

**Mesures de radon à l'aplomb des anciens travaux miniers  
de May-sur-Orne et Soumont**

**DIFFUSION :**

Pôle Après-Mines Ouest	JP. BESNARD
------------------------	-------------

**Réf : GEODERIS W2006/061DE – 06BNO2230**

**Date : 10/07/2006**

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	B. MAZENC	C. VACHETTE	C. VACHETTE
Visa			

Lors de la phase informative en vue de l'établissement du PPRM du bassin minier ferrifère de May-sur-Orne (14), des concentrations importantes en radon, supérieures à 10 000 Bq/m<sup>3</sup>, ont été mesurées dans les galeries accessibles des flancs nord et sud du synclinal (2005).

Ces fortes concentrations ont conduit GEODERIS à s'interroger sur l'existence d'un aléa gaz au droit des travaux miniers des deux synclinaux ferrifères de May-sur-Orne et de Soumont distants de quelques dizaines de kilomètres.

Pour répondre à ces interrogations, il a été décidé en accord avec le Pôle Après-Mines Ouest, la DRIRE de Basse-Normandie et la DDASS du Calvados de réaliser une série de profils perpendiculaires aux galeries souterraines, de mesures instantanées de radon dans les sols sur les deux bassins miniers.

Ce rapport, après avoir exposé la méthodologie mise en œuvre pour réaliser les échantillonnages, synthétise les résultats des deux campagnes de mesures.

Les valeurs obtenues sont comparées à celles collectées lors d'une campagne de mesures aéroportées par radiométrie réalisée dans le massif armoricain et à celles obtenues par la DDASS dans le cadre des mesures réglementaires de radon dans les établissements recevant du public.

## **CONTEXTE DE L'ÉTUDE**

---

Les deux bassins miniers étudiés sont situés dans des synclinaux d'orientation est – ouest mis en place au cours de l'orogénèse hercynienne. Le minerai est contenu dans la formation ordovicienne (Primaire).

Onze concessions ont été exploitées sur ces deux synclinaux (voir notes de synthèse GEODERIS : 4BNO2600-R02-CF et 4BNO2100- R07-CF).

A l'issue de la phase informative sur les deux synclinaux, il avait été conclu sur la base des données disponibles et de la nature du gisement à un aléa négligeable à nul pour l'émanation de gaz de mines, dont le radon.

Cependant, et comme des compléments de mesures pour préciser les aléas mouvements de terrain et pollution étaient programmés, il a été décidé en accord avec le pôle après-mines ouest et la DRIRE de réaliser quelques mesures instantanées de radon dans les deux galeries accessibles du bassin de May-sur-Orne. Ces mesures (rapports INERIS et IRSN de juillet 2005) ont montré la présence de radon induisant une activité volumique de l'ordre de 10 kBq/m<sup>3</sup> sur la galerie nord et de 20 à 30 kBq/m<sup>3</sup> sur le flanc sud. Le débit de dose gamma moyen mesuré le 2 juin (jour de la campagne de mesures IRSN) a été évalué de l'ordre de 350 nSv/h.

Ces valeurs ont conduit GEODERIS a proposé, à dire d'experts, un **aléa de niveau moyen** au droit des travaux les plus superficiels hors d'eau sur les deux flancs du synclinal (Figure 1).

Cette proposition de délimitation était basée sur la méthodologie exposée dans le guide méthodologique PPRM (Rapport INERIS DRS-04-51198/R01) qui définit les classes d'intensité du phénomène en fonction des concentrations mesurées dans les galeries (intensité moyenne pour des teneurs supérieures à 10 kBq/m<sup>3</sup>) et des différents facteurs de prédisposition.

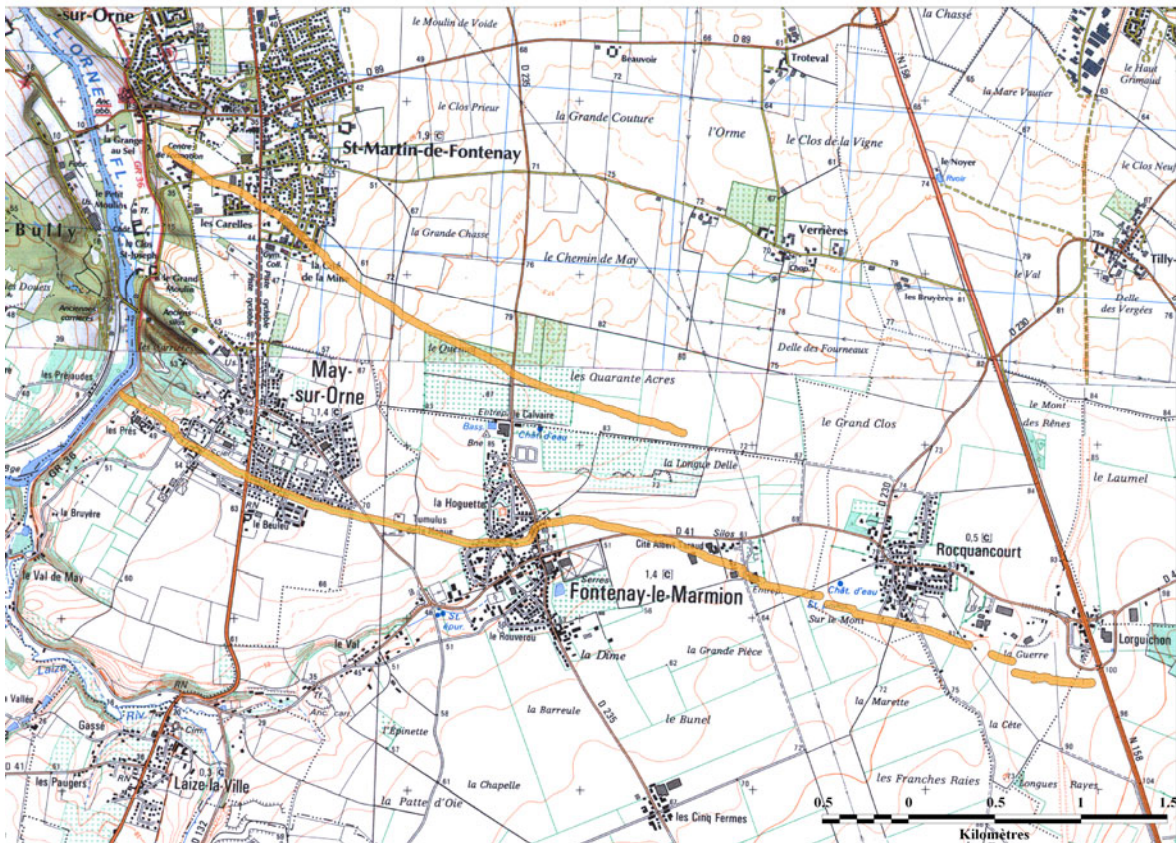


fig. 1 : Zonage initial de niveau moyen de l'aléa radon sur le bassin de May-sur-Orne.

Lors d'une réunion de présentation des résultats aux Administrations (réunion du 20/03/2006 avec DRIRE et DDASS), il a été convenu de vérifier la réalité de cet aléa par des séries de mesures instantanées de radon dans les sols (en surface). Des profils perpendiculaires au tracé des travaux miniers ont été retenus dans le but de mettre en évidence l'influence de ces travaux miniers. De plus, comme on ne disposait pas de mesures sur le synclinal de Soumont, il a aussi été décidé de réaliser le même type de campagne sur ce synclinal.

## **DÉROULEMENT DES OPÉRATIONS**

Les campagnes de mesures se sont déroulées du 18 au 20 avril 2006 sur le synclinal de May-sur-Orne et du 15 au 17 mai sur le synclinal de Soumont. Elles ont été réalisées pour GEODERIS et la DRIRE par l'INERIS.

Le principe de la mesure est le suivant : à chacun des emplacements choisis pour la mesure, des petits sondages de 3 cm de diamètre environ et 30 cm de profondeur sont effectués dans le sol. Ces sondages sont tubés et leur tête est obturée, ce qui constitue ainsi des petits espaces d'accumulation du gaz émanant du sol dont nous pouvons, ensuite, analyser la composition. Une durée de plus de 18h a été respectée entre l'installation des tubages et la mesure du radon, ce qui est a priori suffisant pour atteindre un équilibre gazeux à l'intérieur des sondages. L'analyse des teneurs en radon a été effectuée à l'aide d'un dispositif de détection par scintillation mesurant ponctuellement l'activité volumique du radon (ensemble de comptage CALEN de chez ALGADE) répondant aux caractéristiques de la norme NF M60-771.



Sur le synclinal de May-sur-Orne, quatre profils ont été réalisés (traits rouges sur la figure 2) : deux sur le flanc nord et deux sur le flanc sud pour un total de 37 mesures dans les sols.



Fig. 2 : position des 4 profils sur le synclinal de May-sur-Orne.

Sur le synclinal de Soumont, cinq profils ont été retenus (traits rouges sur la figure 3) : deux sur le flanc nord et trois sur le flanc sud. L'accès aux galeries étant impossible, trois prélèvements ont été effectués dans des sondages interceptant des galeries. De plus deux mesures dans un secteur hors travaux ont aussi été réalisées. Ces points sont représentés sur la figure 3 par des points rouges.

