

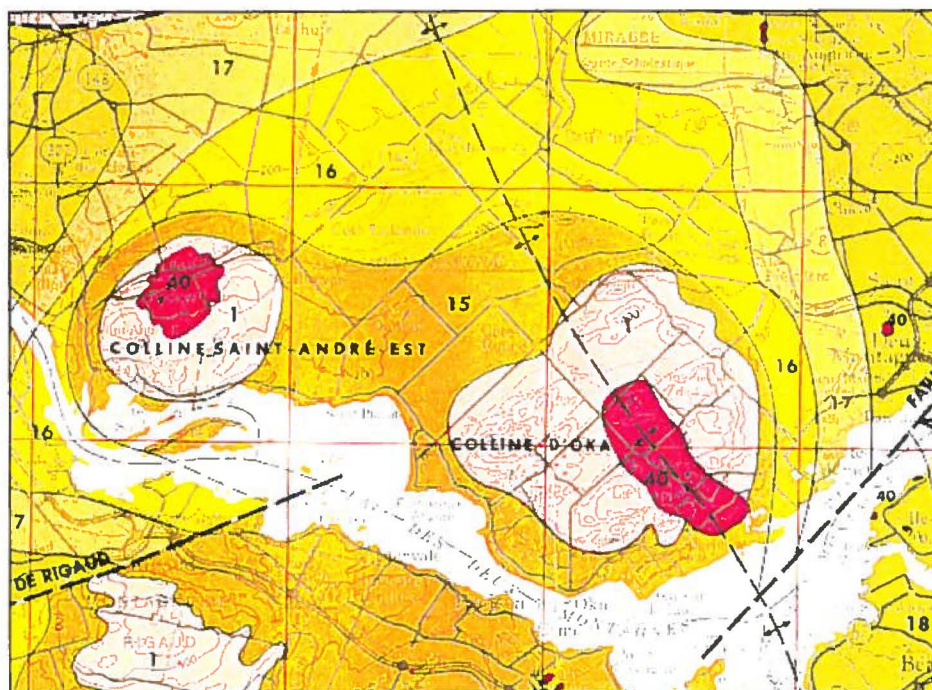


RÉGIE RÉGIONALE
DE LA SANTÉ ET DES
SERVICES SOCIAUX
DES LAURENTIDES

la santé *mieux* pensée

ÉVALUATION DES RISQUES DE SUREXPOSITION AU RADON DANS UN SECTEUR DES COLLINES DE SAINT-ANDRÉ-EST

Municipalité de Saint-André-d'Argenteuil



Le 1 juillet 1999

Direction régionale de la santé publique

L'image de la page titre est tirée de la carte d'accompagnement de :

GLOBENSKI, Y., Géologie des Basses-Terres du Saint-Laurent, Gouvernement du Québec, Ministère de l'énergie et des ressources, Rapport MM85-02, 1987, 63p. (voir page 2 du document).

Dépôt légal, 3^e trimestre 1999

Bibliothèque nationale du Québec

Bibliothèque nationale du Canada

ISBN 20921581-99-X

Ce rapport a été rédigé par :

Eric Pellerin, M.Sc.
Géologue et spécialiste en santé environnementale

Dr. Michel Savard, responsable du dossier
Médecin, coordonateur en santé environnementale

Dr. Jean-Claude Dessau
Médecin-conseil en santé environnementale

Remerciements :

Nous tenons à remercier les organismes suivants sans lesquels il n'aurait pas été possible de réaliser ce rapport :

- La Société d'habitation du Québec, plus particulièrement monsieur Paul Angers, Vice-Président aux relations avec la clientèle et ses partenaires, pour son soutien financier dans le cadre des analyses de radon.
- La Commission géologique du Canada, pour son implication financière lors des mesures radiométriques et pour l'implication exceptionnelle de monsieur Ken L. Ford, géologue-géophysicien et coordonnateur de la division de la géophysique aéroportée.

TABLE DES MATIÈRES

<u>1. INTRODUCTION</u>	<u>1</u>
<u>2. OBJECTIFS DE CETTE INTERVENTION RELIÉE À LA SANTÉ ENVIRONNEMENTALE</u>	<u>1</u>
<u>3. LOCALISATION</u>	<u>2</u>
<u>4. DONNÉES GÉOLOGIQUES</u>	<u>3</u>
4.1 GÉOLOGIE DE FOND	3
4.2 GÉOLOGIE DES DÉPÔTS MEUBLES	3
<u>5. DONNÉES RADIOMÉTRIQUES</u>	<u>4</u>
5.1 INTERPRÉTATION DES DONNÉES RADIOMÉTRIQUES	4
<u>6. DISCUSSION</u>	<u>11</u>
<u>7. RÉPONSES AUX OBJECTIFS</u>	<u>12</u>
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	<u>15</u>
<u>ANNEXE</u>	<u>16</u>

1. Introduction

On retrouve dans la municipalité de la paroisse de Saint-André-d'Argenteuil une formation géologique relativement rare et riche en uranium située dans les collines de Saint-André-Est, tel qu'illustré sur la figure 1 de la page suivante. Il faut noter que la plus grande partie de ces collines de Saint-André-Est se retrouvent sur le territoire de la municipalité de Saint-André-d'Argenteuil et non sur celui de la municipalité de Saint-André-Est, ce qui peut porter à confusion. Cette formation est similaire à une autre formation retrouvée à Oka. Cette dernière est bien documentée dans un rapport publié en octobre 1998 par la Direction régionale de la santé publique des Laurentides¹

Cette formation géologique située à Saint-André-d'Argenteuil, par ses teneurs en uranium, peut constituer un risque de surexposition au radon. Ces considérations et leur implication pour la santé publique ont déjà fait l'objet de correspondance et d'une réunion avec les élus municipaux et le maire ces deux dernières années.

À la lumière des résultats de l'intervention de santé publique et de l'évaluation du risque à la santé effectuée à Oka, la Direction de la santé publique des Laurentides a décidé de poursuivre les démarches visant à mieux circonscrire le risque de surexposition au radon pour ce secteur de Saint-André-d'Argenteuil. Une étude préliminaire a donc été entreprise en utilisant des données géologiques et radiométriques en fonction de la localisation des maisons sur la formation géologique.

2. Objectifs de cette intervention reliée à la santé environnementale

1. déterminer le nombre de résidences sous l'influence potentielle de cette formation ;
2. identifier les maisons se trouvant dans les secteurs les plus à risque de la formation ;
3. entreprendre éventuellement une démarche exploratoire visant à mesurer les concentrations de radon dans un groupe de résidences considérées les plus à risques.

