



Modélisation d'un accident nucléaire majeur hypothétique à la centrale nucléaire de Tricastin à partir de 1 096 situations météorologiques et analyse de son impact sanitaire

Piguet Frédéric-Paulⁱ, Eckert Pierreⁱ, Knüsli Claudioⁱⁱ, Hélder Peixotoⁱⁱⁱ, Giuliani Gregoryⁱⁱⁱ

Version 0 du résumé exécutif: 2021.06.17

ⁱ Institut Biosphère, Genève; ⁱⁱ IPPNW (Suisse), Lucerne; ⁱⁱⁱ Institut des sciences de l'environnement, Université de Genève.

Sponsor de l'étude : Greenpeace (France)

Résumé exécutif

Introduction

L'objectif de cette analyse interdisciplinaire est d'étudier la distribution de la radioactivité qui serait libérée en cas d'un accident majeur dans la centrale nucléaire du Tricastin, en France. Le rejet de matières radioactives peut avoir un impact sur la santé de la population, polluer le sol et nécessiter l'évacuation de longue durée des habitants. La question est de prendre la mesure de l'impact d'un accident de niveau 7 selon l'échelle INES afin de fournir des données utiles aux responsables de la protection de la population.

Méthodologie

Le terme « accident nucléaire majeur » renvoie à une rupture de confinement, que son origine soit technique, géologique ou humaine (négligence et malfaisance). Les rejets sont calculés à partir de l'inventaire cœur d'un réacteur de 2785 Mégawatts thermiques² établi par Électricité de France (EDF) et les ordres de grandeur d'un accident de type S1 décrit par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

Concernant la taille du rejet radioactif, nous avons comparé les 19 nucléides de Tchernobyl dont le rejet est documenté et correspondent à la liste des nucléides retenue pour le Tricastin. Sachant cette limitation de la littérature, le rejet du Tricastin représenterait 67 % du rejet de Tchernobyl. Si l'on pondère ce rejet avec les facteurs de dose de l'inhalation, il équivaut à 64% de celui de Tchernobyl.

Sur le plan de la dispersion des matières radioactives dans l'environnement, 1096 simulations météorologiques ont été faites pour les années 2017, 2018 et 2020 en utilisant le logiciel d'étude de la dispersion Hysplit (de la NOAA américaine) dont la résolution est de 0.25° de latitude et de longitude³. L'impact sur les sols a été analysé à partir des cartes 'Corine', à une résolution de 100 mètres (cartes éditées par le programme européen *Copernicus* et qui couvrent 39 pays européens). L'impact sur différents types de couverture du sol (herbacés, cultures et autres) sont exprimés en Becquerels.