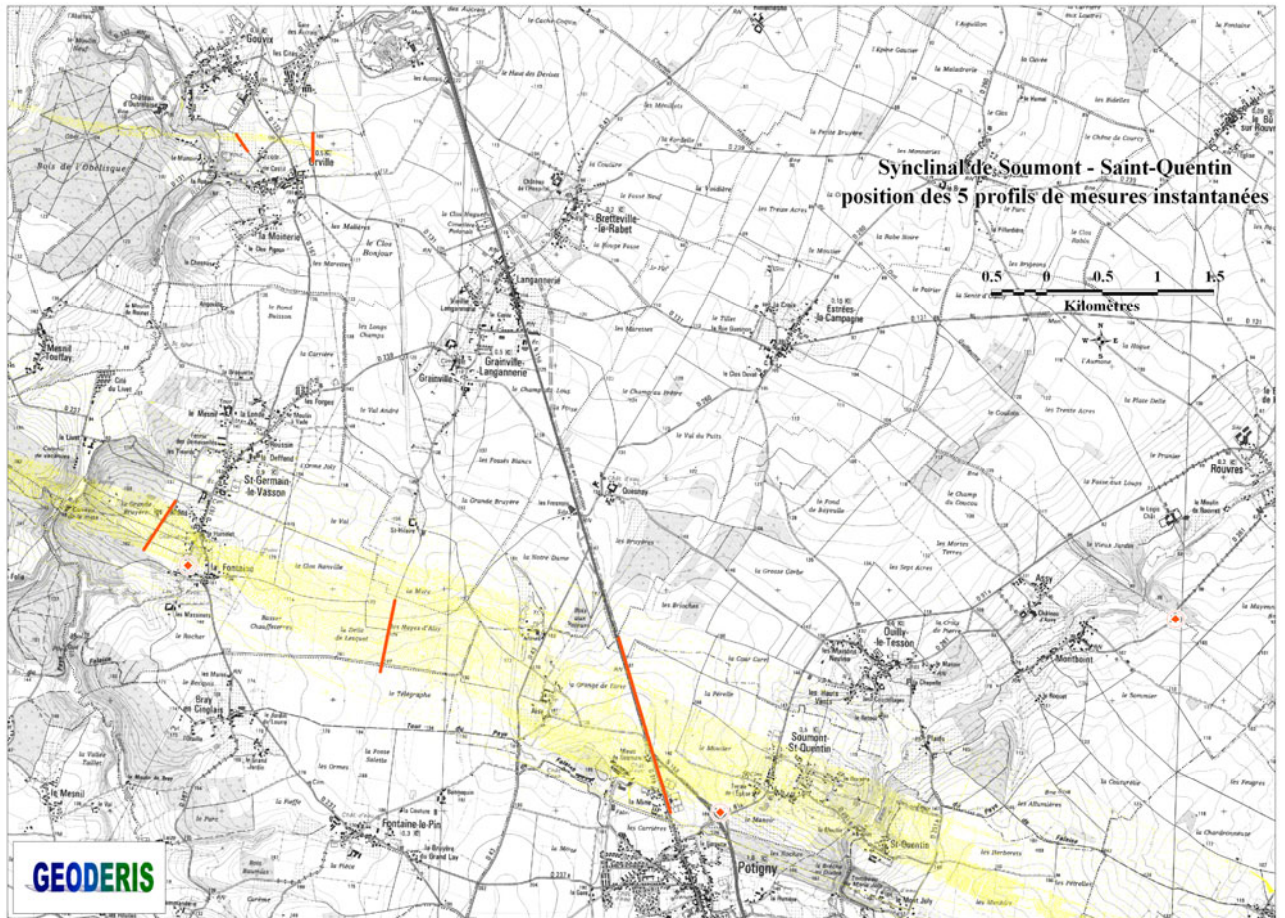


Fig. 3 : position des profils et des mesures en sondage sur le synclinal de Soumont St Quentin

Tous les points ont été positionnés au GPS.

Les résultats des comptages ainsi que les coordonnées des points de mesures sont présentés dans les tableaux 1 et 2 suivants.

	Commentaire	Précision	Coordonnées X	Coordonnées Y	Radon (Bq/m3)
Coupe Sud-est	s1p1	1,6	402883,0	2458601,8	24389
	s1p2	1,5	402885,2	2458624,0	13461
	s1p3	1,0	402885,5	2458641,2	10978
	s1p4	1,0	402889,1	2458661,5	9128
	s1p5	1,0	402893,7	2458681,1	7767
	s1p6	0,9	402894,9	2458700,8	3774
	s1p7	1,1	402896,0	2458720,3	11293
	s1p8	1,1	402898,1	2458747,5	4839
Coupe Sud-Ouest	s1p9	1,0	402899,4	2458772,7	7083
	s2p1	0,9	401681,6	2458991,9	12998
	s2p2	1,2	401694,2	2459015,1	7435
	s2p3	1,2	401707,5	2459035,9	13004
	s2p4	1,4	401715,8	2459056,8	3632
	s2p5	1,4	401728,3	2459071,3	37037
	s2p6	1,1	401737,2	2459089,5	22566
	s2p7	1,1	401757,5	2459128,1	22429



	Commentaire	Précision	Coordonnées X	Coordonnées Y	Radon (Bq/m3)
Coupe Nord- Est	s2p8	1,2	401770,6	2459152,3	21388
	n1p1	1,4	402346,3	2460309,1	142
	n1p2	1,2	402339,5	2460284,3	62
	n1p3	1,5	402335,7	2460259,2	964
	n1p4	1,6	402328,3	2460223,4	25475
	n1p5	1,7	402320,0	2460193,8	2356
	n1p6	1,0	402337,8	2460158,6	26000
	n1p7	1,1	402331,6	2460128,2	949
	n1p8	1,1	402324,4	2460101,0	4809
	n1p9	1,1	402317,1	2460072,6	6450
Coupe Nord- Ouest	n1p10	1,0	402308,2	2460032,1	14067
	n2p1	0,9	401641,5	2460614,6	445
	n2p2	0,9	401655,0	2460632,2	26776
	n2p3	0,9	401672,9	2460654,0	32911
	n2p4	0,9	401681,1	2460675,4	1463
	n2p5	0,9	401692,2	2460695,3	1018
	n2p6	1,0	401702,1	2460710,3	17265
	n2p7	0,9	401714,2	2460727,0	24611
	n2p8	1,0	401723,1	2460745,7	19237
	n2p9	1,1	401734,8	2460768,8	22429
n2p10	1,0	401751,4	2460801,8	24718	

Tableau des mesures de May-sur-Orne

	Précision	X	Y	Radon (Bq/m3)
fontaine1	1,6	408288,78	2446371,01	5709
fontaine2	1,5	408301,95	2446432,53	5248
fontaine3	1,6	408313,64	2446485,23	2808
fontaine4	1,2	408326,01	2446558,21	22341
fontaine5	1,1	408339,07	2446629,24	6007
fontaine6	1,2	408352,59	2446702,57	2203
fontaine7	1,1	408365,42	2446777,72	6034
fontaine8	1,2	408380,89	2446855,05	4742
fontaine9	1,1	408398,19	2446929,87	6020
fontaine10	1,1	408418,24	2447009,61	3945
p1n1	1	407675,5	2451206,1	25406
p2n1	1	407679,74	2451140,11	7846
p3n1	1,1	407678,94	2451109,63	2244
p4n1	1	407671,03	2451075,49	3662
p5n1	1,1	407668,17	2451043,18	10664
p6n1	1,2	407668,05	2451011,45	34702
p7n1	1	407670,92	2450982,46	29347
p8n1	1,2	407674,35	2450950,73	3875
p3n2	1,5	407020,29	2451144,23	3730
p4n2	1,4	407035,87	2451117,54	11983
p5n2	2,1	407054,08	2451095,2	9831
p6n2	1,5	407073,9	2451073,2	6636

	Précision	X	Y	Radon (Bq/m3)
p7n2	3,6	407090,17	2451046,39	5325
p2n2	1,5	407008,72	2451171,96	7682
p1n2	1,6	406990,04	2451197,28	4466
p1so	1,7	406167,22	2447466,16	7564
p2so	1,9	406185,55	2447523,33	17972
p3so	1,3	406211,44	2447573,85	21574
p4so	1,6	406252,91	2447613,38	2059
p5so	1,1	406290,03	2447652,9	9820
p6so	1,1	406327,04	2447695,98	4710
p7so	1,5	406360,84	2447738,71	7987
p8so	3,4	406396,7	2447781,45	3994
p9so	2,6	406440,46	2447841,37	4396
p9so	1,6	406451,23	2447894,87	975
sondage 1	0,9	407376,94	2451175,16	
hors travaux 1	1,8	415427,48	2446868,34	13266
hors travaux 2	1,5	415424,96	2446869,26	11913
sondage 2	2	406549,19	2447334,29	32
sondage 3	1,2	411346,24	2445115,46	6726
SE 1	1,2	410895,99	2445104,12	3610
SE 2	1,1	410858,07	2445240,46	6234
SE 3	1,3	410823,7	2445333,26	3287
SE 4	0,9	410794,6	2445433,39	2593
SE 5	1,1	410764,69	2445534,21	10209
SE 6	1,5	410734,91	2445632,16	2506
SE 7	0,9	410716,81	2445738,37	-
SE 10	1	410573,48	2446174,07	4948
SE 9	1,1	410605,68	2446065	3124
SE 8	1,1	410644,97	2445932,9	2429
SE 11	1,3	410426,03	2446673,01	4084

Tableau des mesures de Soumont

## INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

L'analyse brute des résultats montre des valeurs de teneur en radon mesurées dans le sol à des concentrations du même ordre de grandeur que celles mesurées dans les galeries 1 et B des flancs sud et nord du synclinal de May-sur-Orne.