Il est entendu que si une démarche ultérieure devenait justifiée, une rencontre serait organisée avec les représentants municipaux pour donner suite à la correspondance antérieure et obtenir leur collaboration.

¹ DESSAU, J.-C., PELLERIN, E., SAVARD, M., Le radon à Oka : rapport d'intervention de santé publique, Régie régionale de la santé publique des Laurentides, Direction de la santé publique, St-Jérôme, 1998, 137 p. ISBN 2-921581-83-3

3. Localisation

Le centre de cette formation géologique à l'étude est situé le long de la rivière Rouge, sur le territoire de la municipalité de la paroisse de Saint-André-d'Argenteuil², à 3.4 km au nord-est de la municipalité de Saint-André-Est. Elle se retrouve à environ 20 km à l'ouest-nord-ouest de celle d'Oka (Figure 1).

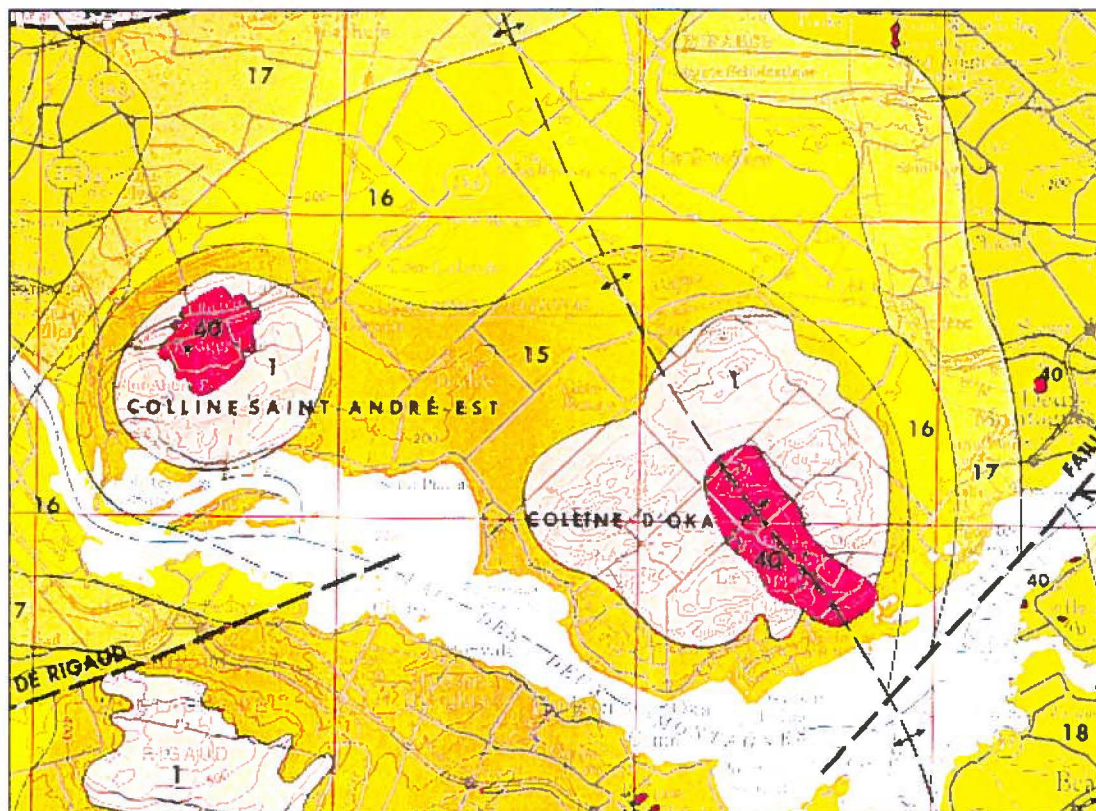


Figure 1: Carte géologique de la région d'Oka et de Saint-André-d'Argenteuil³

Sur la figure 1 ci-dessus, on peut comparer les formations géologiques retrouvées à Saint-André et à Oka. La superficie de la formation de Saint-André est d'environ 7.4 km², soit la moitié de la superficie de la formation similaire à Oka.

² Pour simplifier le texte, l'appellation « Saint-André » sera utilisée dans le reste du document

³ Tirée de la carte d'accompagnement de :
 GLOBENSKI, Y., *Géologie des Basses-Terres du Saint-Laurent*, Gouvernement du Québec, Ministère de l'énergie et des ressources, Rapport MM85-02, 1987, 63p.

4. Données géologiques

4.1 Géologie de fond

La formation de Saint-André, comme celle d'Oka, est une formation géologique intrusive formée par un événement géologique survenu il y a près de 95 millions d'années (réf. 19). Ces deux formations font partie des Collines Montérégiennes. Étant donné sa composition et sa localisation, l'intrusion de Saint-André s'est probablement mise en place de façon synchrone à l'intrusion d'Oka.

Cette formation, composée de carbonatite, contient dans sa partie superficielle, de la goethite, de la limonite, de la fluorine associée à des terres rares et à du Nb_2O_5 . Outre ces détails minéralogiques, la composition générale de cette carbonatite s'apparente à celle que l'on retrouve à dans le complexe intrusif d'Oka. L'intrusion de Saint-André contient une quantité importante d'éléments radioactifs dont l'uranium et le thorium.

4.2 Géologie des dépôts meubles

La géologie des dépôts meubles (ou géologie de surface) du secteur de Saint-André-d'Argenteuil est bien connue (Réf. 24) et se compose essentiellement de dépôts Quaternaires⁴ (de type glaciaire, périglaciaire, marin et fluvial⁵) principalement générés à partir de la fin de la dernière glaciation, il y a 15 000 ans.

Au fil des ans, plusieurs forages ont été effectués dans le secteur et l'analyse de la stratigraphie nous indique généralement la présence de la roche en place à des profondeurs variant de plus de 100 mètres dans la partie nord de la zone qui nous intéresse jusqu'à un affleurement, dans le lit d'un petit ruisseau correspondant à peu près avec le centre de l'intrusion. Le till⁶ recouvrant la roche en place est affleurant ou près de la surface dans la majeure partie de la superficie de l'intrusion où son épaisseur est estimée entre 25 cm et quelques mètres.

Au nord de l'intrusion, nous retrouvons généralement des dépôts marins avec un faciès d'eau profonde, caractérisés par une épaisse couche d'argile marine imperméable, vestige de la Mer de Champlain. Cette mer recouvrait la région à la fin de la dernière glaciation. Ainsi, une épaisse couche d'argile se retrouve près de l'intersection du chemin Rivière Rouge Nord et la Montée de Brown's Gore où un forage a déjà rencontré de l'argile sur une épaisseur de 45 mètres.

