

# Rapport de mesure



**CENTRE HOSPITALIER LE JEUNE**  
**A l'attention de M. MAGUEUR**  
17 RUE DE BREST  
29290 SAINT-RENAN

## RAPPORT DE MESURE DE L'ACTIVITE VOLUMIQUE DU RADON AVANT CONSTRUCTION

Intervention sur site réalisée par	Rapport	
	rédigé par	validé par
Yann BETRANCOURT	Mari PLESSIS	Yoann BALLINER

Date d'édition du rapport	Référence du rapport (chrono)	Nature de la révision
08/06/2023	E14Q5/23/497	Rapport initial

N° D'AFFAIRE: 2303E14Q5000015  
MISSION REALISEE LE 21/03/2023

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale,

Pôle Ouest  
SOCOTEC ENVIRONNEMENT  
2 RUE JACQUES BREL  
METRONOMY PARK – BATIMENT 5  
44800 SAINT-HERBLAIN  
Tel : 02 28 01 77 40

Nombre de page : 29 pages (annexes  
comprises)

# SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>CONCLUSION DES INVESTIGATIONS .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>ORIENTATIONS TECHNIQUES .....</b>	<b>4</b>
2.1	PREVENTION DU RADON DANS LES CONSTRUCTIONS NEUVES .....	4
2.2	SOLUTIONS CONSTRUCTIVES .....	4
2.3	AUTRES ORIENTATIONS EVENTUELLES PERMETTANT LA LIMITATION DU RADON DANS LES LOCAUX .....	5
<b>3.</b>	<b>INFORMATIONS GENERALES .....</b>	<b>6</b>
3.1	PROPRIETAIRE .....	6
3.2	RAPPORTS COMMUNIQUEES .....	6
<b>4.</b>	<b>OBJET DE LA MISSION ET METHODOLOGIE .....</b>	<b>6</b>
4.1	OBJET .....	6
4.2	LIMITE DE LA MISSION .....	6
4.3	METHODOLOGIE .....	6
<b>5.</b>	<b>NORMES, METHODES DE MESURES ET MATERIELS UTILISES .....</b>	<b>7</b>
5.1	NORMES .....	7
5.2	MATERIEL DE MESURE .....	7
<b>6.</b>	<b>ETUDE PREALABLE AUX MESURES .....</b>	<b>8</b>
6.1	EXTRACTION BRGM NATURE DES SOLS .....	8
6.2	INFORMATION IRSN POTENTIEL RADON .....	9
6.3	IMPLANTATION DE LA CONSTRUCTION ET INFORMATIONS .....	10
6.4	CONDITIONS GEOTECHNIQUE .....	11
<b>7.</b>	<b>CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES .....</b>	<b>12</b>
7.1	FACTEURS EXOGENES/METEOROLOGIQUES .....	12
7.2	SITUATION GEOMORPHOLOGIQUE .....	13
<b>8.</b>	<b>CARTOGRAPHIE DES PRELEVEMENTS .....</b>	<b>14</b>
<b>9.</b>	<b>RESULTATS DE MESURES .....</b>	<b>16</b>
9.1	MESURE EN PROFONDEUR DE L'ACTIVITE VOLUMIQUE DU RADON .....	16
9.2	ESTIMATION DU FLUX SURFACIQUE D'EXHALATION DU RADON .....	17
<b>10.</b>	<b>ACTIVITE VOLUMIQUE DANS LE BATIMENT EXISTANT .....</b>	<b>20</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>22</b>	
	ANNEXE 1 - INFORMATIONS GENERALES SUR LE RADON .....	22
	ANNEXE 2 : VENTILATION DES LOCAUX .....	24
	ANNEXE 3 : PRINCIPE DE PREVENTION DANS LES CONSTRUCTIONS NEUVES .....	26

## 1. CONCLUSION DES INVESTIGATIONS

L'analyse des données concernant la construction située sur la commune de ST RENAN met en évidence plusieurs éléments :

- > La commune est classée dans une zone à fort potentiel radon (Zone 3),
- > La roche profonde est de type Granite impliquant un fort potentiel d'exhalation des sols
- > Les relevés de concentration en Uranium dans la zone concernée sont de l'ordre 10 mg,kg<sup>-1</sup>. Cette valeur est considérée comme «forte» dans la littérature,
- > Orientation prépondérante des vents : Ouest – Sud Ouest
- > Les relevés dans les bâtiments existants indiquent des valeurs significatives de la concentration de l'activité volumique du radon dans la partie semi-enterrée de la résidence Kernatous.

Les différentes analyses réalisées dans les sols démontrent que le terrain sous-jacent (0,8 mètre de profondeur) à la construction contient une source d'émanation du radon au point S2. Les autres prélèvements n'indiquent pas de mesures significatives.

La plus importante vitesse d'exhalation surfacique mesurée est de 1.01 mBq/m<sup>2</sup>/s. L'analyse de cette donnée indique une valeur faible à l'accumulation du radon.

La corrélation des deux mesures indique la présence d'une source de radon en profondeur sur la partie nord-est du terrain à bâtir.