Le tableau suivant présente les paramètres statistiques de la série des 86 mesures réalisées sur les deux synclinaux :

Mesure de radon dans les sols (Bq/m3)	
nombre de mesures	86
moyenne	10 161
écart type	9 155
valeur minimale	32
valeur maximale	37 037

Les figures en annexe permettent de localiser les concentrations mesurées par rapport aux travaux souterrains. Les graphes permettent de situer les concentrations mesurées en fonction de la zone d'aléa (pour May sur Orne) ou de la position des travaux (Soumont).

Les mesures enregistrées ne permettent pas d'établir de relation statistique entre la concentration observée et la présence ou la profondeur des travaux miniers souterrains. Cette analyse est confortée par les deux mesures réalisées en dehors des travaux souterrains mais dans un contexte géologique équivalent (formation de l'Ordovicien affleurant) sur la commune d'Ouilly-le-Tesson distante de moins de dix kilomètres. Les valeurs mesurées sont respectivement de 11 et 13 kBq/m<sup>3</sup>.

Il semble donc, au vu des résultats de mesures instantanées de radon dans les sols, qu'il existe bien un aléa dû au radon, mais que **les travaux miniers n'induisent pas de "sur-aléa"** de manière démontrable.

Cet aléa radon aurait une origine "naturelle" comme semble l'indiquer la cartographie radiométrique spectrale Uranium de la zone étudiée (voir paragraphe suivant).



## **COUVERTURE GEOPHYSIQUE AEROPORTÉE DU MASSIF ARMORICAIN**

En 1998, le BRGM a réalisé une campagne de géophysique aéroportée dans le Massif Armoricaïn. Deux techniques ont été retenues : la radiométrie et le magnétisme. La radiométrie par spectrométrie gamma, en mesurant la radioactivité naturelle des roches, conduit à déterminer les teneurs en potassium, uranium et thorium (rapport BRGM R 40471). Les données brutes ont été traitées pour produire des cartes synthétiques à l'échelle du 1/500 000 dont la carte de la teneur équivalente en uranium exprimée en ppm.

Une étude méthodologique (rapport BRGM/RP 51033-FR) a permis de valider l'utilisation des données spectrométriques pour la cartographie du potentiel d'émanation du radon des roches et du sol. Cette étude a montré que la mesure "équivalent Uranium" aéroportée montre une assez bonne convergence avec la teneur volumique en radon de l'espace poreux libre des sols. Elle permet ainsi, moyennant un certain nombre de précautions liées à la méthode de mesure (processus intégrateur) et une connaissance fine de la lithologie et de la géologie structurale locale, de cartographier des zones à fort potentiel d'émission radon.

Un extrait de la carte de la campagne de géophysique aéroportée, radiométrie spectrale uranium constitue la figure 4. Sur cette carte sont positionnés les profils de mesures instantanées de radon dans les sols réalisés sur les synclinaux de May et de Soumont.

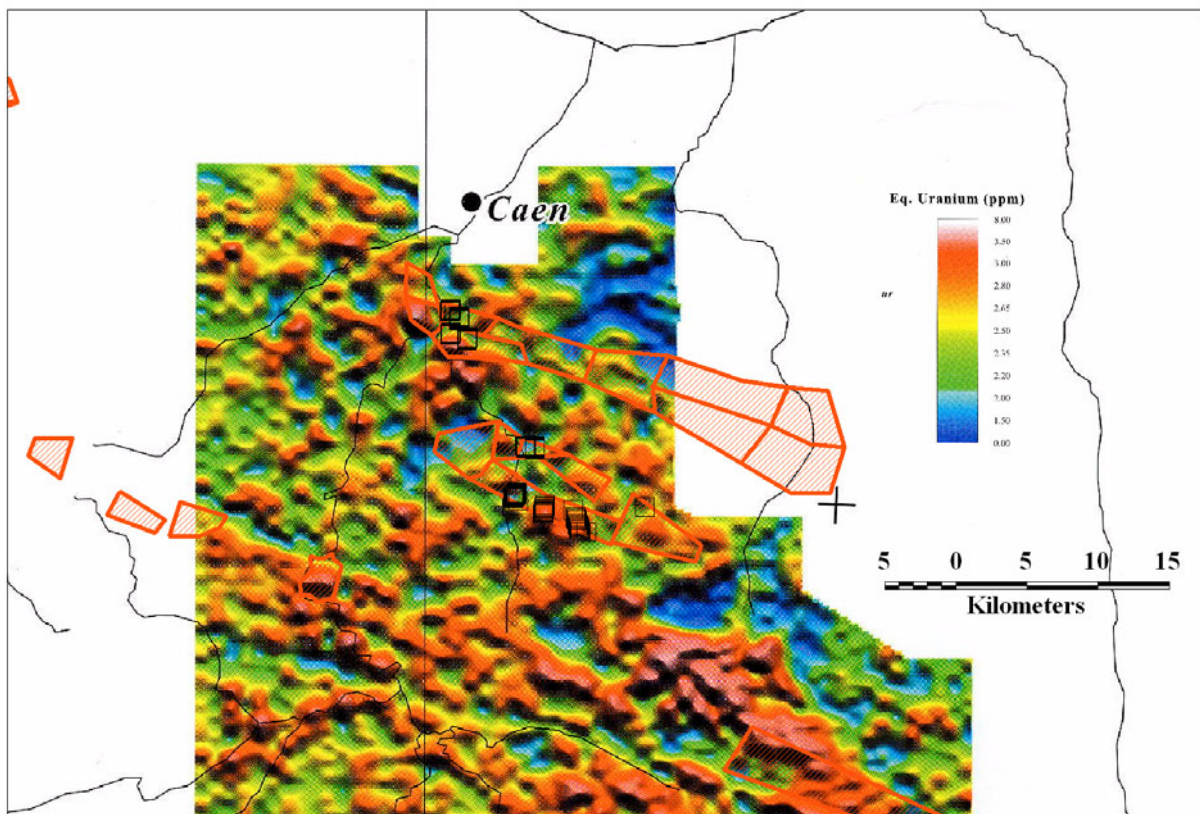


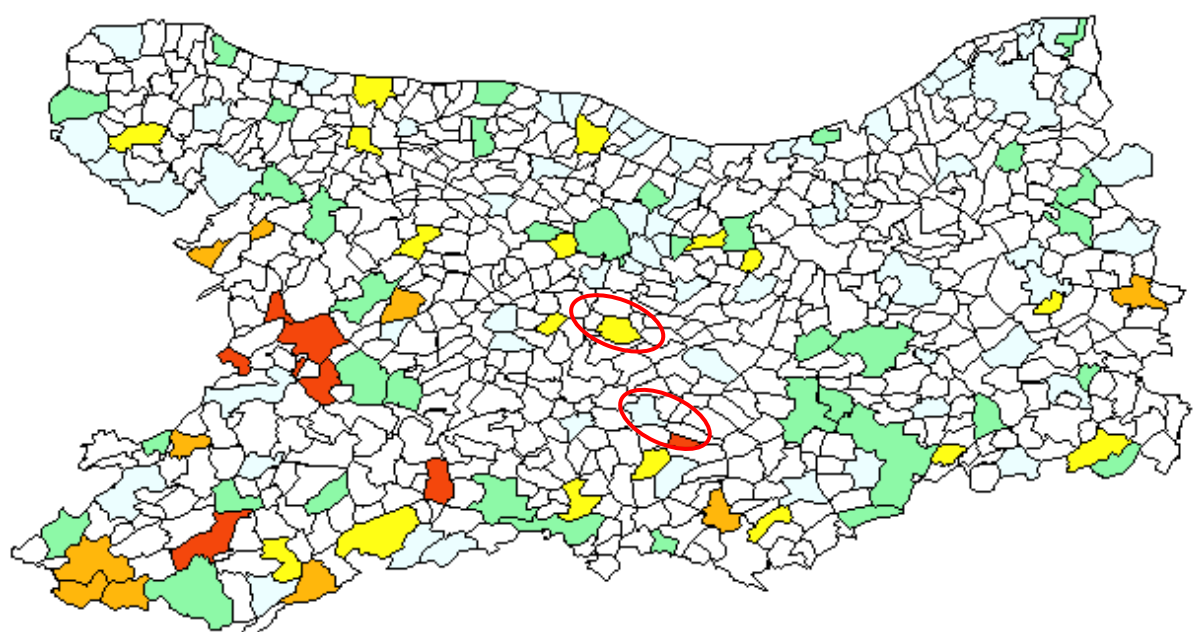
Figure 4 : extrait de la carte radiométrie spectrale Uranium avec report des points de mesure instantanée radon.