⁴ Datant de moins de 2 à 3 millions d'années

⁵ Dépôts sédimentaires créés dans des environnements marins ou de rivières/fleuves

⁶ Dépôt composé de roche locale ou régionale qui a été arrachée, transportée, broyée et compactée lors du passage d'un glacier. Les tills sont généralement composés d'une matrice fine variée dans laquelle on retrouve des fragments plus gros de roches variées. Ils sont généralement indurés suite à la compression effectuée par l'énorme pression sous le glacier qui pouvait atteindre 1 km d'épaisseur à l'apogée de la dernière glaciation.

On retrouve également en certains endroits, à proximité de la zone d'intrusion, des zones caractérisées par la présence de dépôts marins et fluviaux généralement déposés directement sur le till.

Le secteur est donc caractérisé par un environnement géologique très varié qui ne permet pas d'établir un profil type de perméabilité des sols.

5. Données radiométriques

Pendant l'été de 1998, une campagne de levés géophysiques aéroportés a été menée par la compagnie Sanders avec la participation conjointe de la Commission géologique du Canada et de la Direction de la santé publique des Laurentides dans le but, comme ce fut le cas à Oka, de circonscrire les zones les plus à risque à l'aide de données obtenues par spectrométrie aux rayons gamma.

5.1 Interprétation des données radiométriques

La méthodologie de la radiométrie aéroportée, qui a été effectuée dans le secteur de Saint-André-d'Argenteuil, correspond exactement à celle effectuée en 1996 dans le secteur d'Oka. La méthode utilisée consiste à effectuer à partir d'un avion, par spectroscopie des rayons gamma, une mesure de la radioactivité locale qui peut être associée à la présence d'uranium. Le résultat est donc représenté en ppm d'équivalents uranium. Puisque l'uranium est à la source des émissions de radon, plus un secteur donné contient des teneurs élevées en uranium, plus il est potentiellement sujet au dégazage du radon.

Les données radiométriques, jumelées à une bonne connaissance de la géologie et de la morphologie d'un secteur, dans certains cas, permettent d'avoir une bonne idée des risques de retrouver des concentrations de radon élevées dans les maisons situées dans ce secteur. Lorsque cette approche est applicable, elle permet d'évaluer globalement un certain niveau de risque sans avoir à prendre des mesures directement dans les résidences. De plus, elle a l'avantage de permettre d'évaluer l'ampleur du risque pour certains secteurs non encore développés. En effet, l'association entre les proportions des résidences comportant des concentrations élevées de radon dans l'air intérieur et les concentrations en uranium dans le sol a déjà été établie dans la littérature et lors de l'intervention d'Oka, dans des situations comparables à celle qui prévaut à Saint-André-d'Argenteuil. Par contre, il n'est pas possible de prévoir les concentrations de radon que l'on retrouvera dans une résidence en particulier à partir de ces données radiométriques.

La figure 2 nous montre l'image radiométrique des données obtenues par radiométrie aéroportée. On retrouve en noir, la position de quelques résidences du secteur.

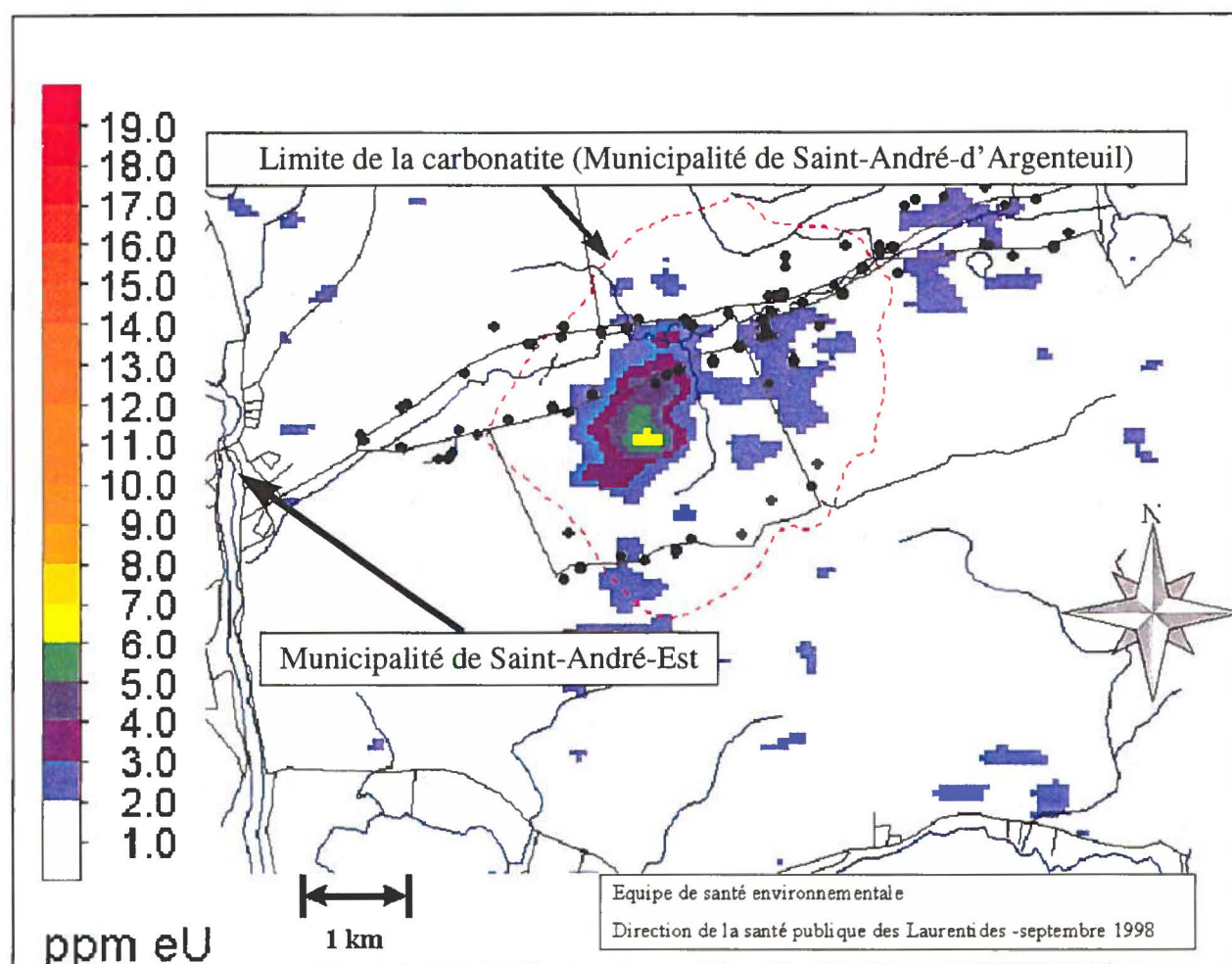


Figure 2: Radiométrie d'un secteur de Saint-André-d'Argenteuil, telle que mesurée lors du relevé aérien effectué pendant l'été 1998.

