

# **Pertinence et faisabilité d'un dispositif de surveillance sanitaire multisite autour des installations nucléaires en France métropolitaine**

## **1 Préambule**

### **1.1 Équipe projet**

Cette étude de pertinence et faisabilité a été réalisée par Santé publique France au sein de la Direction Santé Environnement. L'équipe projet était constituée des personnes suivantes :

- Blandine Vacquier (épidémiologiste, chargée du projet)
- Candice Roudier (épidémiologiste)
- Sarah Gorla (biostatisticienne)
- Morgane Stempfelet (spécialiste en système d'information géographique) Marie-Laure Bidondo (météorologiste)
- Cécile Kairo (évaluateur de risque sanitaire)
- Alice Desbiolles (stagiaire interne de santé publique)

### **1.2 Mise en place d'un conseil scientifique**

Un conseil scientifique a été mis en place pour cette étude. Il a été sollicité pour avis lors des phases importantes de l'étude : élaboration du protocole, validation et interprétation des résultats, stratégie de communication des résultats. Il s'est réuni à 6 reprises, entre le 31 mars 2014 et le 7 octobre 2015.

Les membres du conseil scientifique ont été identifiés sur la base des champs de compétence à couvrir pour les besoins de l'étude : épidémiologie environnementale, modélisation de l'exposition aux rayonnements ionisants et aux agents chimiques, statistique et analyse spatiale, organisation et contenu des registres de cancer et des bases médico-administratives. La sélection de ses membres a aussi pris en compte les éventuels conflits d'intérêt (déclaration d'intérêt remplie par chaque membre).

Le conseil scientifique était présidé par Pascal Guénel, directeur de recherche à l'unité U754 Épidémiologie environnementale des cancers (Inserm) et composé des personnes suivantes :

- Roselyne Bonnard, ingénieur à la Direction des risques chroniques (Inéris - Institut national de l'environnement industriel et des risques)
- Alain Monnereau, président de Francim (France Cancer Incidence et Mortalité, le réseau français des registres de cancer)
- Sylvia Richardson, directrice de l'unité Biostatistiques (Institute of Public Health of Cambridge)
- Philippe Ricordeau, responsable du département des études sur les pathologies et les patients (Cnamts, Caisse nationale de l'Assurance maladie des travailleurs salariés), *jusqu'au 16 avril 2015*
- Jérémie Rudant, médecin épidémiologiste au département des études sur les pathologies et les patients (Cnamts), *à partir du 29 mai 2015*
- An Van Nieuwenhuysse, chef du service santé environnement (Institut scientifique de santé publique de Belgique)

L'intégralité des résultats et conclusions figurant dans la présente note a été validée par le conseil scientifique de l'étude.

## 2 Contexte

Dans le cadre de ses missions de surveillance, de vigilance et d'alerte, Santé publique France a été sollicité à plusieurs reprises pour évaluer la santé des populations qui vivent à proximité de sites détenant des matières radioactives. La publication, ces dernières années, d'études épidémiologiques allemandes et françaises montrant un excès d'incidence de leucémies pédiatriques autour des centrales nucléaires a ravivé l'inquiétude et le débat public sur l'impact potentiel de ces installations sur la santé des populations riveraines. Les préoccupations sociétales ont de plus connu un regain d'amplitude après l'accident majeur qui a affecté en 2011 la centrale de Fukushima au Japon.

Dans ce contexte, une réflexion a été engagée sur la réponse épidémiologique à apporter aux questions de mesure et de surveillance de l'impact sanitaire des sites détenant des radioéléments.

Entre 2007 et 2010, plusieurs études écologiques ont été réalisées autour d'un site détenant de la radioactivité (plateforme industrielle du Tricastin, centre de stockage de déchets radioactifs de Soulaire). Les retours d'expérience de ces études locales écologiques ont

mis en évidence les limites de ce type d'étude : manque de puissance en raison des faibles effectifs, biais écologique, contrôle imparfait voire absent des facteurs de confusion, imperfection des systèmes d'information disponibles. Un document méthodologique<sup>1</sup> publié par l'InVS en 2010 proposait une alternative visant à s'affranchir au moins partiellement de ces limites : « Face à la demande d'investigation autour de point source, une solution, même imparfaite, serait de réaliser une étude multicentrique autour de sites présentant les mêmes caractéristiques. Une telle étude, prenant en compte les facteurs de confusion potentiels, permettrait de générer une hypothèse sur une possible sur- ou sous-incidence de pathologies. Elle resterait soumise au biais écologique mais on peut espérer que l'effet du facteur de confusion, non mesuré à l'origine de ce biais, décroisse avec le nombre de sites. »

Au regard de ces éléments, il a été proposé de mettre en place un système de surveillance sanitaire multisites, fondé sur la réalisation, puis la répétition dans le temps, d'études géographiques conduites autour de plusieurs installations nucléaires. L'objectif général d'un tel dispositif de surveillance est d'étudier et de suivre le risque sanitaire associé aux installations nucléaires pour les populations riveraines.