## AUTRES DONNÉES SUR LE RADON

La carte radiométrique peut être complétée par les données figurant sur le site de l'IRSN et concernant les mesures recueillies dans le cadre de la campagne nationale de mesure du radon conduite en collaboration avec les pouvoirs publics et tout particulièrement depuis 1992 avec la Direction Générale de la Santé (DGS) et les Directions Départementales des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS). La figure 5 présente la carte des activités volumiques moyennées par commune.

### CALVADOS (14)

#### CARTE DES ACTIVITES VOLUMIQUES DU RADON DANS LES HABITATIONS BILAN JANVIER 2000



Moyennes arithmétiques des mesures réalisées par commune  
 Nombre de communes mesurées : 137    Nombre de mesures : 144  
 Moyenne du département : 118 Bq.m<sup>3</sup>

Activité volumique en Bq.m<sup>-3</sup>

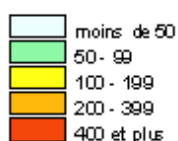


figure 5 : extrait du site internet de l'IRSN  
avec positionnement schématique des synclinaux

## **BIBLIOGRAPHIE**

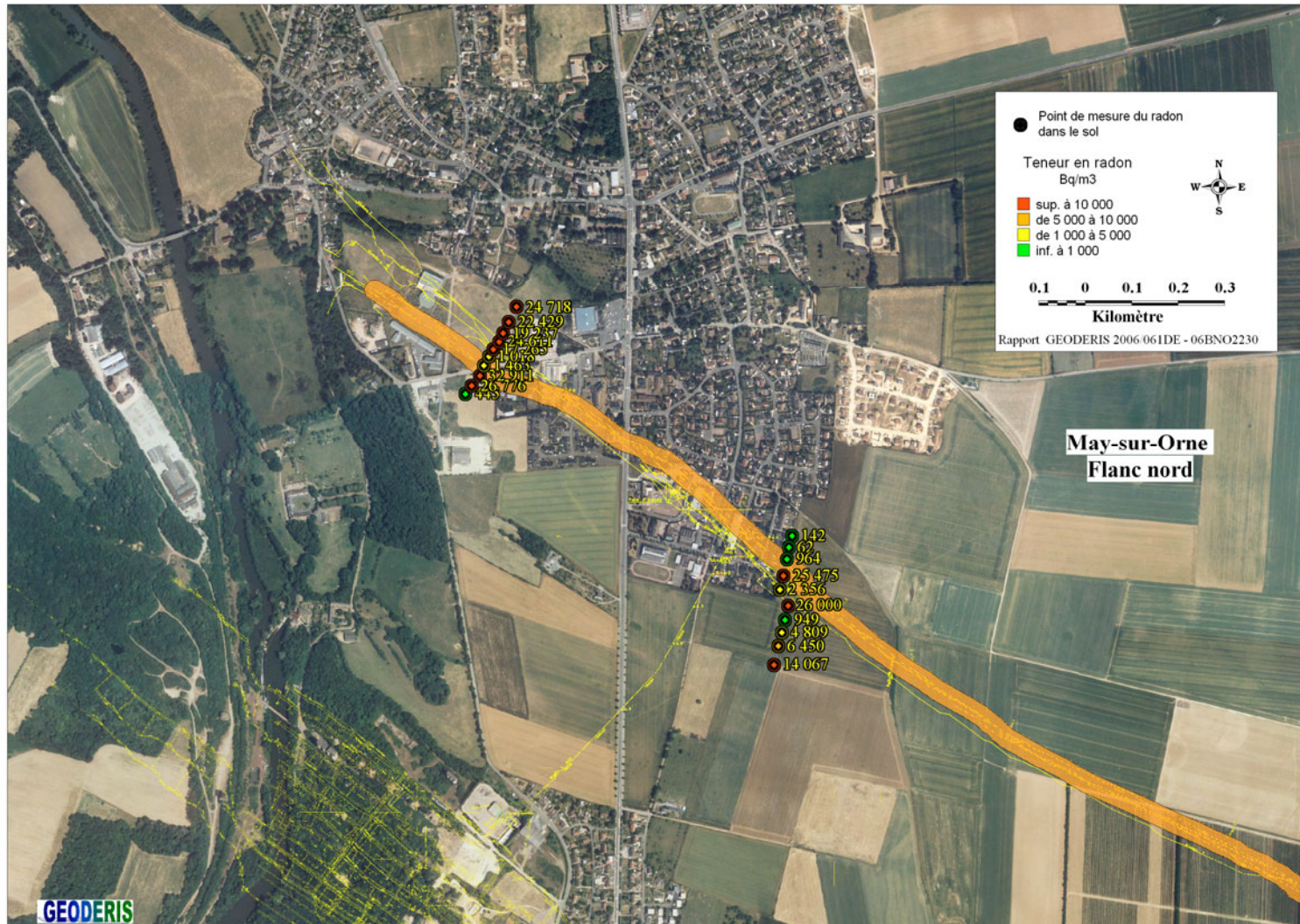
---

- Bonijoly D., Perrin J., Truffert C., Asfirane F.,(1999) – Couverture géophysique aéroportée du Massif Armoricaïn – Rap. BRGM R 40471, 75 p., 13 fig., 12 tabl., 2 ann.
- Perrin J. – Etude méthodologique de l'utilisation du levé aéroporté de radiométrie spectrale de la Bretagne à la cartographie des zones à fort potentiel radon. BRGM/RP 51033-FR, 50 p., 8 fig., 3 tabl.
- Besnard K. (2006) – Mesures de radon à l'aplomb des anciens travaux miniers de May-sur-Orne (14) – Rapport d'étude INERIS-DRS-06-77246/R01Projet.
- Besnard K. (2006) – Mesures de radon à l'aplomb des anciens travaux miniers de Soumont (14) – Rapport d'étude INERIS-DRS-06-78783/R01.
- <http://www.irsn.fr/> : Campagne nationale de mesure de l'exposition domestique au radon IRSN-DGS (01/01/2000).
- Franck C., Mazenc B. (2004) – Bassin minier de May-sur-Orne. Concessions de Bully, Maltot, May-sur-Orne et Saint-André-sur-Orne (Calvados) – Etude préliminaire à la réalisation d'un plan de prévention des Risques Miniers (PPRM) – Cartographie de l'aléa "mouvement de terrain". Rapport GEODERIS 4BNO2600-R02-CF.
- Franck C., Mazenc B. (2005) – Bassin minier de Soumont (Calvados) – Etude préliminaire à la réalisation d'un plan de prévention des Risques Miniers (PPRM) – Evaluation des risques résiduels liés à l'activité minière. Evaluation et cartographie de l'aléa "mouvement de terrain". Rapport GEODERIS 4BNO2100-R07-CF
- Loiseau C. (2006) – Exploitation de fer et stockage souterrain d'hydrocarbures de May-sur-Orne (14). Phase aléa du PPRM, aléas environnementaux, contamination eaux de surface, émanation de gaz. Rapport INERIS-DRC-06-68920/DESP-R01a.

