|
| Automobile | 13 | 42 |
| Chute | 4 | 12 |
| Incendie | 2 | 5 |
| Noyade | 1 | 4 |
| Voyage aérien | 1 par 3 ans | 1. |

Le nombre de cancers développés pour cause de radioactivité naturelle est de 6 personnes par an dans les MRC de Bécancour et de Nicolet-Yamaska et de 21 personnes par an dans Trois-Rivières et la MRC des Chenaux.

Voyons maintenant l'effet de la présence de la centrale de Gentilly-2. En exploitation normale du site, la réglementation impose une dose maximale de 1 mSv par an. Au cas d'un accident dont les conséquences seraient semblables à celui de la centrale de Three Mile Island, on considère une dose individuelle maximum de 1 mSv. Donc on aurait un nombre de cancers développés pour cause de radioactivité de 15 personnes pour la population totale autour de la centrale.

Certes l'effet des activités de la centrale sur les chances de développer un cancer est de plusieurs personnes par année en plus des cas liés à la radioactivité naturelle. Cependant

le nombre de décès probables dans la région à cause de la circulation automobile est 3 fois plus élevé que le nombre de personnes atteintes du cancer par radiation. Ces personnes ne sont pas décédées cette année. Leurs chances de survie sont très bonnes avec le traitement par radiothérapie (procédé dérivée de la production d'énergie par fission nucléaire).

6. Conclusion

J'ai voulu montrer dans ce mémoire que l'on peut regarder le problème du risque nucléaire et de l'effet des radiations d'une façon non alarmiste à la lumière des autres risques habituellement acceptés dans notre société. La génération d'électricité par l'énergie nucléaire ne conduit pas à la production de gaz à effets de serre. Elle a des dangers liés aux effets des radiations, cependant comme je l'ai montré on en connaît les conséquences et la gravité des conséquences des radiations est similaire à d'autres types d'accidents.

En conséquence, je pense que le projet de modifications des installations de stockage des déchets radioactifs et réfection de la centrale de Gentilly-2 doit être approuvé. Ce projet garantit une production de 675 MWe sans gaz à effets de serre jusqu'en 2035.

Il faut encourager les gens à poser un regard critique sur des projets de développement humain et leurs impacts positifs et négatifs. Le principe de précaution, qui établit qu'il vaut mieux refuser un projet donc on ne connaît pas les conséquences, ne peut se placer en opposition au développement de la société humaine. Ainsi on ne connaît pas l'effet des gaz à effet de serre sur la santé humaine, mais on n'en utilise pas moins nos autos tous les jours.

Je crois que la société québécoise doit rester vigilante et que le processus auquel nous participons est essentiel pour respecter nos engagements face à nos enfants et à la planète.