Ainsi, avant de déployer un dispositif qui vise à terme à inclure un large ensemble d'installations nucléaires telles que les anciennes mines d'uranium ou les centres de stockage de déchets radioactifs, Santé publique France a réalisé une étude de faisabilité. Afin de se placer dans des conditions les plus favorables possibles au regard de ces critères (nombre de sites inclus et homogénéité des activités et des émissions polluantes), il a été jugé souhaitable d'inclure un nombre suffisant de sites présentant des caractéristiques aussi proches que possibles. Parmi l'ensemble des installations nucléaires françaises, les centres nucléaires de production d'électricité (CNPE) sont le type d'installation le plus pertinent à étudier. En effet, au nombre de 19, ils constituent un groupe homogène présentant des caractéristiques communes en termes de polluants rejetés dans l'environnement, et plusieurs millions de personnes résident à leur proximité. Par ailleurs, le programme GEOCAP de l'Inserm<sup>2</sup> ayant étudié les cancers pédiatriques autour des CNPE, il a été décidé, dans l'étude de faisabilité, de se focaliser sur la population âgée de 15 ans et plus, riveraine des CNPE français.

---

<sup>1</sup> Gorja S, Le Tertre A. Les études locales autour d'un point source. Les différentes méthodes statistiques, leurs avantages et les inconvénients – Note méthodologique. 2010.

<sup>2</sup> Sermage-Faure C, *et al.* Childhood leukemia around French nuclear power plants-the Geocap study, 2002-2007. *Int J Cancer* 2012;131(5):769-80

### 3 Objectifs

Cette étude de faisabilité constitue la première étape d'un éventuel futur dispositif de surveillance multisites autour des installations détenant des matières radioactives. Elle a permis de valider la méthodologie mise en œuvre en définissant, testant la faisabilité et en appréciant la pertinence :

- des indicateurs d'exposition aux substances radioactives et chimiques rejetées pour un type d'installations nucléaires ;
- des indicateurs sanitaires utilisés ;
- des méthodes d'analyse statistiques employées pour estimer le risque.

Par ailleurs, cette étude pilote a permis de décrire l'incidence des cancers chez les adultes (15 ans et plus) au sein des populations résidant à proximité des CNPE, en fonctionnement normal.

## 4 Méthodes et mise en œuvre de l'étude de faisabilité

### 4.1 Aspects méthodologiques

#### 4.1.1 Définition de la population d'étude

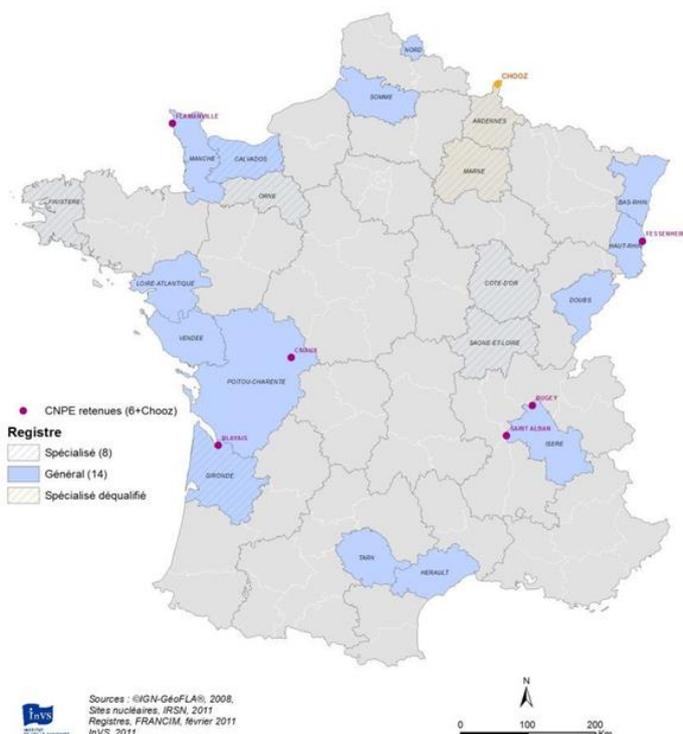
L'étude est une étude multisites écologique, de type géographique, fondée sur des données d'incidence de cancer pour différentes localisations, dont l'unité spatiale est la commune. Le choix de cette échelle géographique, la plus fine possible dans le cadre d'une telle étude, vise à diminuer autant que possible le biais écologique. Cette étude s'appuie sur les données issues des registres de cancer car il s'agit de la seule source de données disposant, à l'heure actuelle, d'une information fiable et exhaustive sur l'incidence des cancers.