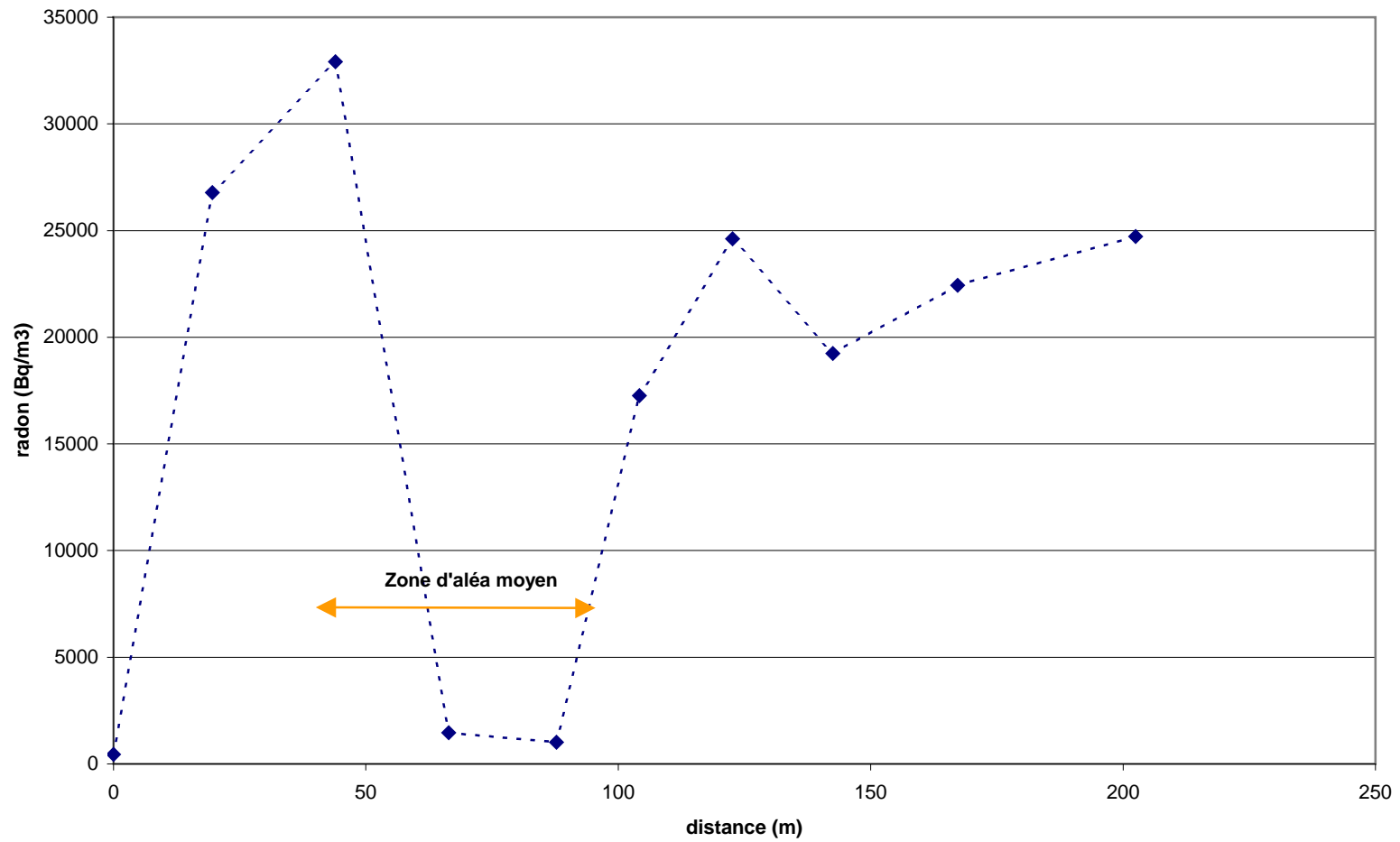
## **Annexes**

Cartes de localisation des points de mesures instantanées  
et des valeurs mesurées