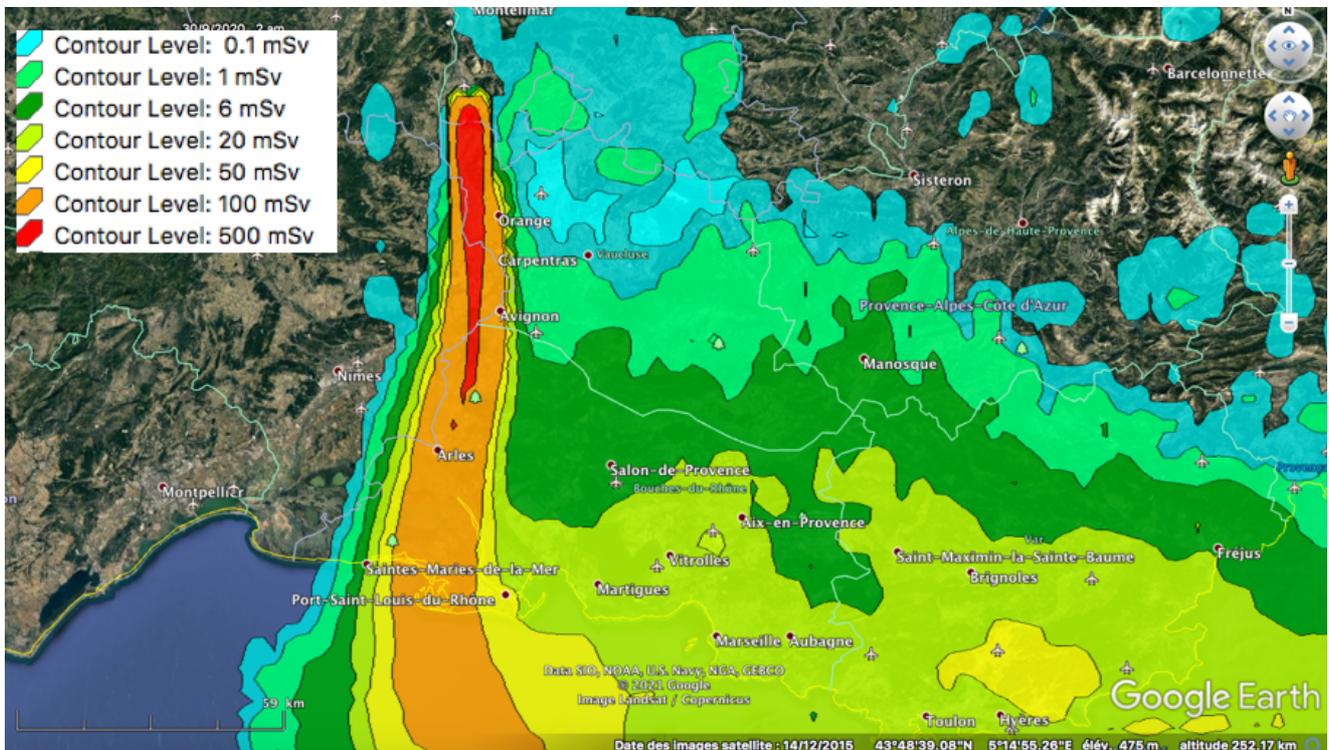
L'évaluation de l'impact sur la population a été analysé à partir de cartes à 1 km de résolution de WorldPop. Nous avons pris en compte 51 pays européens ou proches de l'Europe (depuis les pays du Sud de la Méditerranée et, à l'Est, jusqu'à Moscou). L'impact sur la population est évalué sous deux angles complémentaires : 1° Le passage du nuage radioactif en regard de l'inhalation, selon une simulation totale de 72h. 2° L'irradiation de la déposition radioactive sur les sols (l'irradiation est mesurée sur une année en tenant compte de la demi-vie des éléments radioactifs et d'un facteur 'indoor' de 0.4). L'analyse du nombre de personnes exposées est structurée par les limites de dose annuelles exprimées en Sieverts pour différentes catégories de population telles que fixées par la Directive 2013/59/Euratom du Conseil. L'évaluation de l'impact sur les populations dépend d'hypothèses simplifiées sur le comportement des populations lors du passage du nuage.

¹ Auteur pour la correspondance : Frédéric-Paul Piguet, Institut Biosphère, CH-1226 Genève, fppiguet@institutbiosphere.ch

² Les quatre réacteurs de 2785 Mégawatts thermiques du Tricastin ont une capacité nette de 915 Mégawatts électriques.

³ Il n'a pas été possible de traiter de l'année 2019 du fait de fichiers météo manquants dans la série que nous utilisons.

Le bilan sanitaire des effets déterministes sur les tissus n'est pas évalué. En revanche, les effets stochastiques des rayonnements ionisants sur la santé ont été estimés à partir de la dose efficace collective engagée (*collective committed effective dose – CCED*). La radioactivité artificielle qui s'ajoute à la radioactivité naturelle accroît le risque de micro-blessures à l'échelle cellulaire, et donc accroît le nombre de maladies radio-induites que l'étude cherche à quantifier.



Résultats

Nombre de personnes impactées par le nuage et situation d'urgence

Concernant le passage du nuage, en moyenne, plus de 13 000 000 de personnes recevraient une dose supérieure à 1 mSv, qui est la limite pour le public. Plus de 590 000 personnes en moyenne recevraient une dose supérieure à 20 mSv, qui est la limite pour les radiologues et les salariés du nucléaire. Concernant les situations dites d'urgence, en moyenne, plus de 137 000 personnes seraient confrontées à une dose supérieure à 100 mSv – seuil à partir duquel le dilemme 'évacuation préventive pour qui' et 'confinement absolu pour qui d'autre' se poserait et devrait être résolu et mis en œuvre de façon cohérente en quelques heures ; le chiffre serait même supérieur à 275 000 personnes dans 10% des situations météorologiques, cependant qu'à l'autre bout du spectre, il serait inférieur à 35 000 personnes dans 10% des cas. Cela étant, les habitants de plusieurs villes pourraient faire face, dans certaines conditions météorologiques extrêmes, à des doses individuelles de plus de 0,5 Sieverts – un seuil correspondant à la limite d'intervention pour les secouristes – jusqu'à une distance de 70 km du Tricastin sur l'axe Nord-Sud (le détail des doses individuelles pour 55 villes françaises et étrangères est publié en ligne).