L'étude inclut les 7 CNPE suivants : Le Blayais (Gironde), Le Bugey (Ain), Saint-Alban (Isère), Fessenheim (Haut-Rhin), Flamanville (Manche), Chooz (Ardennes) et Civaux (Vienne) dont les populations riveraines sont couvertes pour tout ou partie par les registres de cancer des départements de la Gironde, de l'Isère, du Haut-Rhin et du Bas-Rhin, de la Manche et des Ardennes et par le registre régional de cancer de Poitou-Charentes (figure 1).

### I FIGURE 1 I

#### Représentation géographique des CNPE retenus et des registres de cancers

Sites nucléaires retenus et registres des cancers



Comme pour l'étude française GEOCAP, un périmètre d'un rayon de 20 km autour de chacun des CNPE délimite le territoire pouvant être contaminé par les rejets atmosphériques à la cheminée d'une part, et par les rejets dans les effluents liquides d'autre part. Au-delà de 20 km, on considère qu'il n'y a plus d'exposition aux rejets des CNPE.

La population d'étude est ainsi la population âgée de 15 ans et plus demeurant dans les communes situées dans un département couvert par un registre de cancers et dans lequel est situé l'un des 7 CNPE inclus.

L'analyse est effectuée sur la période d'étude allant de 1995 à 2011, du fait de la disponibilité des données sanitaires.

#### **4.1.2 Pathologies étudiées**

L'étude porte sur des localisations cancéreuses dont le lien avec l'exposition aux rayonnements ionisants ou avec des agents chimiques émis par les CNPE est clairement établi dans la littérature scientifique. Les localisations cancéreuses étudiées ont été restreintes à celles proposées par le *National Academy of Sciences* (NAS)<sup>3</sup> aux États-Unis : les hémopathies malignes, les cancers de la vessie, de la thyroïde, du système nerveux central (SNC), des ovaires et du sein (uniquement chez la femme).

#### **4.1.3 Indicateur d'exposition**

La zone d'étude est le territoire pouvant être contaminé par les rejets atmosphériques à la cheminée d'une part, et par les rejets dans les effluents liquides d'autre part. Elle est définie par l'ensemble des communes dont le centroïde est situé dans un rayon de 20 km autour des 7 CNPE. En l'absence de données de rejets radioactifs émis par les CNPE, l'exposition aux agents physiques et chimiques émis a été évaluée au travers d'un « proxy » constitué par la distance au lieu d'émission. Par ailleurs, les installations nucléaires de La Hague (centre de retraitement) et de Creys-Malville (CNPE démantelé) étant situées dans le rayon de 20 km autour respectivement du CNPE de Flamanville et de celui du Bugey, il n'a pas été possible de distinguer l'exposition due à ces 2 installations nucléaires de celle due aux CNPE. Un indicateur catégoriel d'exposition en 3 classes a donc été défini de la façon suivante : 0 pour les communes situées à plus de 20 kilomètre d'un CNPE, 1 pour les communes exposées uniquement aux rejets d'un CNPE et 2 pour les communes exposées aux rejets d'un CNPE et d'une installation nucléaire.

---

<sup>3</sup> NAS. Analysis of cancer risks in populations near nuclear facilities – Phase1. 2010.