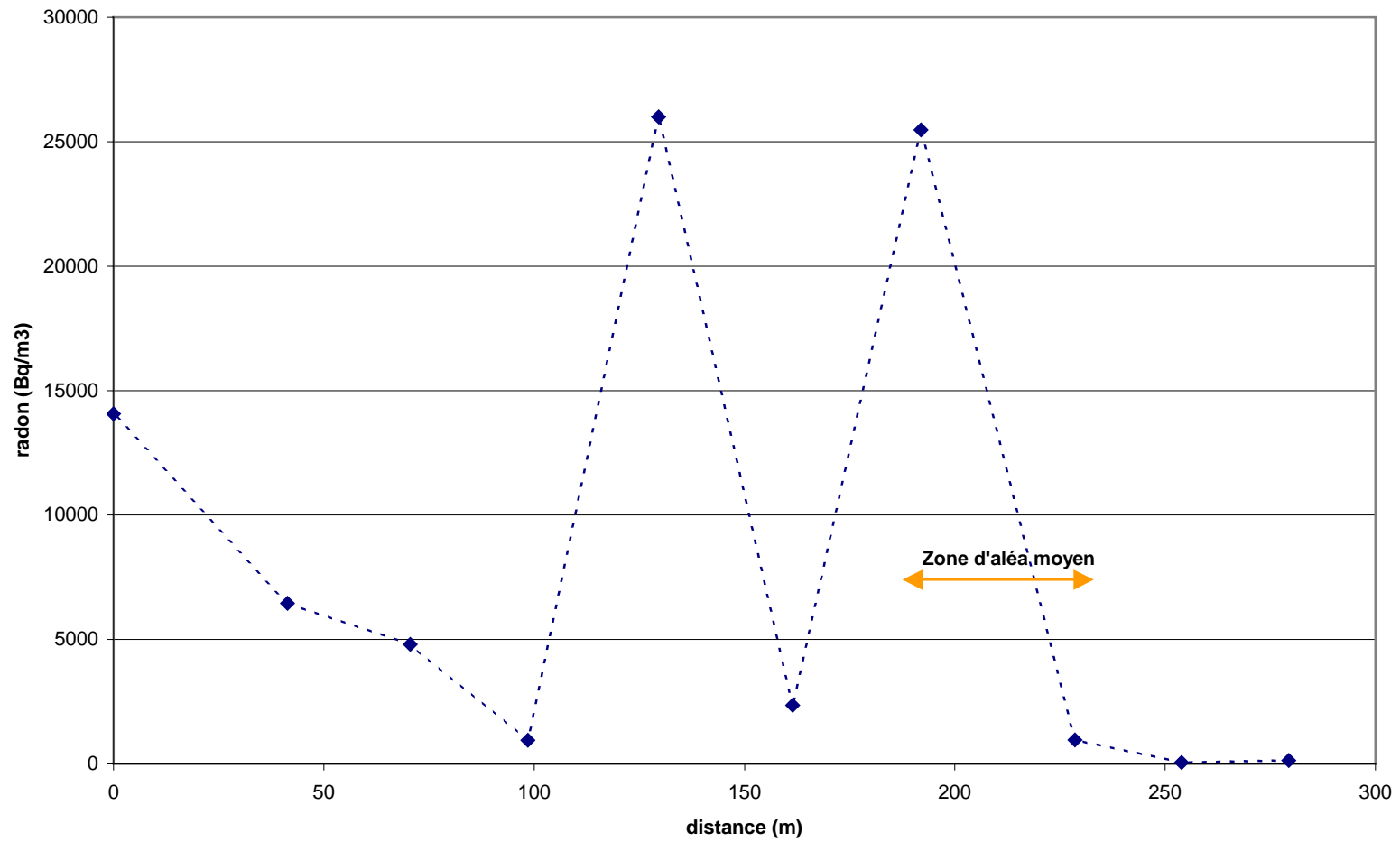




## May sur Orne (NW)



## May sur Orne (NE)

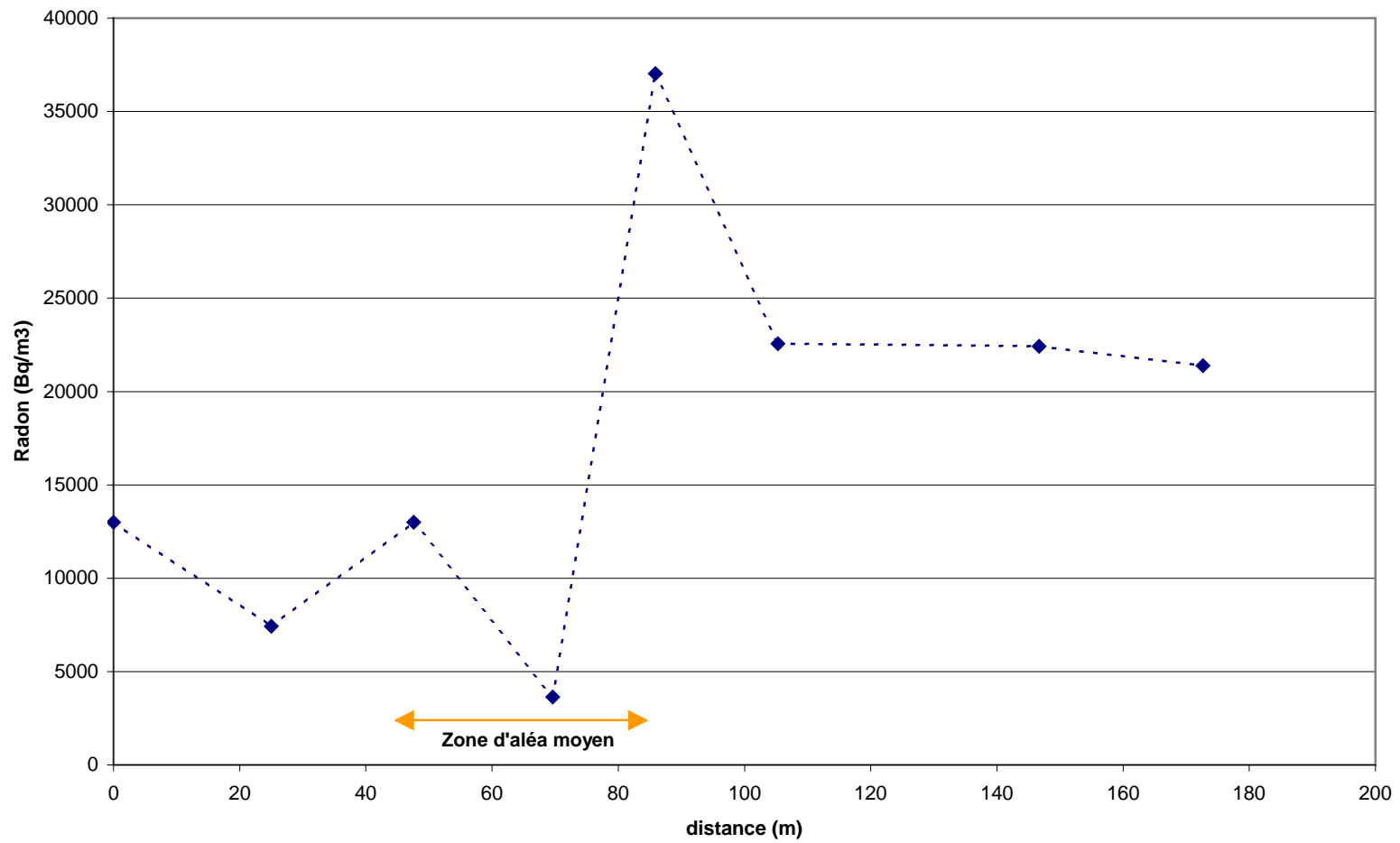




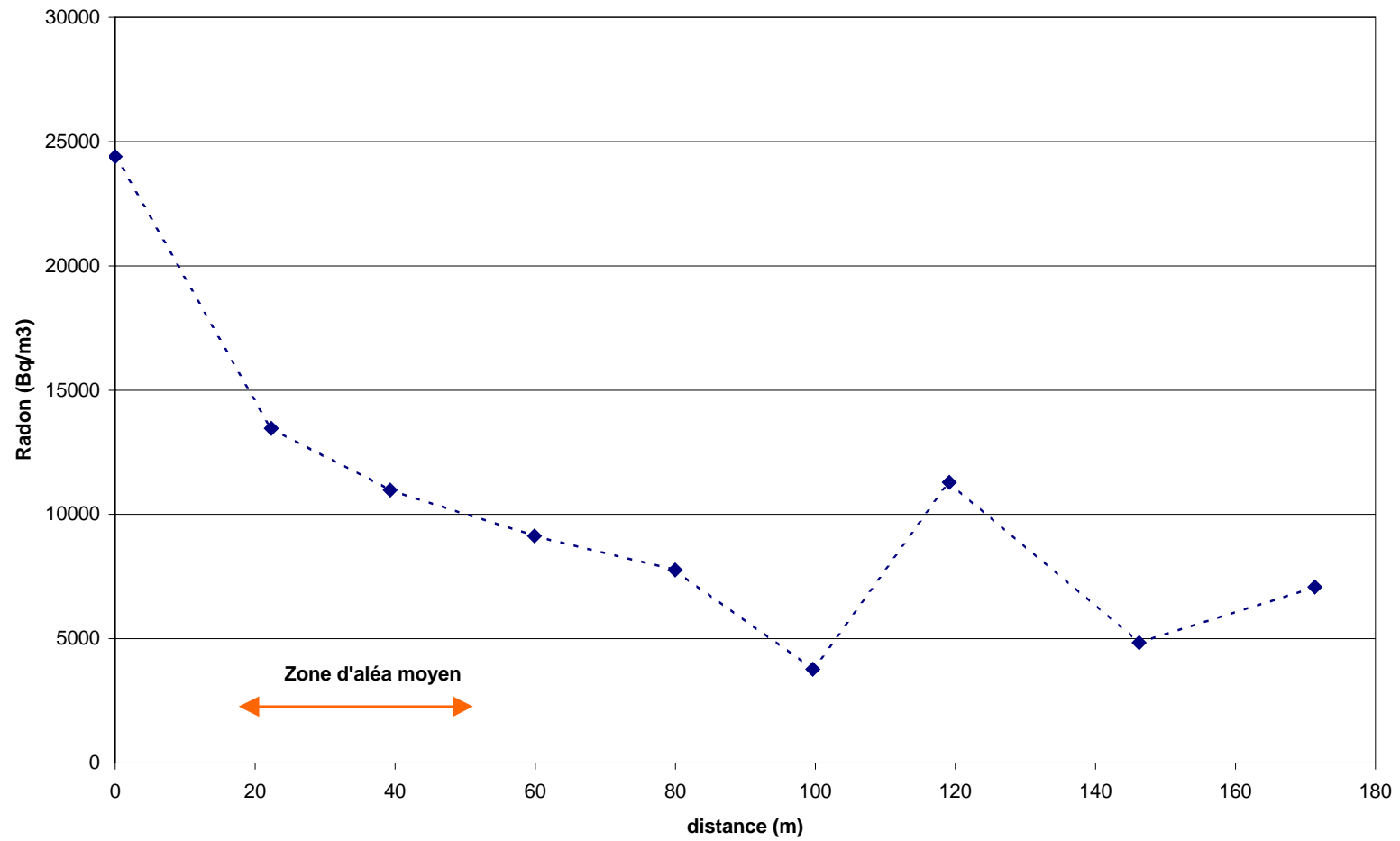


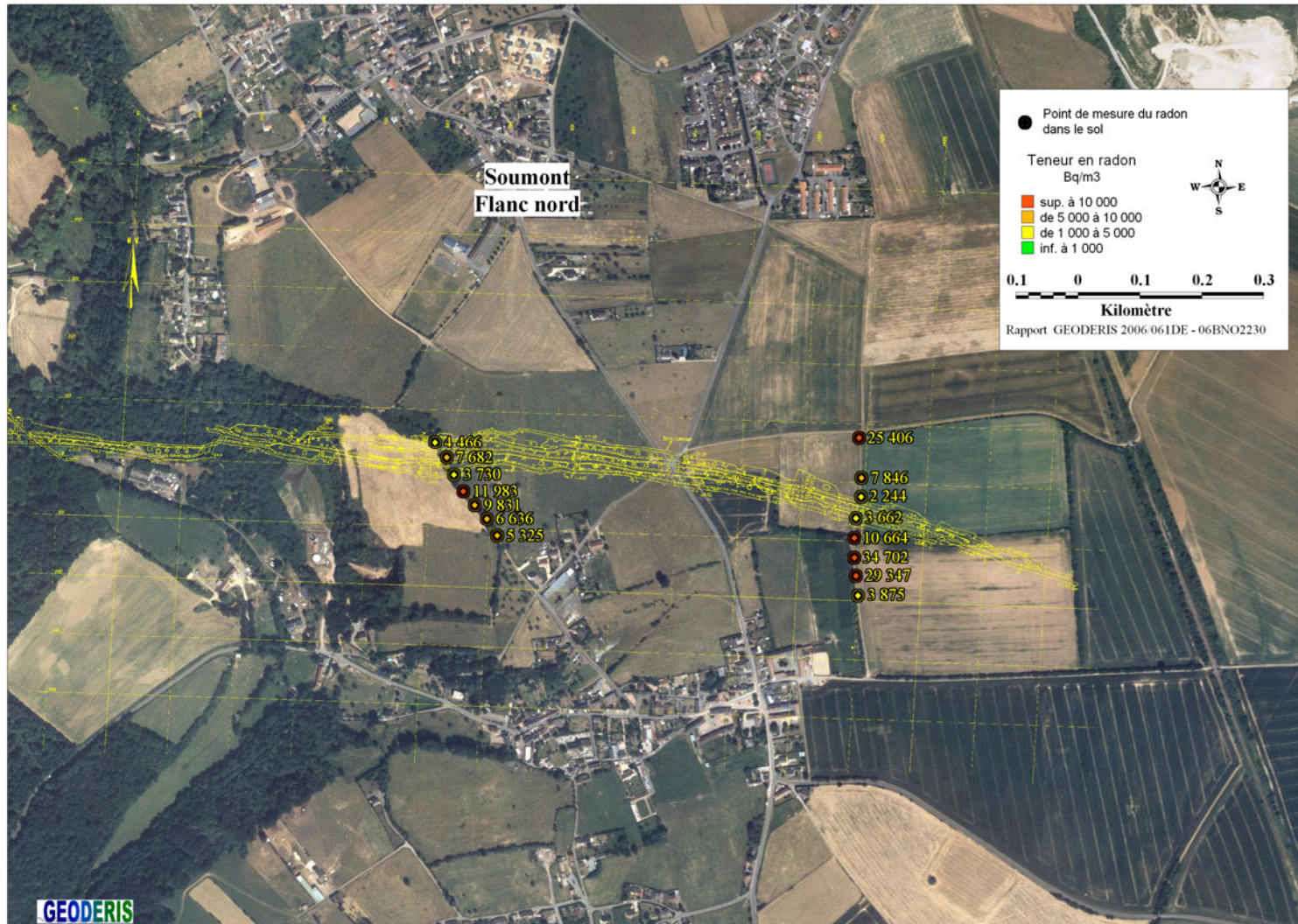