En étudiant la radiométrie de la région de Saint-André, il est possible de constater que les valeurs les plus élevées se retrouvent bel et bien à l'intérieur des limites géologiques de la formation de carbonatite.

Il est également possible, par l'analyse des données brutes à l'aide du logiciel SURVIEW de la Commission géologique du Canada, d'établir le bruit de fond radiométrique de cette zone aux alentours de 1.12 à 1.15 ppm eU. Si on réfère cette valeur au bruit de fond généralement rencontré au Canada (référence 8) qui varie entre 0,5 et 1,7 ppm eU, nous pouvons considérer que la valeur du bruit de fond à Saint-André est comparable à celui du Canada. Il est donc raisonnable de considérer ce qui est inférieur à environ 1.15 ppm eU comme faisant partie du bruit de fond. En pratique, comme pour l'intervention d'Oka, nous allons assimiler au bruit de fond tout ce qui est inférieur à 2 ppm eU.

Les figures 3a, 3b et 3c, montrent la radiométrie du secteur d'intérêt. Pour aider à la compréhension et à l'analyse des données, nous présentons les zones en fonction de différents seuils soit le seuil de 2 ppm eU à la figure 3a, le seuil de 4 ppm eU à la figure 3b et enfin le seuil de 6 ppm eU à la figure 3c.

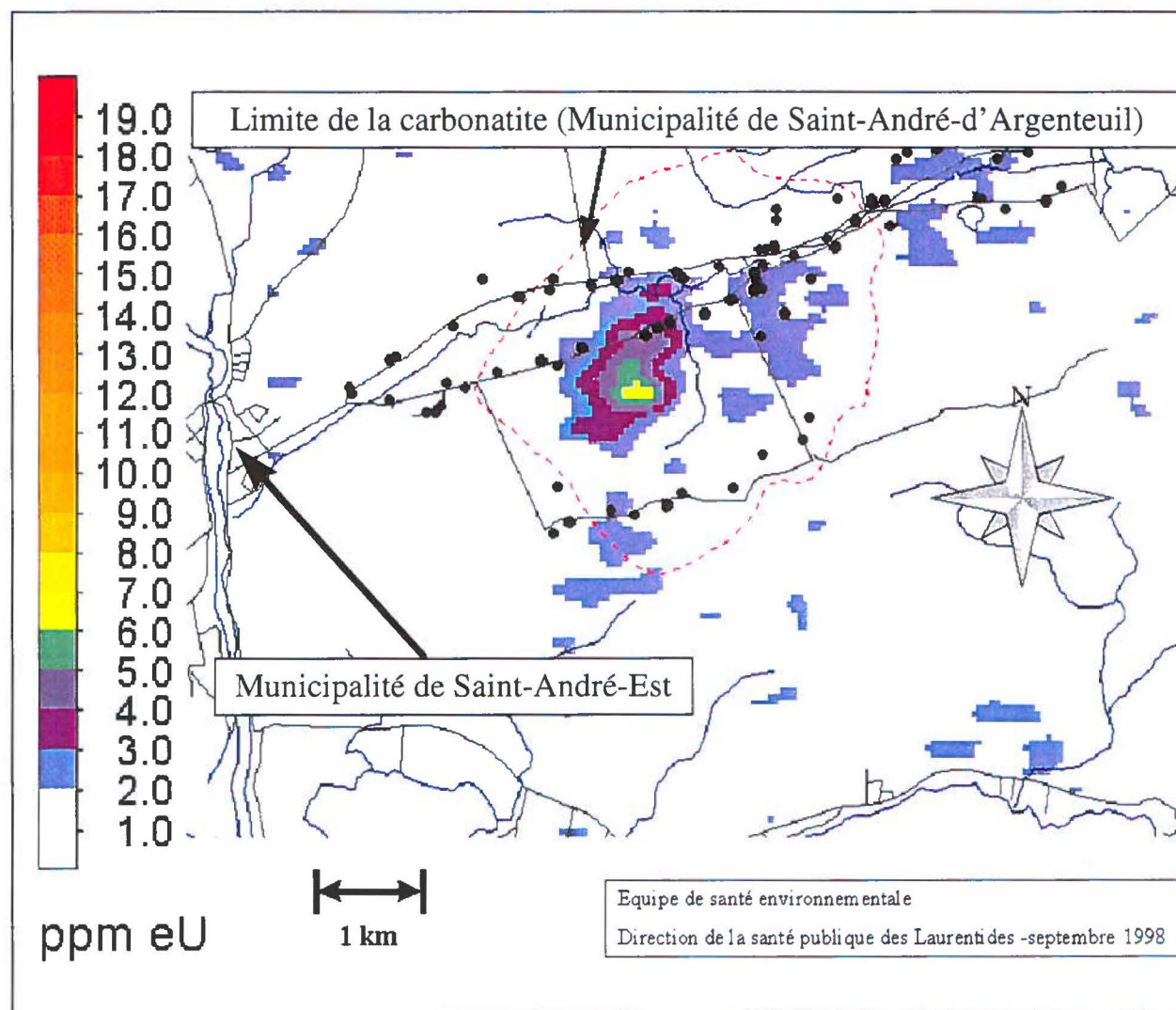


Figure 3a: Zones à radiométrie supérieure à 2 ppm eU, dans le secteur de Saint-André-d'Argenteuil couvert par le relevé aérien effectué pendant l'été 1998.