#### **4.1.4 Facteurs de confusion pris en compte**

Certains paramètres pouvant influencer la répartition des cancers dans la population ont été pris en compte dans l'étude, à l'échelle de la commune : le French EDI (*European Deprivation Index*) reflétant un score de défaveur sociale, la densité de population, la présence d'industries polluantes (base de données Basol), la présence d'autres installations nucléaires, le statut urbain ou rural du lieu de résidence (nomenclature INSEE), l'exposition au benzène, le trafic routier, la densité de lignes à très haute tension. Afin de prendre en compte la consommation de tabac, les données d'incidence des principales localisations cancéreuses associées au tabac, telles que définies par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) ont été étudiées à l'échelle de la commune : cancer du poumon, des voies aérodigestives supérieures (VADS - œsophage exclus). De même, afin de prendre en compte la consommation d'alcool, les données d'incidence des principales localisations cancéreuses associées à l'alcool, telles que définies par le CIRC, soit le cancer des VADS et celui du foie, sont étudiées.

#### **4.1.5 Analyse statistique**

L'association entre le risque de cancer et l'indicateur d'exposition aux CNPE est estimée par un modèle de régression de Poisson en prenant en compte les facteurs de confusion précisés ci-dessus.

#### **4.1.6 Évaluation de la puissance**

L'approche multisite permet d'améliorer la puissance statistique de l'étude. Ainsi, les calculs théoriques réalisés a priori indiquent que la puissance de l'étude permet de mettre en évidence des risques relatifs de l'ordre de 1,03 à 1,20 pour les tumeurs solides et de 1,10 à 1,40 pour les hémopathies malignes.

## **4.2 Aspects éthiques**

Le protocole de l'étude a été approuvé par la CNIL (Commission nationale de l'informatique et des libertés).

## 5 Synthèse des résultats de l'étude de faisabilité autour des CNPE

### 5.1 Description de la population d'étude

Au total, 318 communes ont été incluses dans l'étude autour des 6 CNPE du Blayais, Bugey, Civaux, Fessenheim, Flamanville et Fessenheim, soit plus de 420 000 personnes âgées de 15 ans et plus résidant dans un rayon de 20 kilomètres autour de ces CNPE. Si l'on ajoute le CNPE de Chooz couvert uniquement par le registre spécialisé de la thyroïde, ce sont 337 communes qui sont étudiées où résident plus de 445 000 personnes adultes.

L'intégralité de la population française résidant à proximité des CNPE inclus a été étudiée, à l'exception des riverains des CNPE de Saint-Alban et du Bugey qui sont situés à la limite d'un département non couvert par un registre de cancer. Au total, 66 % de la population française résidant dans un rayon de 20 kilomètres autour des 7 CNPE a été étudiée.

La distribution des facteurs de confusion étudiés dans les communes situées à moins de 20 kilomètres d'un CNPE était similaire à celle des communes du reste des départements.

### 5.2 Incidence des tumeurs solides

Cette étude est la première à analyser le risque de cancer chez les adultes résidant à proximité des CNPE en France. Elle n'a mis en évidence aucune augmentation de l'incidence des tumeurs solides dans un rayon de 20 km autour de ces installations, à l'exception du cancer de la vessie chez les hommes ( $n=779$  ;  $RR=1,08$  ;  $IC95\% : [1,00 - 1,17]$ ), ainsi que chez les femmes ( $n=200$  ;  $RR=1,19$  ;  $IC95\% : [1,02 - 1,39]$ ). Les résultats de l'analyse sont présentés dans le tableau 1. Le CNPE de Flamanville étant situé à proximité immédiate du centre de traitement de déchets radioactifs de La Hague, une analyse autour de ce CNPE a été effectuée. Un excès significatif de cancer de la vessie est observé dans un rayon de 20 kilomètres autour du CNPE de Flamanville et de l'installation nucléaire de La Hague. Cet excès de cancer de la vessie n'est plus significatif après exclusion du CNPE de Flamanville dans l'analyse. Néanmoins, ce résultat doit être interprété avec prudence. D'une part, l'installation nucléaire de La Hague est une source de contaminants chimiques, dont certains (arsenic notamment) sont des facteurs de risque avérés de cancer de la vessie. D'autre part, on ne peut pas exclure que le résultat observé soit lié à des facteurs de confusion non contrôlés ici (bien que les principaux facteurs de confusion aient été pris en compte dans l'étude), ou soit le fait du hasard. Enfin, il convient de noter la présence, à proximité de ces sites, du centre nucléaire militaire de Cherbourg.

