

<b>Postulat 18.4107: Valeurs limites de dose pour les installations nucléaires, le rayonnements radioactif et la radioprotection – Rapport d'accompagnement</b>		
Version:	01.06 2023	Auteurs: François BOCHUD Didier GAVILLET Patrick MAJERUS

## 1. Introduction

Un groupe de trois experts indépendants a été constitué dans le but de répondre au postulat 18.4107. Ce groupe est constitué des trois auteurs de cette étude; ils assurent un apport équilibré de compétences dans les domaines de la radioprotection et de la sûreté nucléaire. Tout d'abord, ce groupe d'experts a défini les conditions-cadres concernant le rapport d'audit requis par le postulat et a ensuite sélectionné l'organisme de soutien technique français IRSN, considéré comme un organisme indépendant approprié pour rédiger le rapport d'audit. Le groupe a préparé un appel d'offre comprenant les trois questions principales suivantes:

1. Comment la législation suisse en matière de radioprotection se compare-t-elle aux meilleures pratiques internationales?
2. Comment comparer les niveaux de risque acceptables d'une centrale nucléaire avec d'autres sources de dissémination de la radioactivité et d'irradiation externes?
3. Quelles sont les discussions actuelles dans les domaines de la science et de la recherche concernant les faibles doses de radiations ionisantes?

Le groupe d'experts a suivi les travaux de l'IRSN, vérifié la plausibilité de leur rapport et préparé la présente évaluation.

## 2. Comment la législation suisse en matière de radioprotection se compare-t-elle aux meilleures pratiques internationales?

Cette question est abordée principalement dans le chapitre 5 du rapport de l'IRSN. L'IRSN a recensé les différentes réglementations et recommandations internationales et les a comparées au cadre réglementaire suisse.

L'IRSN insiste sur le fait que la sûreté d'une installation nucléaire n'est pas uniquement vérifiée par le respect d'une limite de dose résultant du fonctionnement normal ou d'une situation accidentelle, mais repose sur l'application de principes de sûreté (défense en profondeur) inscrits dans le cadre réglementaire (directive de l'IFSN et réglementation suisse). Les limites de dose sont utilisées pour vérifier l'application de ces prescriptions. En d'autres termes, il faut évaluer les valeurs limites de dose en tenant compte de la prudence sous-jacente incluse dans son évaluation ou son calcul.

En comparant la réglementation suisse aux pratiques internationales, l'IRSN relève les points suivants:

- Les fréquences définies dans la réglementation suisse ( $10^{-4}$  à  $10^{-2}$ ;  $10^{-6}$  à  $10^{-4}$ ) pour les accidents de dimensionnement (défaillances) sont conformes aux recommandations de l'AIEA.
- Le concept de contrainte de risque associée à l'exposition potentielle est utilisé, sur la base de la CIPR, dans différents pays pour la conception des installations de stockage définitif des déchets, mais pas directement pour l'évaluation de la sûreté des installations nucléaires.
- La contrainte de dose définie dans la réglementation suisse est plus prudente (d'un facteur 10) que la recommandation de la CIPR (chapitre 5.2.1 / tableau 4).
- L'AIEA indique que les doses de rayonnement résultant de l'exploitation ou d'un accident doivent rester en dessous des limites acceptables, mais ne donne pas de valeurs numériques spécifiques. De même, EURATOM ne fixe pas de limites quantitatives pour les conséquences radiologiques en termes de fréquence estimée des événements.