## May-sur-Orne (SW)

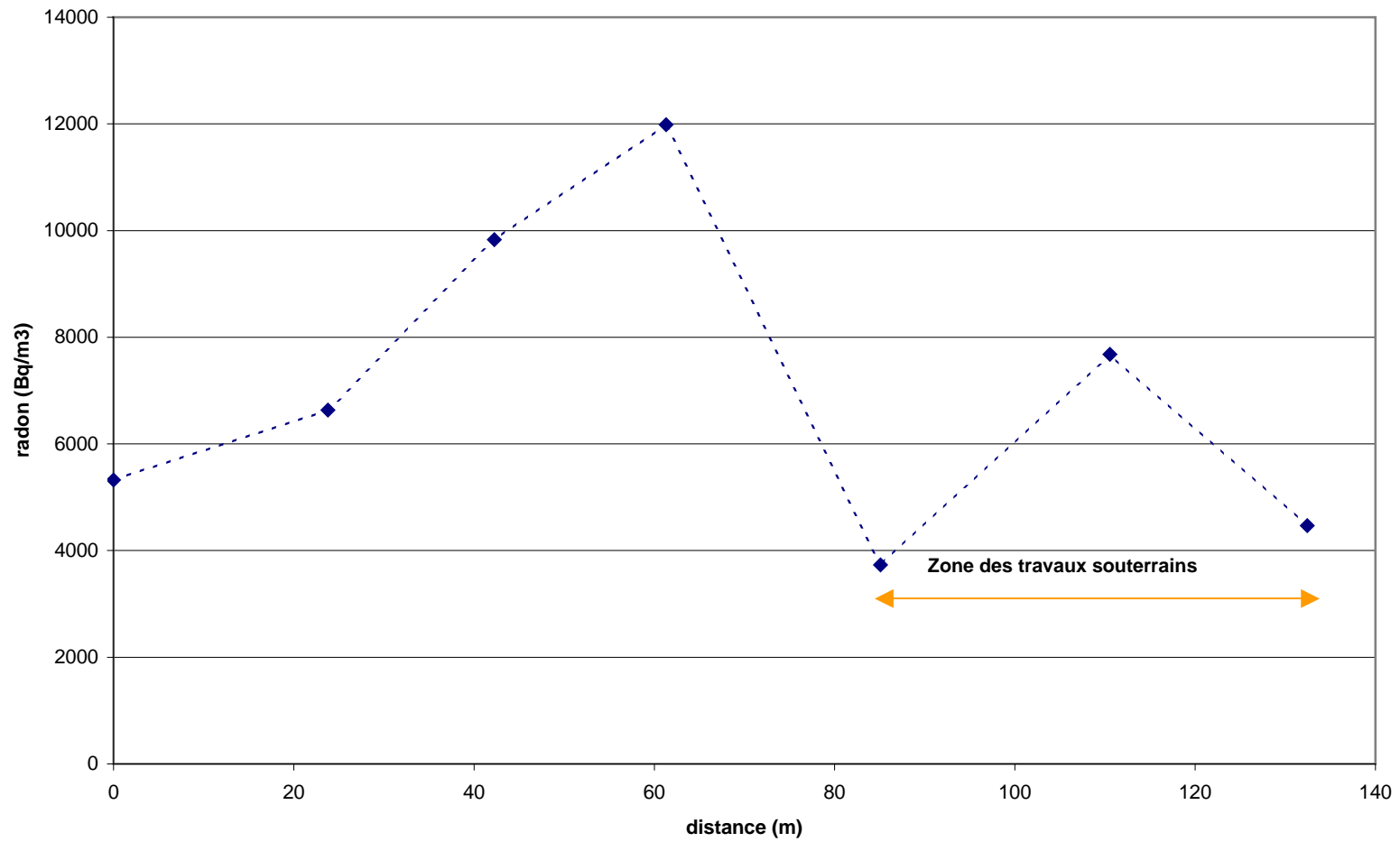


## Mays sur Orne (SE)



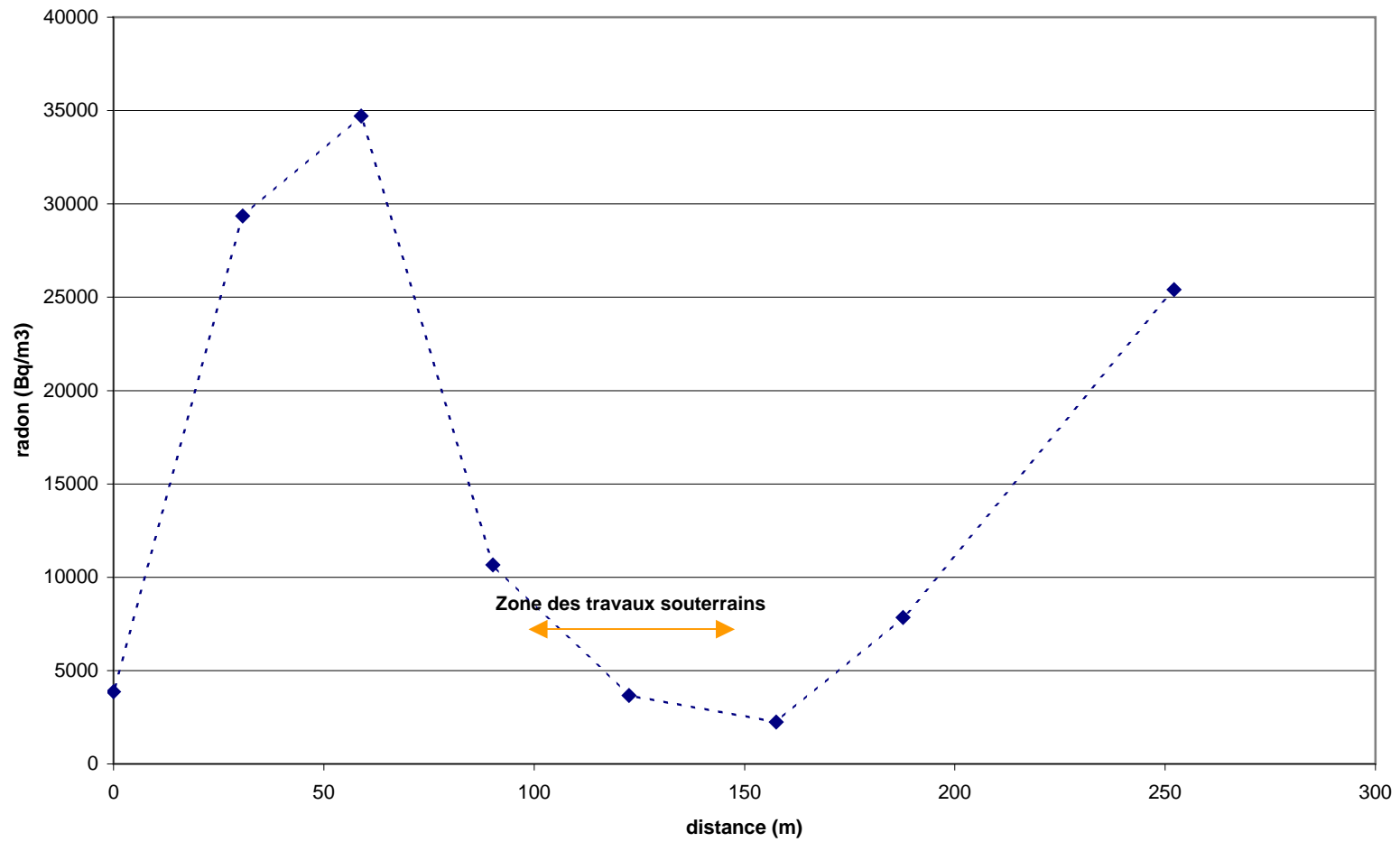


## Soumont (NW)



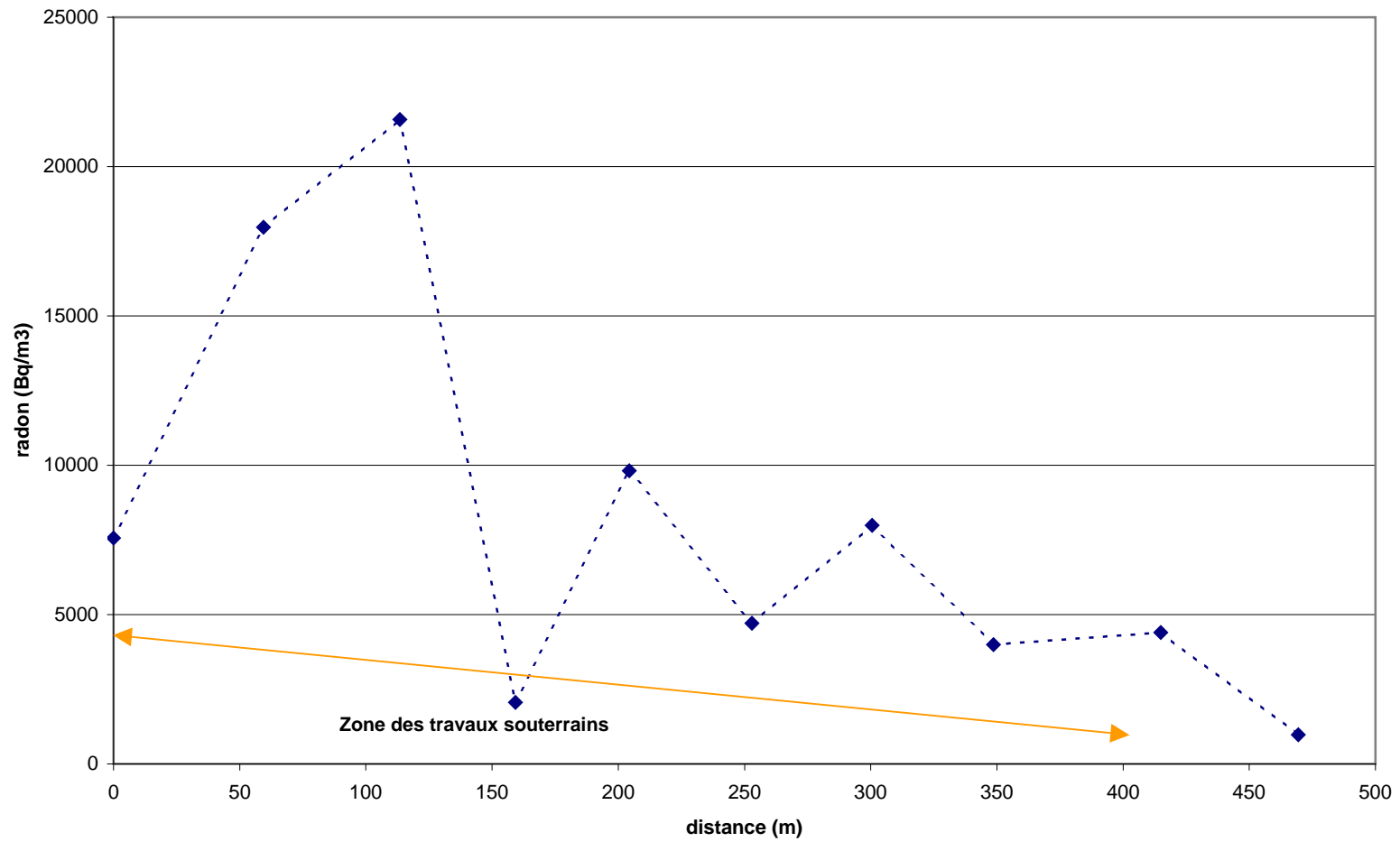