Un déficit de cancer de la thyroïde a été observé autour des 7 CNPE ( $n=671$  ;  $RR=0,90 - IC95\% = [0,82-0,99]$ ), plus marqué chez les femmes ( $n=485$  ;  $RR=0,86 - IC95\% = [0,77-0,96]$ ). Les analyses de sensibilité sur la période d'étude ou l'indice de défaveur sociale n'ont pas modifié les résultats. L'étude de l'Institut de santé publique de Belgique a par ailleurs

montré des résultats similaires avec un déficit de l'incidence des cancers de la thyroïde autour de 2 CNPE. Une hypothèse expliquant ces résultats serait une possible différence des pratiques médicales autour des 7 CNPE étudiés. Une méta-analyse récente a également mis en évidence une diminution du risque du cancer de la thyroïde chez les personnes résidant à proximité d'un CNPE (OR=0,76 - IC95% = [0.59-0,97]).

## I TABLEAU 1 I

### Risques relatifs d'incidence de tumeurs solides par sexe chez l'adulte dans les communes situées à moins de 20 km d'un CNPE

Tumeurs solides	Hommes			Femmes		
	N	RR	IC <sub>95%</sub>	N	RR	IC <sub>95%</sub>
<b>CNPE et autre installation nucléaire</b>						
<b>Vessie</b>						
Exposition à 1 site	779	<b>1.08</b>	<b>1.00 - 1.17</b>	200	<b>1.19</b>	<b>1.02 - 1.39</b>
Exposition à 2 sites	110	1.03	0.85 - 1.25	17	0.72	0.44 - 1.16
<b>Système nerveux central</b>						
Exposition à 1 site	248	1.02	0.88 - 1.17	187	1.11	0.95 - 1.30
Exposition à 2 sites	32	0.78	0.55 - 1.12	26	0.97	0.65 - 1.44
<b>Sein</b>						
Exposition à 1 site	--	--	--	4,103	0.99	0.95 - 1.03
Exposition à 2 sites	--	--	--	669	0.97	0.89 - 1.06
<b>Thyroïde</b>						
Exposition à 1 site	186	1.12	0.95 - 1.32	485	<b>0.86</b>	<b>0.77 - 0.96</b>
Exposition à 2 sites	20	0.71	0.46 - 1.12	63	<b>0.66</b>	<b>0.51 - 0.85</b>
<b>Ovaires</b>						
Exposition à 1 site	--	--	--	474	1.05	0.96 - 1.16
Exposition à 2 sites	--	--	--	74	0.97	0.77 - 1.22
<b>CNPE et autre installation nucléaire (Flamanville-La Hague exclus)</b>						
<b>Vessie</b>						
Exposition à 1 site	616	1.04	0.95 - 1.14	141	1.08	0.90 - 1.30
Exposition à 2 sites	57	0.89	0.67 - 1.16	10	0.71	0.38 - 1.31
<b>Système nerveux central</b>						
Exposition à 1 site	195	0.97	0.83 - 1.13	152	1.11	0.93 - 1.33
Exposition à 2 sites	19	0.79	0.50 - 1.24	20	1.28	0.83 - 1.99
<b>Sein</b>						
Exposition à 1 site	--	--	--	3209	0.97	0.93 - 1.01
Exposition à 2 sites	--	--	--	366	0.92	0.83 - 1.03
<b>Thyroïde</b>						
Exposition à 1 site	149	1.12	0.95 - 1.32	383	<b>0.83</b>	<b>0.75 - 0.93</b>
Exposition à 2 sites	14	0.71	0.46 - 1.12	46	<b>0.64</b>	<b>0.48 - 0.87</b>
<b>Ovaires</b>						
Exposition à 1 site	--	--	--	360	1.06	0.95 - 1.18
Exposition à 2 sites	--	--	--	46	1.17	0.88 - 1.57