Nombre de personnes à évacuer durablement du fait de la déposition sur les sols

Concernant la déposition sur les sols et la relocalisation de longue durée des populations, en moyenne, il faudrait reloger plus de 300 000 personnes si les pouvoirs publics retenaient le seuil de 20 mSv durant la première année, 139 000 personnes s'ils retenaient le seuil de 50 mSv et 79 000 personnes si le seuil de 100 mSv était sélectionné. Concernant ce dernier seuil, dans 10% des cas les plus sévères, il faudrait reloger plus de 164 000 personnes, un chiffre qui s'établirait toutefois en dessous de 16 000 dans le 10% des cas les moins sévères.

Estimation de l'impact sanitaire

Concernant l'impact sanitaire de type stochastique, calculé à partir de doses individuelles dans l'intervalle 1–2 000 mSv pour obtenir la dose efficace collective engagée du nuage, et selon l'intervalle 1-20 mSv pour la

déposition⁴, les résultats sont les suivants. Selon le modèle de calcul (basé sur des études épidémiologiques), en moyenne, le nombre de cancers radio-induits avoisinerait les 58 000, le nombre de maladies cardiovasculaires radio-induites avoisinerait les 22 000 cas, ce qui donnerait un total de 80 000 cas de maladies sévères radio-induites dans les décennies suivant le rejet de matières radioactives hors du réacteur. Le nombre de morts radio-induits s'élèverait globalement à 36 000 personnes dans les décennies suivant un accident nucléaire majeur dans un des quatre réacteurs de Tricastin.

Concernant la distribution des 1 096 simulations météorologiques, selon le critère de l'impact sanitaire stochastique global, l'Italie serait plus touchée que la France dans 32 simulations (2,9%), et l'Espagne dans 10 simulations (0,9%). A l'échelle européenne, les 50 pays sélectionnés seraient plus touchés que la France dans 122 situations météorologiques (11,1%). En d'autres termes, les voisins de la France peuvent analyser la centrale de Tricastin comme menace possible pour leurs populations (s'ils ne l'ont pas déjà fait).

Pollution des sols agricoles

Concernant la pollution radioactive des sols – le Césium-137 plus spécifiquement – une déposition égale ou supérieure à 37 600 Bq/m² de Cs-137 affecterait, en moyenne, 1 100 km² de vignoble, 5 700 km² de cultures et 5 000 km² d'herbacés. Ce niveau de contamination pourrait déjà poser un problème à l'agriculture.

Plus inquiétant, une déposition supérieure à 226 000 Bq/m² de Cs-137 affecterait durablement plus de 370 km² de vignoble, 1 100 km² de cultures et 500 km² d'herbacés. Toujours à ce niveau de contamination, toutes surfaces confondues, dans 5% des situations météorologiques la déposition de matières radioactives s'exercerait sur une étendue de plus de 13 900 km², cependant que dans la partie inférieure du spectre, les surfaces impactées seraient inférieures à 1 290 km², la moyenne s'établissant à 4 950 km².

En guise de conclusion

Si l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire travaille à éviter les accidents de type S1, écarter trop facilement l'hypothèse d'un tel accident dans l'un des quatre réacteurs du Tricastin pourrait mener à une catastrophe. Les chiffres ci-dessus montrent que l'impact de l'accident pourrait être considérable cependant que l'impréparation des pouvoirs publics à protéger la population dans une telle éventualité pourrait être particulièrement dommageable.

Liens sur les documents importants

Accès à l'article (EN)

https://www.institutbiosphere.ch/wa_files/Eunupri2021b_TRI-en.pdf

Accès aux résultats supplémentaires (EN)

https://www.institutbiosphere.ch/wa_files/Eunupri2021b_TRI_Appendix.pdf

Accès à la base de données (FR)

<https://nrisk.institutbiosphere.ch/in-fr.html>

Accès aux résultats détaillés de l'impact envisageable pour les pays (FR)

France https://nrisk.institutbiosphere.ch/kpcTRI_FRA-fr.html

Italie https://nrisk.institutbiosphere.ch/kpcTRI_ITA-fr.html

Suisse https://nrisk.institutbiosphere.ch/kpcTRI_CHE-fr.html

Espagne https://nrisk.institutbiosphere.ch/kpcTRI_ESP-fr.html

51 Pays https://nrisk.institutbiosphere.ch/kpcTRI_EU51-fr.html

Accès aux résultats détaillés de l'impact envisageable pour plus de 50 villes (FR)

1^{re} ville de la liste https://nrisk.institutbiosphere.ch/zkvcTRI_Ale-fr.html

⁴ Concernant la déposition, l'intervalle 1-20 mSv est basé sur l'hypothèse que le public serait évacué au-dessus d'une dose individuelle annuelle de 20 mSv (selon le seuil indiqué dans la Directive 2013/59/Euratom, seuil qui peut être relevé dans certaines circonstances).