- Le critère de 1 mSv pour des accidents dont la fréquence est comprise entre  $10^{-2}$  et  $10^{-4}$  figure parmi les valeurs les plus faibles des critères de dose dans les pays considérés; le critère de 100 mSv pour des accidents dont la fréquence est comprise entre  $10^{-4}$  to  $10^{-6}$  se situe à la limite supérieure, mais est conforme aux pratiques standards internationales. Comme cela est mentionné à plusieurs reprises dans le rapport de l'IRSN, les contraintes de dose définies dans une réglementation doivent toujours être évaluées / comparées en considérant le degré de prudence de leur détermination, le temps d'intégration, le groupe de personnes auquel elles s'appliquent et la localisation de ce groupe (distance par rapport au site de l'accident). Une comparaison directe de la contrainte de dose appliquée dans les différents pays est très difficile, en raison d'approches parfois très différentes (comme le montre la présentation de la réglementation française dans le chapitre 3 du rapport de l'IRSN). Par exemple, en Suisse, la dose doit être évaluée pour le groupe de population le plus touché, vivant à la limite du site nucléaire et mangeant des aliments locaux, ce qui est une approche très prudent.
- La Suisse est le seul pays à appliquer strictement les critères de dose demandant la mise à l'arrêt (temporaire) de l'installation en cas de non-conformité.
- La réglementation suisse s'applique à toutes les installations nucléaires (et pas seulement aux centrales nucléaires); ce point est commenté plus en détail dans le chapitre suivant de cette étude.

L'IRSN conclut que, compte tenu de la prudence incluse dans les directives réglementaires et de l'approche normative utilisant la valeur seuil de manière stricte, le cadre suisse est parfaitement en accord avec les bonnes pratiques de sécurité internationales relatives aux installations nucléaires.

### **3. Comment comparer les niveaux de risque acceptables d'une centrale nucléaire avec d'autres sources de dissémination de la radioactivité et d'irradiation externes?**

L'approche suisse consistant à appliquer les mêmes critères (occurrences et conséquences) quel que soit le type d'installation est tout à fait unique. En général, les pratiques internationales utilisent plutôt les évaluations probabilistes exclusivement pour les centrales nucléaires et, dans certains cas, pour d'autres installations du cycle du combustible nucléaire. Pour les installations émettant des radiations de plus petite taille, des approches déterministes sont appliquées, par exemple pour éliminer les situations dangereuses. Comme indiqué à la page 39 du rapport de l'IRSN, il est en effet difficile d'appliquer une approche semblable de la sûreté pour tous les types d'installations émettant des radiations, principalement en raison de la grande variété de ces installations aux caractéristiques parfois uniques ou très spécifiques.

Le fait que la législation adopte la même approche peut faire penser que la comparaison des différents risques radiologiques est facile et sans ambiguïté. Le rapport de l'IRSN ne fournit pas de comparaison avec l'exposition au radon, ni avec les expositions d'ordre médical. Le radon est par exemple à l'origine d'une exposition annuelle de l'ordre de 1 à 3 mSv/personne en moyenne dans toute l'Europe. Ces valeurs sont très similaires aux expositions d'ordre médical. Ces deux types d'exposition cumulent donc une exposition de plusieurs dizaines et, plus rarement, de plusieurs centaines de mSv au cours de la vie d'un-e citoyen-ne européen-ne. Toutefois, il est important de noter la différence entre les expositions «réelles» et une exposition potentielle pouvant se produire avec une certaine probabilité et calculée à l'aide d'hypothèses plutôt prudentes. Réaliser une comparaison des valeurs selon une approche simpliste n'est donc pas pertinent, étant donné leurs contextes très différents.

Si le risque pour la santé d'une exposition réelle de 100 mSv peut être indiqué, il n'existe pas de lien direct entre un critère de dose juridiquement contraignant utilisé à des fins de sécurité et le risque encouru par toute personne vivant à proximité d'une installation nucléaire. Mais une dimension émotionnelle relative vient s'ajouter aux preuves scientifiques dans la perception des risques. (à la

situation mentionnée ci-dessus) La plupart des gens perçoivent les risques liés aux installations nucléaires comme étant très élevés, alors que d'autres situations d'exposition, notamment médicale et au radon, sont considérées comme présentant peu de risques, même si l'impact sur la santé de ces deux situations est finalement plus élevé.