### **5.3 Incidence des hémopathies malignes**

Aucun excès significatif de tumeurs malignes hématologiques chez les adultes résidant à moins de 20 kilomètres d'un CNPE n'a été mis en évidence (tableau 2). Pour les leucémies lymphoïdes chroniques (LLC) et lymphomes à petits lymphocytes, il a été observé un déficit significatif d'incidence ( $n=359$  ;  $RR=0.86$  ;  $IC95\% : [0,76-0,98]$ ). Peu d'études se sont intéressées au lien entre les hémopathies malignes chez l'adulte et le fait de résider à proximité d'un CNPE. La plupart des études sont réalisées chez les enfants, du fait de leur plus grande radiosensibilité et d'un court temps de latence entre l'exposition et l'apparition du cancer. De plus, l'analyse par sous-type d'hémopathies malignes y est rarement étudiée. Néanmoins, le fait que les LLC et lymphomes à petits lymphocytes soient les seuls sous-types pour lesquels une association significative (négative) est mise en évidence, est compatible avec l'hétérogénéité étiologique observée parmi les différents sous-types d'hémopathies malignes. Le déficit observé pourrait également être expliqué par un sous-diagnostic de ce type d'hémopathies autour des CNPE. En effet, la plupart des LLC et lymphomes à petits lymphocytes sont diagnostiqués lors d'analyses de sang effectuées dans le cadre d'examen de routine ou d'autres problèmes de santé. Ainsi, un accès aux soins réduit autour des CNPE pourrait expliquer le déficit apparent de ce sous-type d'hémopathies malignes (sous-diagnostic), ainsi que celui de la thyroïde. Enfin, il ne peut pas être exclu que ce résultat soit dû au hasard.

## I TABLEAU 2 I

### Risques relatifs d'incidence des hémopathies malignes chez l'adulte dans les communes situées à moins de 20 km d'un CNPE

Hémopathies malignes	Hommes et Femmes		
	N	RR	IC95%
<b>CNPE et autre installation nucléaire</b>			
<b>Lymphomes non hodgkiniens</b>			
<b>Lymphome diffus à grandes cellules B</b>			
Exposition à 1 site	338	0.93	0.83 - 1.04
Exposition à 2 sites	51	0.89	0.67 - 1.18
<b>Lymphome folliculaire</b>			
Exposition à 1 site	190	1.07	0.92 - 1.26
Exposition à 2 sites	20	0.72	0.46 - 1.11
<b>Leucémies/lymphome lymphoblastique à cellules précurseurs</b>			
Exposition à 1 site	40	0.87	0.62 - 1.21
Exposition à 2 sites	9	1.32	0.68 - 2.57
<b>Myélome multiple/plasmocytome</b>			
Exposition à 1 site	374	0.96	0.85 - 1.07
Exposition à 2 sites	64	1.13	0.88 - 1.46
<b>Leucémie lymphoïde chronique/lymphome à petits lymphocytes</b>			
Exposition à 1 site	359	<b>0.86</b>	<b>0.76 - 0.98</b>
Exposition à 2 sites	47	0.77	0.57 - 1.04
<b>Leucémies myéloïdes</b>			
<b>Leucémie aigüe myéloïde</b>			
Exposition à 1 site	218	0.90	0.78 - 1.04
Exposition à 2 sites	41	1.18	0.86 - 1.62
<b>Leucémie myéloïde chronique</b>			
Exposition à 1 site	73	1.01	0.79 - 1.29
Exposition à 2 sites	8	0.75	0.37 - 1.51

## **6 Perspectives relatives à la mise en place d'une surveillance autour des installations nucléaires et actions futures de Santé publique France**

### **6.1 Surveillance sanitaire autour des CNPE**

L'étude de faisabilité a été réalisée autour des 7 CNPE couverts par un registre de cancer, sur les 19 CNPE que compte le parc nucléaire français, sur une période d'étude allant de 1995 à 2011. Cette étude d'incidence des cancers autour de 7 CNPE chez les 15 ans et plus, première de ce type à être menée en France, n'a pas mis en évidence de sur-incidence des cancers étudiés dans un rayon de 20 km autour des CNPE, à l'exception du cancer de la vessie dont l'association avec la proximité d'un CNPE semble toutefois tirée par un seul site, le CNPE de Flamanville, lui-même situé à proximité du centre de traitement des déchets de La Hague. Il serait nécessaire de mieux caractériser les rejets, afin de préciser les expositions associées à ces installations et ainsi pouvoir analyser plus finement le lien avec des indicateurs de santé ; cette dernière analyse ne faisait pas l'objet de ce travail.

Ainsi, sur la base de cette première étude il apparaît légitime de recommander d'actualiser l'étude avec le même protocole de manière périodique. Un délai d'au moins cinq ans paraît adapté.