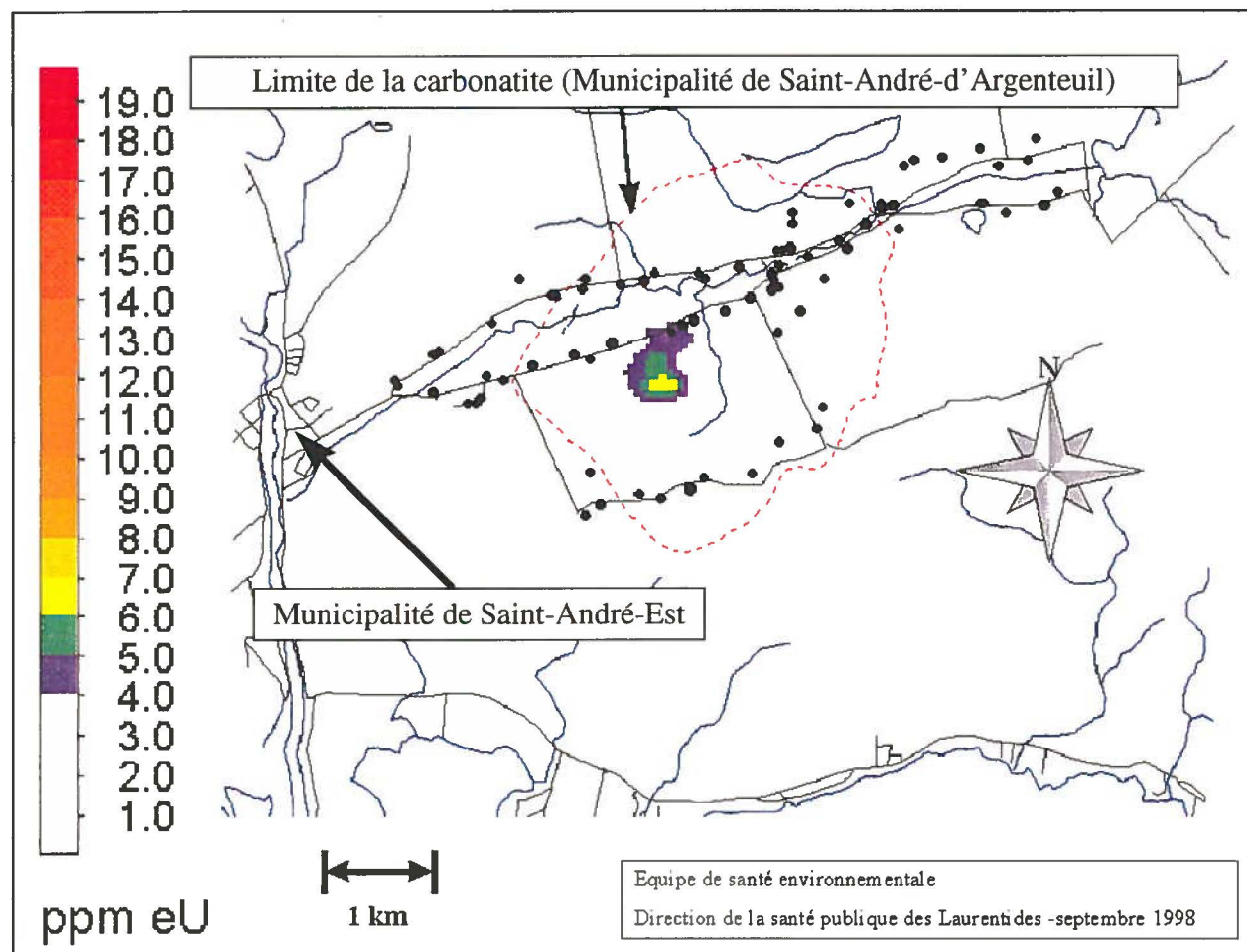


Figure 3b: Zones à radiométrie supérieure à 4 ppm eU, dans le secteur de Saint-André-d'Argenteuil couvert par le relevé aérien effectué pendant l'été 1998.

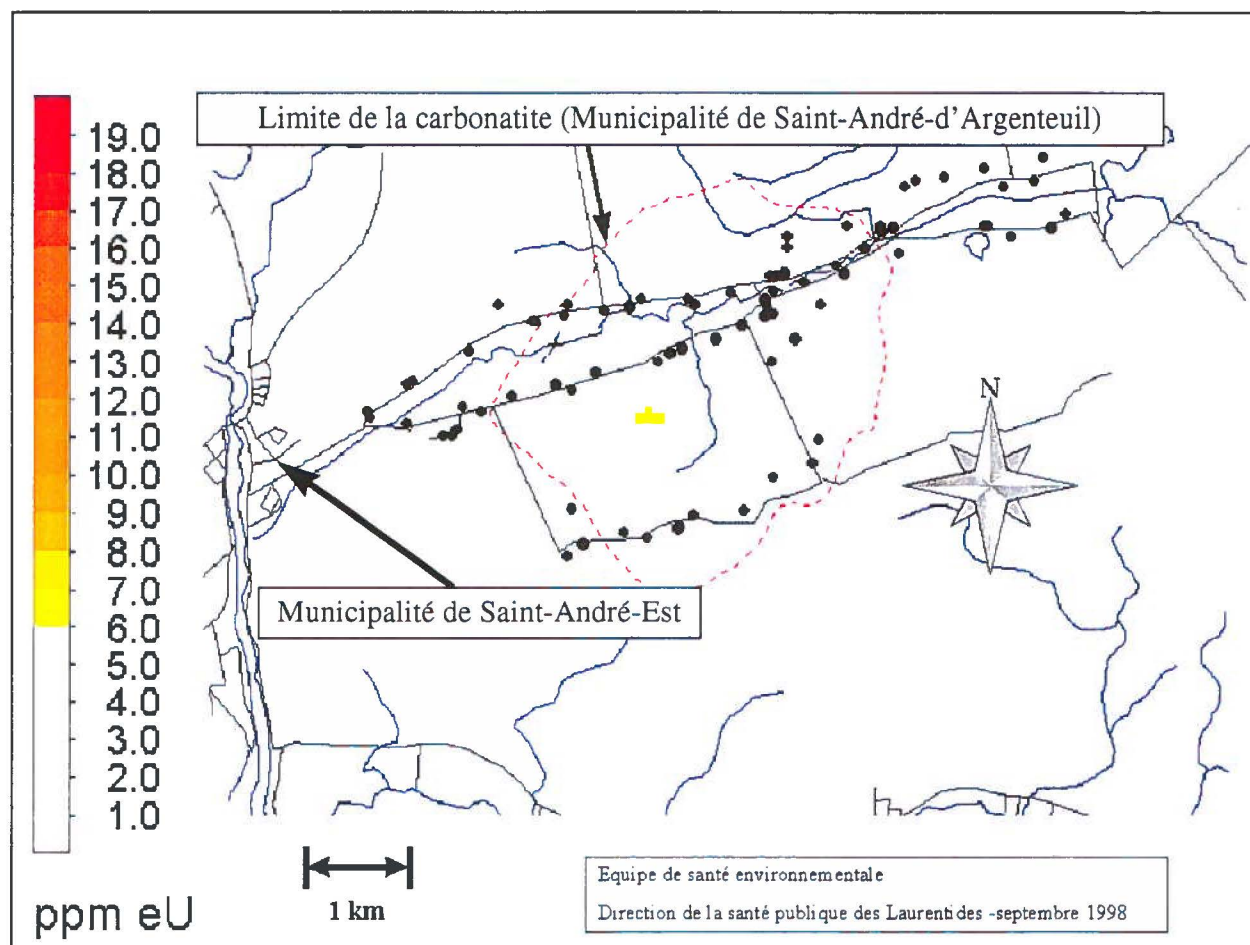


Figure 3c: Zones à radiométrie supérieure à 6 ppm eU, dans le secteur de Saint-André-d'Argenteuil couvert par le relevé aérien effectué pendant l'été 1998.