Les résultats de mesures de l'activité volumique du radon réalisées dans le bâtiment existant démontrent une tendance importante à l'accumulation du radon dans la partie semi-enterrée du bâtiment.

**L'ensemble des différents éléments mettent en évidence une source de radon propre à la nature du sol pouvant conduire à une diffusion du radon dans l'enceinte du bâtiment à construire.**

Les solutions constructives pouvant permettre la diminution d'une problématique radon sont présentées au paragraphe 2.2.

## 2. ORIENTATIONS TECHNIQUES

### 2.1 PREVENTION DU RADON DANS LES CONSTRUCTIONS NEUVES

Dans le cadre général, les solutions préconisées par le CSTB en matière de construction sont de trois types :

- > **Etanchéité à l'air des soubassements**
- > **Système de ventilation adapté au projet**
- > **Ventilation des soubassements**

### 2.2 SOLUTIONS CONSTRUCTIVES

Les solutions présentées ci-dessous sont axées sur les différents principes énoncés par le CSTB. Le choix des mesures palliatives à la concentration du gaz radon dans le bâtiment à construire devra être considéré en fonction du type de soubassement défini par la Maîtrise d'Ouvrage. La mise en œuvre des systèmes est présentée en Annexe.

#### > **Membrane résistante à la diffusion**

Lorsque la nature des sols est propice à l'exhalation du radon et lors d'utilisation de système de drainage, il convient de limiter la diffusion du radon. Pour cela, l'utilisation d'une membrane ayant comme critère principal la résistance à la diffusion gazeuse (coefficient de diffusion pour les polluants de l'ordre de  $10^{-11}$  à  $10^{-14}$  m<sup>2</sup>/s).

Le coefficient de diffusion des sols sous-jacent à la construction peut être déterminé grâce à l'expression de Rogers et Nielson (fonction de la saturation en eau ainsi que de la porosité des sols) et comparé aux valeurs fixées par les fabricants.

Ces films doivent disposer des caractéristiques mécaniques classiques et relatives à l'ensemble des contraintes qu'ils peuvent subir afin de maintenir leur intégrité :

- > Allongement à la rupture,
- > Poinçonnement,
- > Résistance à la déchirure,

De plus, le film utilisé doit être étanche en périphérie et aux différents passages de voeries et réseaux, Cette étanchéité est réalisée par l'intermédiaire de bande adhésive et de raccord d'étanchéité, collerette, platine.

L'efficacité d'une membrane anti-radon est de l'ordre de 95% à la diffusion (membrane d'épaisseur 300 microns). Cette efficacité n'est valable qu'en cas de strict respect des conditions de pose.

Les règles concernant la mise en place d'une membrane sont annoncées en Annexe 3.

#### > **Ventilation des locaux adaptée au projet**

**Le dimensionnement de la ventilation doit être en accord, de manière générale, avec la réglementation en vigueur (code de la santé publique et code du travail),**

L'objectif de la ventilation est de permettre d'assurer un renouvellement d'air conforme aux volumes et aux règles définies par la réglementation.

La ventilation joue un rôle prépondérant sur la concentration de l'activité volumique du gaz radon. Il convient donc qu'elle soit dimensionnée de façon optimale sans engendrer de déséquilibre entre l'extraction et l'air de compensation.

Il convient également de rappeler qu'une légère surpression dans les locaux limite la pénétration du gaz radon dans les locaux. Cette notion doit être compatible avec les différentes règles relatives à la sécurité du bâtiment.

L'entretien des différents éléments doit être pris en compte et intégrer dans le plan de contrôle périodique (mortaise sur ouvrant, caisson, filtre, bouche extractive et/ou d'insufflation).

Les règles concernant la ventilation des locaux sont annoncées en Annexe 2.

## 2.3 AUTRES ORIENTATIONS EVENTUELLES PERMETTANT LA LIMITATION DU RADON DANS LES LOCAUX

### > Système de dépressurisation des sols

Dans le cas d'une dalle portée sur terre-plein, un système de ventilation de type SDS (Système de dépressurisation des sols) peut être choisi.

Ce système vise à mettre en dépression le lit de gravier présent sous dalle afin de limiter les remontées de radon par effet de dépression de plancher bas à la construction.

Pour ce faire, deux systèmes peuvent être adoptés en fonction du rapport de perméabilité du lit de gravier vis-à-vis du sol sous-jacent.

- > Utilisation d'un puisard lorsque le rapport  $\frac{k_{\text{gravier}}}{k_{\text{sol}}} \geq 10^3$
- > Utilisation d'un réseau de drain dans le cas de structure complexe ou si rapport  $\leq 10^3$

L'utilisation d'un puisard permet la mise en dépression d'une surface de 250 m<sup>2</sup>. Le réseau de drain permet quant à lui une dépression plus homogène du lit de gravier et permet d'éviter les remontées de radon.

Les règles concernant la mise en place d'un SDS sont annoncées en Annexe 3.