La généralisation de ce dispositif de surveillance des cancers à l'ensemble du territoire pourrait être réalisée via l'exploitation des données du SNIIRAM. Néanmoins cette source de données n'est exploitable à l'échelle de la commune qu'à partir de 2010. La disponibilité récente de cette base de données a empêché son utilisation dans le cadre de l'étude de faisabilité. Par ailleurs, cette étape nécessiterait des travaux méthodologiques complémentaires comme l'évaluation de l'exhaustivité et de la fiabilité des données du SNIIRAM pour estimer l'incidence des cancers à une échelle géographique fine. Santé publique France a entrepris de tels travaux sur les indicateurs du SNIIRAM, en collaboration avec la Cnamts.

### **6.2 Surveillance sanitaire autour des centres de traitement ou de stockage de déchets radioactifs**

L'étude de faisabilité avait également pour objectif de tester la mise en œuvre d'un dispositif de surveillance sanitaire autour d'installations nucléaires autres que les CNPE, notamment les centres de traitement et les centres de stockage. En France, il existe trois centres de traitement, situés à La Hague, Tricastin et Marcoule. Les centres de stockage sont également au nombre de trois : deux sont situés dans l'Aube, l'un stockant les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (Centre de stockage de l'Aube (CSA) situé à Soulaines), le second, les déchets à très faible activité (Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage). Le Centre de stockage de la Manche (CSM), situé à proximité du centre de traitement de La Hague ne reçoit,

quant à lui, plus de nouveaux déchets depuis 1994. Ces trois centres ne présentent donc pas les mêmes caractéristiques en matière d'émissions.

Du fait des limites des études écologiques locales précisées plus haut, la mise en place d'une surveillance sanitaire basée sur un protocole écologique multisite pourrait être envisagée pour ces deux types d'installations, à condition de disposer d'un effectif de population suffisant et de vérifier la condition d'homogénéité des rejets émis pour les différents types d'installations à surveiller, ce qui n'est pas le cas. Ainsi, il n'apparaît pas opportun à Santé publique France de proposer un tel dispositif autour de ces installations.

Il est à noter qu'une étude épidémiologique autour du centre de stockage de déchets radioactifs de Soulaines est en cours à la suite de la mise en évidence d'un excès de cancer du poumon en 2010. Elle devrait donner lieu à un rapport prochainement.

### **6.3 Surveillance sanitaire autour des anciennes mines d'uranium**

En France, 4 divisions minières ont été exploitées jusqu'en 2001, année à partir de laquelle la dernière mine d'uranium a cessé son activité. Elles étaient localisées en Haute-Vienne, en Saône et Loire/Loire, en Vendée et dans l'Hérault.

L'étude de l'impact sur la santé des anciennes zones d'activité minière fait l'objet d'une forte attente sociétale et a conduit à la mise en place du Groupe d'expertise pluraliste sur les sites miniers d'uranium du Limousin (GEP Mines) en 2005. Une surveillance sanitaire autour des anciennes mines d'uranium nécessiterait de disposer d'une description précise et exhaustive des niveaux d'exposition dans les bâtis en lien avec les anciennes activités minières. En effet, d'un bâtiment à l'autre, les niveaux d'exposition peuvent être très contrastés. Des expositions préoccupantes peuvent résulter de la réutilisation de stériles ou de résidus miniers en tant que remblais sur lesquels ont été édifiés plusieurs centaines de bâtiments destinés en grande partie au logement. Une caractérisation de l'exposition due aux anciennes mines d'uranium, à l'échelle de la commune, entraîne donc des erreurs de classification à l'intérieur des zones exposées et favorise l'expression d'un biais écologique important. La mise en œuvre de campagne de mesures de concentration en radon a déjà été recommandée par le GT2 « Impacts environnementaux et sanitaires – Surveillance environnementale, des écosystèmes et sanitaire » du GEP Mines (action 7d<sup>4</sup>).

Ainsi, sous réserve d'une caractérisation précise et fine de l'exposition à l'échelle individuelle, un dispositif de surveillance sanitaire basée sur un design multisite écologique pourrait être mis en place autour d'une majorité des anciennes mines d'uranium qui sont déjà couvertes par un registre de cancer (Limousin, Poitou-Charentes, Vendée, Hérault...).

---

<sup>4</sup> L'action 7d recommande « d'engager une démarche volontariste de dépistage du radon dans les immeubles bâtis - et les bâtiments d'habitation en particulier - situés dans les zones de radioactivité naturelle importante dont les secteurs miniers d'uranium (...) ».

Santé publique France n'a pas prévu d'intégrer une telle étude dans le cadre de sa programmation.