## Soumont (NE)

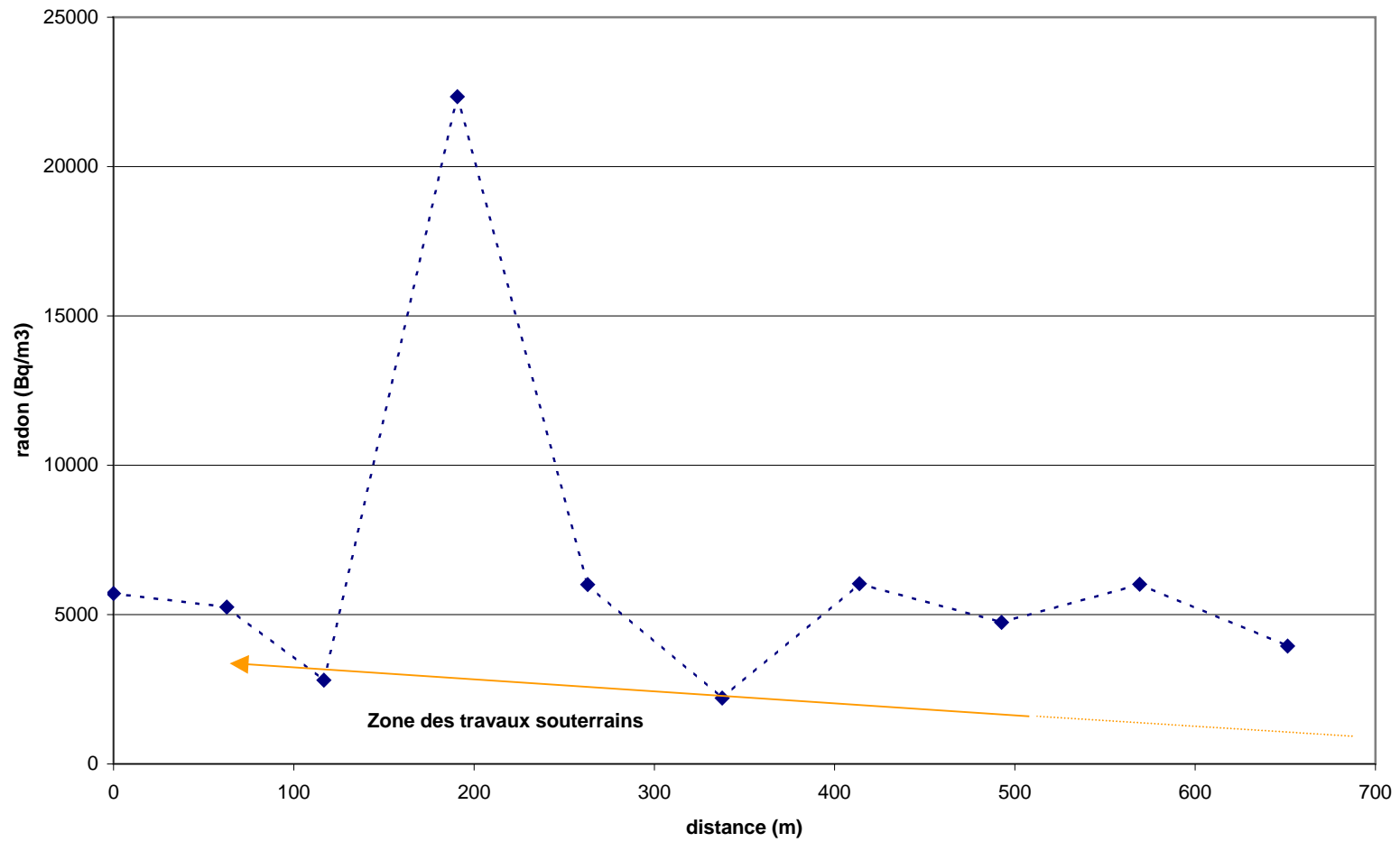




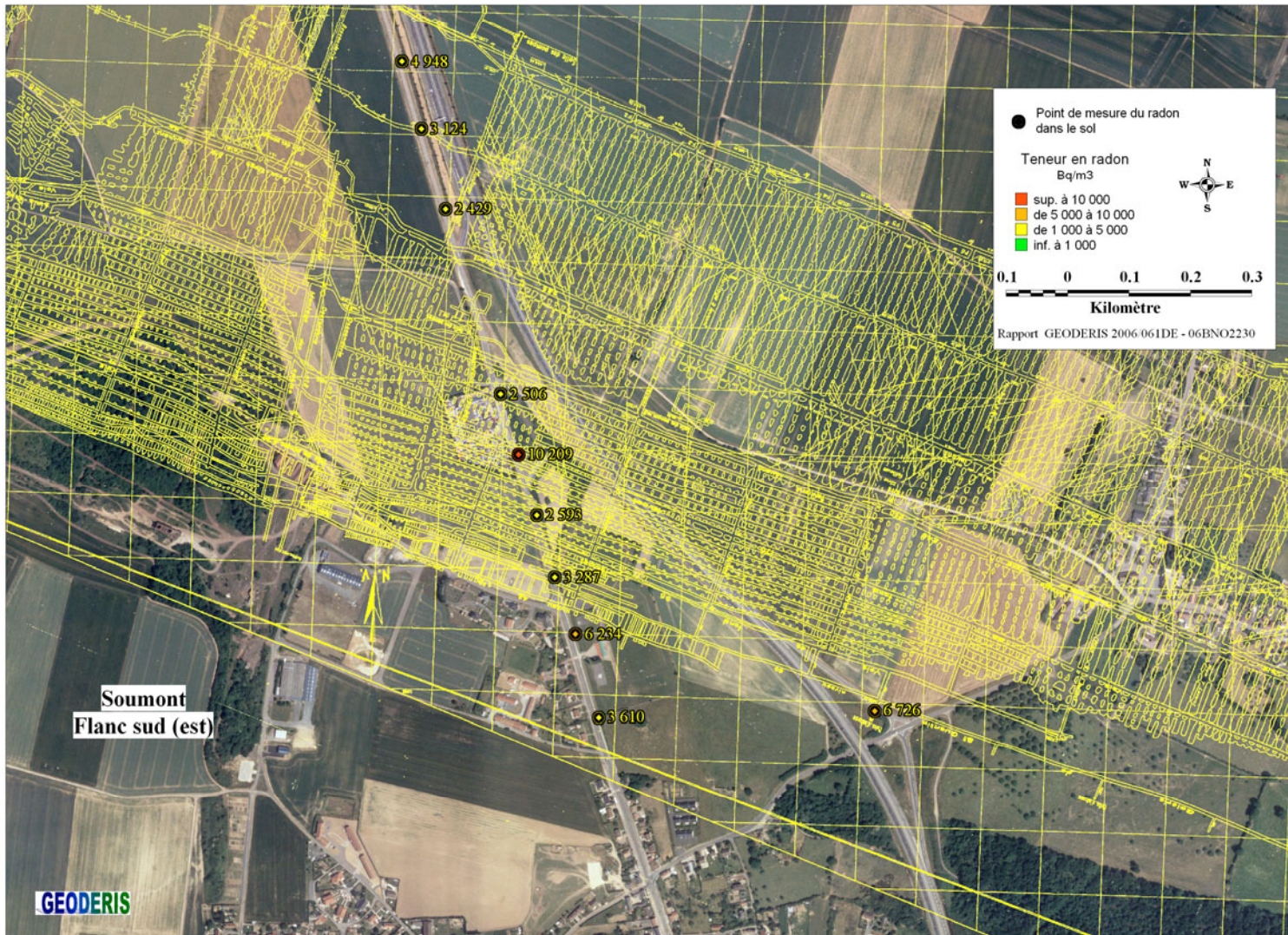
## Soumont (Flanc sud ouest)



## Soumont (Flanc sud centre)







## Soumont (flanc sud est)