Dans l'étude aéroportée de Saint-André, le maximum absolu ponctuel en eU retrouvé dans toute l'étude aérienne est à 9 ppm eU (voir figure 3c). Sur cette figure, le maximum ponctuel de 9 ppm eU est situé à l'intérieur de la zone représentée en jaune. Il n'y a aucune maison exposée à ce niveau de radiométrie ni même à un niveau supérieur à 5 ppm eU (voir annexe page 17). À des fins de comparaison, précisons qu'à Oka le maximum ponctuel rencontré était à 64 ppm. et que des maisons ou des projets de maisons se trouvaient sur des terrains à plus de 9 ppm eU.

Aussi, à Saint-André, la population exposée est plus petite qu'à Oka et les niveaux d'exposition à une radiométrie élevée sont moins importants. À Saint-André :

- seulement 19 maisons sont exposées à des niveaux radiométriques excédant 2 ppm eU comparativement à plus de 90 à Oka ;
- l'exposition maximale, à laquelle est exposée une résidence, est de 4.9 ppm eU comparativement à 13.5 ppm eU à Oka.

Sur les 73 maisons considérées comme pouvant être sous l'influence de cette formation :

- 43 maisons se retrouvent sur la formation géologique alors que nous en retrouvons plus de 210 à Oka et ;
- environ 30 maisons sont à proximité immédiate (moins de 1 km de la limite de la formation géologique) alors qu'à Oka, on en retrouve plus de 170 dans une telle situation.

Pour faciliter la comparaison avec la situation à Oka, voici deux tableaux :

- le premier tableau (Tableau 1) présente le nombre de maisons impliquées ou sous l'influence des formations géologiques dans les secteurs de Saint-André et d'Oka;
- le deuxième tableau (Tableau 2), reprend le nombre de maisons par niveaux de radiométrie, pour Saint-André et pour Oka.

Tableau 1 : Nombre de maisons impliquées ou sous l'influence des formations géologiques à Saint-André-d'Argenteuil et à Oka

Nombre de maisons	Saint-André	Oka
Maisons sur la formation géologique	43	212
Maisons à moins d'un kilomètre de la périphérie de la formation géologique	30	170
Total des maisons	73	382

Tableau 2: Importance en terme du nombre de résidences par plages de radiométrie dans le secteur de Saint-André-d'Argenteuil comparé avec la situation à Oka.

Radiométrie (ppm eU)	# résidences St-André	# résidences Oka
0 - 1.9 (bruit de fond)	54	81
2 - 2.9	16	28
3 - 3.9	1	3
4 - 4.9	2	14
5 - 5.9	0	19
6 - 6.9	0	17
7 et plus	0	9

Il est donc clair, en observant les valeurs présentées ci-haut, qu'étant donné le nombre de résidences touchées et les niveaux radiométriques mesurés, l'ampleur du risque d'exposition dans ce secteur de Saint-André-d'Argenteuil est moindre qu'à Oka où une valeur ponctuelle de 64 ppm eU a été retrouvée et où plusieurs maisons ou projets de maisons sont situés sur des secteurs où la radiométrie est supérieure à 6 ppm eU.

6. Discussion

En 1988, les sous-ministres de la santé au niveau fédéral et provincial se sont entendus pour fixer une ligne directrice nationale concernant le radon intérieur. Ils recommandent d'apporter des mesures correctives lorsque la concentration dépasse une moyenne annuelle de 800 Bq/m^3 , au niveau le plus bas habité de la maison.

Lors de l'intervention à Oka (réf. 8), une analyse des résultats de la concentration de radon dans les maisons en fonction des données radiométriques a été effectuée et nous a permis de constater que, lorsque les niveaux de radiométrie mesurée en eU augmente, la moyenne des concentrations de radon dans les maisons augmente et cela dans une proportion plus importante que l'augmentation de la radiométrie. Les constatations de cette analyse ont été consolidées par une révision de la littérature.

À Saint-André-d'Argenteuil, **19 résidences** ont été identifiées comme étant situées dans des secteurs ayant une radiométrie supérieure au bruit de fond et donc plus susceptibles d'avoir des concentrations de radon élevées par rapport à la moyenne canadienne ou québécoise. Ainsi, à la lumière des données radiométriques disponibles, il est vraisemblable que nous puissions retrouver des résidences dépassant les 800 Bq/m^3 dans le secteur où se retrouvent les 19 résidences identifiées ci-dessus.

Même si le nombre de résidences considérées à risque est relativement restreint, il n'en demeure pas moins que le problème est de nature collectif ou communautaire puisque la situation concerne plusieurs familles. De plus, dans certains cas, l'ampleur du risque de cancer du poumon associé à une surexposition au radon peut être relativement importante, pouvant se comparer à l'exposition au tabagisme. C'est pourquoi, dans le contexte géologique exceptionnel qui prévaut à Saint-André-d'Argenteuil, il nous semble indiqué d'offrir :

- non pas une démarche exploratoire par échantillonnage ;
- mais bien un dépistage systématique auprès des 19 maisons les plus à risque, à la recherche des maisons avec des concentrations élevées de radon.

La démarche exploratoire par échantillonnage invoquée au début de ce rapport aurait été plus pertinente si le nombre de résidences plus à risque avait été plus important.

Suite à l'analyse des quelques résultats qui seront disponibles, il sera toujours possible de réévaluer l'ensemble de la situation et de moduler, si nécessaire, la conduite à tenir. Ainsi, advenant qu'une proportion considérée importante des 19 maisons identifiées ci-dessus aient des concentrations de radon supérieures à 800 et même 150 Bq/m^3 , nous pourrions recommander aux propriétaires de la cinquantaine de maisons non encore impliqués, d'obtenir une mesure du radon et d'apporter les correctifs nécessaires en fonction des résultats.

Enfin dans ce contexte, il est pertinent de recommander, comme ce fut le cas à Oka, d'obtenir une analyse d'uranium dans l'eau en provenance de puits domestiques afin de s'assurer que l'eau de consommation ne contient pas des concentrations en uranium dépassant les seuils recommandés.

7. Réponses aux objectifs

Les objectifs principaux de ce travail étaient :

1. Déterminer le nombre de résidences sous l'influence de la formation géologique.

Les analyses géologiques et radiométriques du secteur révèlent qu'environ :

- 43 résidences sont situées sur la formation géologique et
- 30 autres maisons se trouvent à moins d'un kilomètre de la formation
- ce qui nous donne 73 résidences potentiellement sous l'influence de la carbonatite.