## 7 Conclusion relatives à l'étude de faisabilité

Cette étude de faisabilité est la première à analyser le risque de cancer chez les adultes résidant à proximité de 7 CNPE français. Elle n'a mis en évidence aucune augmentation de l'incidence des cancers dans un rayon de 20 km autour de ces installations, à l'exception du cancer de la vessie. Il convient de rappeler que ce type d'études, de nature écologique, présente des limites méthodologiques ; elles permettent de générer des hypothèses mais ne peuvent pas conclure à un lien de causalité entre une sur-incidence observée et une éventuelle exposition. Néanmoins, cette étude a permis d'apporter des éléments de réponse aux interrogations des populations riveraines de ces installations, comme le recommande la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité dans le domaine du nucléaire qui précise que « *Toute personne a le droit d'être informée sur les risques liés aux activités nucléaires et leur impact sur la santé et la sécurité des personnes ainsi que sur l'environnement, et sur les rejets d'effluents des installations* ». Cette étude vient en complément de ce que l'équipe de l'Inserm avait réalisé dans le cadre de l'étude GEOCAP relative à la surveillance la santé des enfants résidant autour de l'ensemble des 19 CNPE français.

Ce travail avait également pour objectif de tester l'intérêt et la faisabilité de la mise en œuvre d'un dispositif de surveillance épidémiologique autour des différents types d'installations nucléaires. Nos résultats indiquent qu'une surveillance multisite périodique peut ainsi être mise en place autour des sites situés dans un territoire couvert par un registre de cancer, pour les deux types d'installations nucléaires suivants :

- les 7 CNPE étudiés, avec une surveillance basée sur le même design multisite écologique que l'étude de faisabilité ;
- les anciennes mines d'uranium, sous réserve d'une caractérisation précise de l'exposition à une échelle individuelle. En effet, compte-tenu des niveaux d'exposition potentiellement élevés découlant des anciennes activités minières et face à une forte attente sociétale, une caractérisation précise et exhaustive de l'exposition au radon dans ces zones doit rapidement être réalisée. Elle permettra de réaliser une évaluation d'impact sanitaire et d'estimer le nombre de cancers du poumon attendus chez les populations ayant vécu dans les zones contaminées.

La faisabilité d'élargir la surveillance autour d'installations présentes dans les départements ne disposant pas de registres de cancer pourra être analysée à l'issue des travaux relatifs à la

construction d'indicateurs d'estimation de l'incidence des cancers à l'échelle infradépartementale que mène, indépendamment de l'étude présentées ici, Santé publique France, en collaboration avec la Cnamts.

Concernant les centres de stockage et les centres de traitement des déchets radioactifs, leurs faibles nombres ainsi que leurs caractéristiques spécifiques en matière d'émissions font qu'ils ne peuvent pas être intégrés, à l'heure actuelle, à un système de surveillance multisite de type écologique. Une caractérisation fine des émissions de ces deux installations est un préalable indispensable qui dépasse les missions de Santé publique France.

## Communication scientifique

Ce travail a fait l'objet des communications orales suivantes :

- Candice Roudier, Sarah Gorla, Morgane Stempfelet, Cécile Kairo, Marie-Laure Bidondo, Blandine Vacquier. Étude multisite pilote de l'incidence des cancers autour des centrales nucléaires – France. 6<sup>e</sup> Congrès international d'épidémiologie – ADELFI – EPITER. Nice, France, 2014.
- Alice Desbiolles, Candice Roudier, Sarah Gorla, Morgane Stempfelet, Alain Monnereau, Blandine Vacquier. Étude multisite de l'incidence des cancers des adultes résidant à proximité des centrales nucléaires françaises. 10<sup>e</sup> Congrès de la Société française de radioprotection (SFRP), Reims, France, 2015.
- Alice Desbiolles, Candice Roudier, Sarah Gorla, Morgane Stempfelet, Alain Monnereau, Blandine Vacquier. *Health effects of living in the vicinity of nuclear power plants in France*. 27<sup>e</sup> Congrès de l'*International Society of Environmental Epidemiology*, Sao Paulo, Brésil, 2015.
- Alice Desbiolles, Candice Roudier, Sarah Gorla, Morgane Stempfelet, Alain Monnereau, Agnès Lefranc, Blandine Vacquier. *Incidence of cancer in adults living in the vicinity of nuclear power plants in France*. 25<sup>e</sup> Congrès de l'*International Society of Exposure Sciences*, Nevada, États-Unis, 2015.