En ce qui concerne les accidents nucléaires et radiologiques, la CIPR recommande d'adopter un niveau de référence compris entre 20 et 100 mSv pour la protection de la population, dans la première année suivant un accident. Il convient d'ajouter que les niveaux de référence constituent la base pour définir la stratégie d'intervention. Sur la base de cette stratégie, des mesures de protection sont définies afin de protéger la population contre des taux d'expositions supérieures. Il ne s'agit toutefois pas d'une limite à ne pas dépasser. Les doses calculées dans le cadre d'une évaluation de la sûreté ne tiennent pas compte des effets des mesures de protection.

Compte tenu des différences dans la manière dont la dose est exprimée, dont l'exposition est calculée et dont le critère lui-même est défini, il est difficile et souvent inutile de simplement comparer une seule dose calculée pour en tirer des conclusions quant à la solidité de la sûreté nucléaire.

#### **4. Quelles sont les discussions actuelles dans les domaines de la science et de la recherche concernant les faibles doses de radiations ionisantes?**

Cette question des effets de faibles doses de radiations ionisantes faisait partie d'un précédent postulat<sup>1</sup>, pour lequel un rapport du Conseil fédéral a été publié le 2 mars 2018. Elle a également été abordée dans un autre postulat récent du Conseil national<sup>2</sup>, demandant indirectement au Conseil fédéral d'actualiser le rapport de 2018, ce qui démontre que la question posée à l'IRSN dans cette partie est toujours d'actualité.

Le chapitre 6 du rapport de l'IRSN aborde cette question en discutant brièvement de la pertinence du rapport de 2018, avant de passer en revue les études épidémiologiques récentes relatives au risque de développer un cancer ou des pathologies non-cancéreuses, puis terminer par un inventaire des études en cours.

L'IRSN considère que le rapport 2018 est de bonne qualité, non exhaustif mais complet et équilibré. Il fournit une bonne synthèse de l'état des connaissances épidémiologiques sur les effets des faibles doses en 2018. Les conclusions sont en adéquation avec l'état des connaissances. Leur importance vis-à-vis du système de radioprotection est clairement explicitée.

Le chapitre 6 du rapport de l'IRSN fournit une excellente synthèse des études épidémiologiques sur les survivants des bombardements d'Hiroshima et de Nagasaki, les patients, les travailleurs, l'environnement, ainsi que les dernières synthèses et méta-analyses. Ces études renforcent clairement la compréhension scientifique des effets de faibles doses de rayonnement sur le risque de cancer. Les résultats montrent aujourd'hui des excès de risque de cancers est à des niveaux de dose de l'ordre ou inférieurs à 100 mSv, au moins pour l'ensemble des cancers et également pour certains types de cancer. Ce niveau de dose correspond typiquement à ce qu'une personne vivant en Suisse reçoit en moyenne sur une période d'environ 20 ans. Étant donné qu'en l'absence de rayonnement, le risque de développer un cancer est d'environ 50 %, un tel résultat épidémiologique démontre la qualité des études récentes. Plusieurs organisations internationales (CIPR, NCRP, UNSCEAR, NCI) concluent qu'il existe de plus en plus de preuves des effets cancérigènes des rayonnements ionisants à faible dose, et que l'hypothèse de l'absence d'un seuil à des fins de radioprotection semble pertinente et raisonnable. Plusieurs études récentes ont été publiées sur les pathologies non-cancéreuses induites par les radiations ionisantes, à savoir des maladies du système circulatoire et du système nerveux central, des

<sup>1</sup> Le [postulat 08.3475](#) a donné lieu à la publication d'un rapport détaillé ([en français](#) et [en allemand](#)) sur les effets de faibles doses sur les êtres humains ainsi et l'évaluation des risques.