2. Identifier les maisons dans les secteurs les plus à risque.

C'est par l'étude des résultats de la radiométrie aéroportée que les secteurs les plus à risque ont été circonscrits.

Toutes les résidences situées dans des secteurs avec une radiométrie supérieure à 2 ppm eU ont été considérées à risque de surexposition. Nous obtenons ainsi 19 résidences à risque (voir la liste en annexe).

3. Justifier éventuellement une démarche exploratoire de l'exposition au radon résidentiel par la DSP.

Étant donné le nombre relativement restreint de maisons considérées à risque de surexposition au radon et les niveaux radiométriques disponibles du secteur, il paraît justifié d'offrir systématiquement une mesure de radon aux 19 propriétaires des résidences exposées à une radiométrie plus élevée que la normale au lieu d'entreprendre une démarche exploratoire telle qu'envisagée initialement.

N.B.:

En avril 1999, tous les propriétaires des 19 résidences les plus exposées, se sont fait offrir gratuitement :

- une analyse de la concentration de radon dans l'air intérieur ;
- de même que la mesure de la concentration d'uranium dans l'eau de leur puits domestique.

Quatre propriétaires se sont prévalus de ce programme avant la date limite du 16 avril fixée pour les raisons techniques. En effet, comme il n'est pas pertinent de mesurer le radon pendant la période estivale, puisque les portes et les fenêtres sont régulièrement ouvertes pour des périodes prolongées, les deux demandes d'analyses reçues après cette date limite du 16 avril ont été reportées à l'automne 1999.

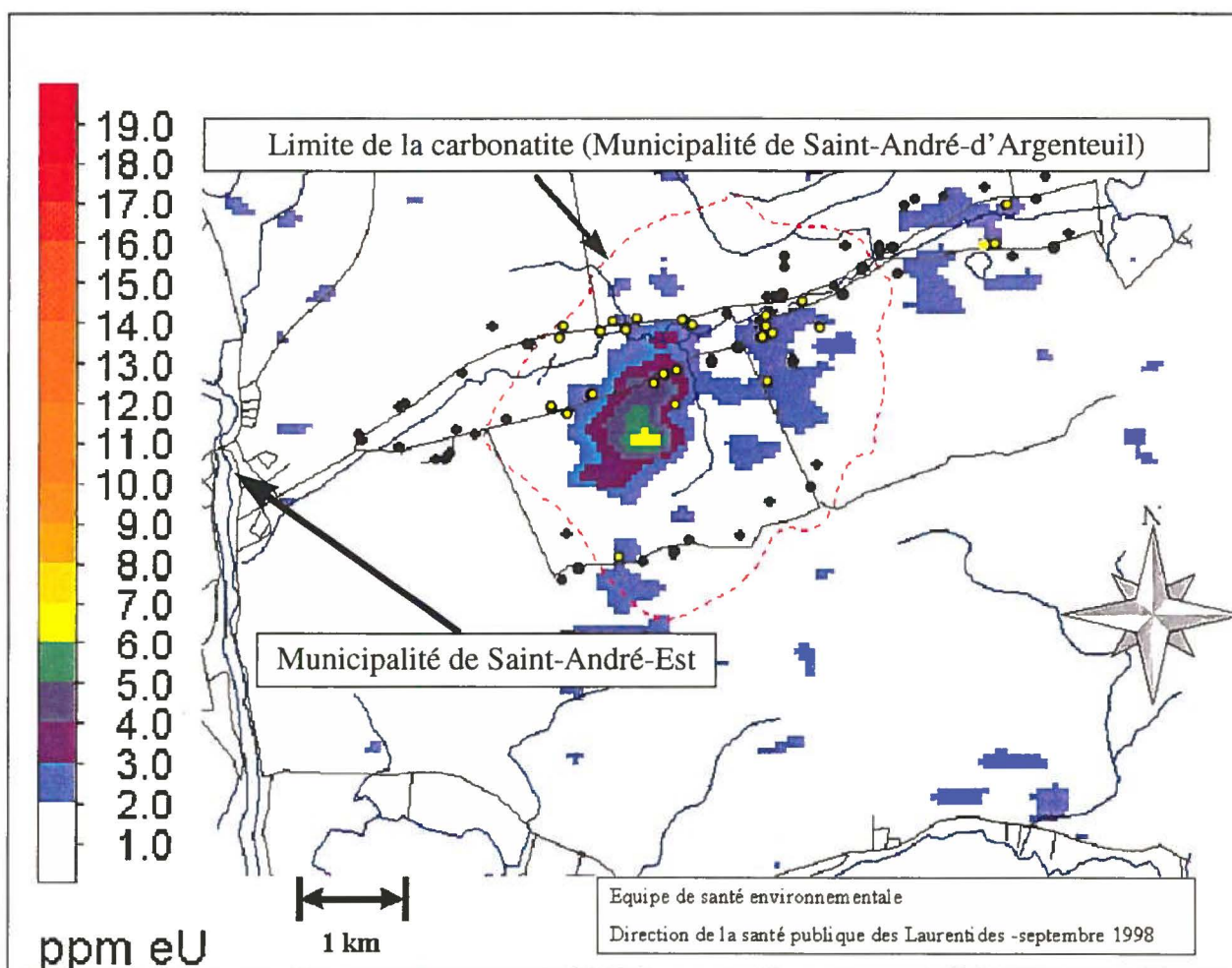


Figure 4 :Position (en jaune) des résidences dont les propriétaires ont reçu une offre d'analyse⁷

⁷ Cette carte montre les 19 maisons les plus à risque ainsi que quelques maisons pour lesquelles les propriétaires ont reçu une offre de mesure étant donné leur très grande proximité.

Le 15 juin 1999, la Direction de la santé publique des Laurentides a reçu les résultats des analyses effectuées au printemps 1999 sur quatre maisons faisant partie des 19 exposées à plus de 2 ppm eU. Ces résultats démontrent que :

- les concentrations de radon dans 2 des 4 résidences analysées dépassent la ligne directrice canadienne de 800 Bq/m³ ;
- les concentrations de radon dans les 4 résidences analysées dépassent la ligne directrice américaine de 150 Bq/m³.

Ces résultats plaident en faveur de poursuivre dans un premier temps la démarche auprès des 13 propriétaires déjà rejoints de la zone à risque au dessus de 2 ppm eU n'ayant pas répondu à la recommandation de la DSP faite au printemps 1999 et éventuellement d'élargir la démarche aux autres propriétaires dont la maison est sous l'influence de cette formation géologique.

BIBLIOGRAPHIE

1. AKERBLOM, G. et WILSON, C., « Radon - Geological aspects of an environmental problem », Geological Survey of Sweden , Reporter och meddelanden, no. 30, 47 p.
2. CHRISTENSEN et al., «GIS Applications to Radon Hazard Studies - An Example from Nevada », Nevada Bureau of Mines and Geology, Special Publication 17, 1995, 35 p.
3. COCKSEGE et al., « Canadian National Native Home Radon Survey: Maximizing Ressources Through Radon Potential Assesment », Environmental Health Physics, Proceedings of the Twenty-Sixth Midyear Topical Meeting of the Health Physics Society, Washington, 1993, p. 391-402
4. COLLECTIF, « The High-Radon Project of the Lawrence Berkeley National Laboratory and United States Geological Survey », U.S. Department of Energy et U.S. Geological Survey, non publié (projet en cours : contacter EPA)
5. COMMISSION GEOLOGIQUE DU CANADA, « Levé géophysique aéroporté : Saint-André-d'Argenteuil, Québec », Dossier public, Ottawa, 1998
6. COMMISSION GEOLOGIQUE DU CANADA, « Levé géophysique aéroporté: Oka, Québec », Commission géologique du Canada et Direction de la santé publique des Laurentides , Dossier public 3417, Ottawa, 1996
7. CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHE DU CANADA, « Code National du bâtiment du Canada 1990 », Comité associé du Code national du bâtiment, Ottawa, 1990, 424 p.
8. DESSAU, J.-C., PELLERIN, E., SAVARD, M., Le radon à Oka -Rapport d'intervention- Direction régionale de la santé publique des Laurentides, St-Jérôme, août 1998, 127 p.
9. DOYLE et al., « Predicting geographic variation in indoor radon using airborne gamma-ray spectrometry », Current Research, Part A, Geological Survey of Canada, Paper 90-1A, pp.27-32, 1990
10. DUVAL, J.S. , «Indoor radon predictions using gamma ray spectrometric data », EOS, v.70, no. 15, 1989, p.496
11. EATON, R., « A Radon Guideline: Present and Future », Environmental Radiation Hasard Division, Health Protection Branch, Department of National Health and Welfare, Proceedings of Cancer Epidemiology Seminar, Ontario Cancer Treatment and Research Foundation, April 1990, pp. 48-51
12. ENERGIE ATOMIQUE DU CANADA Ltée, «Projet de modification du Règlement sur le contrôle de l'énergie atomique en vue de réduire les limites de doses de rayonnement conformément aux recommandations de 1991 de la Commission internationale de protection radiologique », Gouvernement du Canada, 1991, 8p.
13. GLOBENSKI, Y., «Géologie des Basses-Terres du Saint-Laurent », Gouvernement du Québec, Ministère de l'énergie et des ressources, Rapport MM 85-02., 1987, 63 p.
14. GOLD, D.P., «Field guide to the Oka area », Map of report S-101, Mineral exploration services, Department of Natural Ressources, Province of Quebec, Quebec, 1966, 38 p.

15. GOLD, D.P. et al., «Economic Geology and Geophysics of the Oka Alkaline Complex, Quebec », , Annual General Meeting proceedings, Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, Volume LXX, Quebec City, April 1966, Transaction LXX 1967, pp. 245-258
16. GOLD, D.P., VALLEE, M., « Excursion géologique dans la région d'Oka », Direction des mines, Ministère des Richesses Naturelles du Québec, Gouvernement du Québec, Québec, 1969, 38 p.
17. GRASTY, R.L., «The relationship of geology and gamma-ray spectrometry to radon in homes», EOS, v.70, no. 15, 1989, p.496 (Abstract)
18. GRASTY, R.L., MINTY, B.R.S., «A guide to the technical specifications for airborne gamma-ray surveys», Record 1995/60, Australian Geological Survey Organisation, 1995, 89p.
19. HURLEY, P.M., «Age of the Monteregians Hills», Seventh Annual Report, US Atomic Energy Commission, USA, 1959, p. 217
20. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, « Airborne gamma-ray spectrometer surveying », Technical reports series, No. 323, International Atomic Energy Agency, Vienna, 1991, 97p.
21. JACKSON, S.A., «Estimating Radon Potential from an Aerial Radiometric Survey », Health Physics, v.26, n.5, May 1992, pp. 450-452
22. KREWSKI, D. et al., « Managing Environmental Radon Risks: A Canadian Perspective », Health Protection Branch, Management of Genotoxic Substances in the Environment, Swedish National Chemicals Inspectorate, Stockholm, Sweden, 1989, pp. 242-257
23. LETOURNEAU, E.G., «Limitation of Exposure to Natural Radioactivity in Canada», The Science of the Total Environment, Volume 45, 1985, pp. 647-655
24. MARANDA, R., «Carte d'aptitude - Région de Lachute-Terebonne », Direction générale des mines, Ministère des Richesses naturelles, Gouvernement du Québec, carte d'accompagnement du rapport DPV-537, 1973
25. MCGREGOR et al., «Background Concentrations of Radon and Radon Daughters in Canadian Homes», Health Physics, USA, August 1990, pp. 285-289
26. NERO, A. et al, «Identifying the High-Radon Areas of the United States: The High-Radon Project of the Lawrence Berkeley National Laboratory and United States Geological Survey », U.S. Department of Energy et U.S. Geological Survey, non publié (projet en cours : contacter EPA)
27. PERRAULT, G. «La composition chimique et la structure cristalline du pyrochlore d'Oka, P.Q. », The Canadian Mineralogist, Vol. 9, Part 3, 1968, pp. 384-402
28. SCHUMANN, R.R., «Geologic radon potential of the glaciated Upper Midwest », Proceedings: The 1992 International Symposium on Radon and Radon Reduction Technology, vol. 2, Symposium Oral Papers, Technical Sessions VII-XII: Single Triangle Park, N.C., U.S. Environmental Protection Agency Rept. EPA-600/R-93/083b, p. 8-33--8-49
29. SOCIETE CANADIENNE D'HYPOTHEQUE ET DE LOGEMENT, « Guide à l'usage des propriétaires canadiens: LE RADON », Gouvernement du Canada, Ottawa, 1997, 40 p.

ANNEXE

<i>Valeurs de radiométrie pour les 19 résidences retenues à St-André-d'Argenteuil</i>	
Numéro de référence :	Radiométrie (ppm eU) :
11	4.89
12	4.23
13	3.42
19	2.87
18	2.65
83	2.46
10	2.41
17	2.34
28	2.26
24	2.20
27	2.14
50	2.13
62	2.11
79	2.09
52	2.06
47	2.05
49	2.04
9	2.03
21	2.00