<sup>2</sup> Le [postulat 23.3415](#), intitulé «Rayonnements ionisants à faible doses. Adapter les recommandations à l'état actuel des connaissances», a été soumis le 17.03.2023.

opacités cristallines et des effets héréditaires. Bien qu'un nombre croissant de résultats semblent indiquer l'existence d'un excès de risque aux faibles doses, les incertitudes restent très importantes et l'hétérogénéité des résultats limite fortement la capacité de caractérisation des risques. Plusieurs groupes d'experts participent aux travaux de l'UNSCEAR, qui devraient permettre de consolider nos connaissances sur les effets des faibles doses dans les années à venir.

Par ailleurs, la CIPR a récemment lancé un processus de mise à jour du système de radioprotection. Plusieurs groupes de travail ont été mis en place, auxquels participent également des membres d'institutions suisses. Par exemple, sur l'amélioration de la classification des effets des rayonnements sur la santé, sur les facteurs de variation de la réponse individuelle à l'exposition aux rayonnements, ou sur les risques de maladies du système circulatoire. Ces groupes de travail devraient également fournir de nouvelles synthèses sur les effets des faibles doses dans les années à venir.

Les principales conclusions de l'IRSN sont donc que le rapport 2018 reste tout à fait pertinent. Elles sont même renforcées par le fait que les études épidémiologiques les plus récentes soutiennent la pertinence du modèle linéaire sans seuil comme base de la radioprotection. En ce qui concerne les pathologies non-cancéreuses, bien que la tendance semble indiquer l'existence d'un excès de risque soit de plus en plus probable, on ne dispose pas à l'heure actuelle de suffisamment de preuves pour étayer cette hypothèse.

## 5. Conclusions du rapport IRSN

La législation suisse est conforme aux recommandations internationales et au cadre juridique des pays présentant un niveau de développement comparable. L'utilisation de limites strictes pour exiger la mise à l'arrêt d'une centrale est une particularité suisse que l'on ne retrouve pas ailleurs, même si l'analyse de la relation entre la probabilité d'occurrence d'un événement et la dose dans la population est largement utilisée dans les pays voisins. Cette différence d'approche rend la comparaison au niveau international difficile, et l'IRSN s'est explicitement refusé à la faire. Lorsque l'on tente de le faire, on constate que la valeur limite adoptée par la Suisse est l'une des plus élevées. Toutefois, cette situation est contrebalancée par le scénario prudent d'un enfant vivant à proximité de la centrale et mangeant des aliments locaux.

La comparaison du risque de l'industrie nucléaire avec d'autres sources de rayonnement, comme la médecine ou l'environnement, n'a pratiquement pas été abordée dans le rapport de l'IRSN. Sans doute parce qu'il est clair depuis longtemps que le niveau de tolérabilité et d'acceptabilité d'un risque ne dépendent pas uniquement de facteurs objectifs et quantifiables comme la dose, mais également de facteurs comme la connaissance du vecteur, l'éthique, la sensibilité, la nature des effets, la confiance que l'on peut avoir dans les responsables, etc. Un groupe de travail de la CIPR, auquel participe un représentant suisse, travaille actuellement sur ce sujet.

Il est également important de souligner la différence entre une exposition existante, y compris pour les expositions médicales, professionnelles ou naturelles, et une valeur limite de dose, calculée sur la base d'hypothèses et par rapport à des circonstances plus ou moins probables.

Les principales conclusions du rapport 2018 du Conseil fédéral sur l'évaluation des risques restent valables. Les études les plus récentes soutiennent notamment l'application du modèle linéaire sans seuil comme base prudente de la radioprotection en Suisse, et le respect des limites de dose fixées par la législation garantit que ce risque est tolérable pour la population. Cela justifie la poursuite de l'application du principe d'optimisation en radioprotection, qui consiste à réduire les doses au niveau le plus bas que raisonnablement possible.

En conclusion, le rapport de l'IRSN ne remet pas en cause la législation suisse et les limites qui lui sont associées.

Les trois experts indépendants et auteurs de cette étude sont d'accord avec cette conclusion.