### 3. INFORMATIONS GENERALES

#### 3.1 PROPRIETAIRE

Nom et adresse du donneur d'ordre	Identification et situation du terrain visité
<b>CENTRE HOSPITALIER LE JEUNE</b> 17 RUE DE BREST 29290 SAINT-RENAN	<b>Extension</b> CENTRE HOSPITALIER LE JEUNE 17 RUE DE BREST 29290 SAINT-RENAN Code INSEE : 29260 Coordonnées géographiques X : 48.429354 Y : -4.620682

#### 3.2 RAPPORTS COMMUNIQUE

Type de rapport	Organisme	Référence	Date de rédaction	Nom du rédacteur
Plan de masse	-		25/11/2022	-
Powerpoint de présentation des projets	CH LE JEUNE	-	07/01/2023	-

### 4. OBJET DE LA MISSION ET METHODOLOGIE

#### 4.1 OBJET

La présente mission a pour objectif la caractérisation de l'activité volumique du radon des sols ainsi que la quantification des flux d'exhalation surfacique du radon avant construction,

#### 4.2 LIMITE DE LA MISSION

La présente mission se limite à la mesure et à l'inspection visuelle sur site et à une recherche préalable à la visite, Elle ne revêt pas un caractère destructif,

Il est important de noter que les mesures réalisées lors de la visite ne sont représentatives des phénomènes observés qu'aux dates auxquels elles ont été effectuées,

La mission confiée est une assistance à maîtrise d'œuvre, A ce titre, il peut être intéressant de lui confier le présent rapport afin que les travaux les plus appropriés au contexte soient engagés,

#### 4.3 METHODOLOGIE

La méthodologie employée pour la présente mission est la suivante :

- > Analyse préalable des données issues du BRGM, de la carte de l'IRSN sur le potentiel radon des sols et des rapports des bâtiments présents
- > Analyse des données géotechniques
- > Visite sur site et établissement d'un maillage pour la cartographie en fonction des données géologiques relevées
- > Réalisation des mesures associées à la cartographie
- > Edition d'un rapport de synthèse

## 5. NORMES, METHODES DE MESURES ET MATERIELS UTILISES

### 5.1 NORMES

Les mesures sont réalisées conformément aux normes suivantes :

- > **Norme NF EN ISO 11665-5** : Méthode de mesure en continu de l'activité volumique  
Cette présente partie a pour objectif l'évaluation des variations temporelle de l'activité volumique du radon en fonction de grandeurs d'influence telle que les conditions météorologiques,
- > **Norme NF EN ISO 11665-6** : Méthode de mesure ponctuelle de l'activité volumique  
L'objectif de cette méthode de mesure est la détermination rapide de l'activité volumique du radon présente dans l'air ambiant, Les valeurs mesurées ne peuvent être représentative de l'activité volumique annuelle déterminée grâce à la mesure intégrée,
- > **Norme NF EN ISO 11665-7** : Méthode d'estimation du flux surfacique d'exhalation par la méthode d'accumulation,  
La présente méthode est une estimation de l'exhalation des sols, Elle revêt tout son intérêt pour une étude comparative de détermination de flux d'exhalation sur un même site,
- > **Norme NF ISO 11665-11** : Méthode d'essai pour le gaz du sol avec un prélèvement en profondeur  
**Cette méthode vient en complément de la norme NF EN ISO 11665-7** et a pour objectif la caractérisation d'un échantillon d'air du sol,
- > **Norme NF ISO 13164** : Qualité de l'eau : Mesure ponctuelle du Radon dans l'eau,  
Cette norme permet la quantification de l'activité volumique du radon présente dans l'eau,
- > **Norme NF 18589-3** : Méthode d'essai des radionucléides émetteurs gamma par spectrométrie gamma  
Cette norme permet la quantification de l'activité massique du radon présente dans les matériaux

### 5.2 MATERIEL DE MESURE

Méthode	Norme	Mesure	Matériel	Unité	Utilisé
Caractérisation gamma des matériaux	NF 18589-3	Spectrométrie gamma	Spectrométrie Gamma	Bq,kg <sup>-1</sup>	<input type="checkbox"/>
Mesure du radon dans l'eau	NF ISO 13164-3	Dégazage	AlphaGUARD et AquaKIT	Bq,l <sup>-1</sup>	<input type="checkbox"/>
	NF ISO 13164-2	Spectrométrie Gamma	Spectrométrie Gamma		<input type="checkbox"/>
Estimation du flux surfacique d'exhalation par accumulation	NF EN ISO 11665-7	Ponctuelle	Volume d'accumulation et fioles scintillantes	Bq,m <sup>-3</sup>	<input checked="" type="checkbox"/>
		Continue	Volume d'accumulation et AlphaGUARD		<input type="checkbox"/>
Méthode d'essai pour le gaz avec prélèvement en profondeur	NF ISO 11665-11	Ponctuelle	Sol Gas Probe	Bq,m <sup>-3</sup>	<input checked="" type="checkbox"/>
Mesure de l'activité volumique du radon	NF EN ISO 11665-5	Continue	AER+, AlphaGUARD	Bq,m <sup>-3</sup>	<input type="checkbox"/>



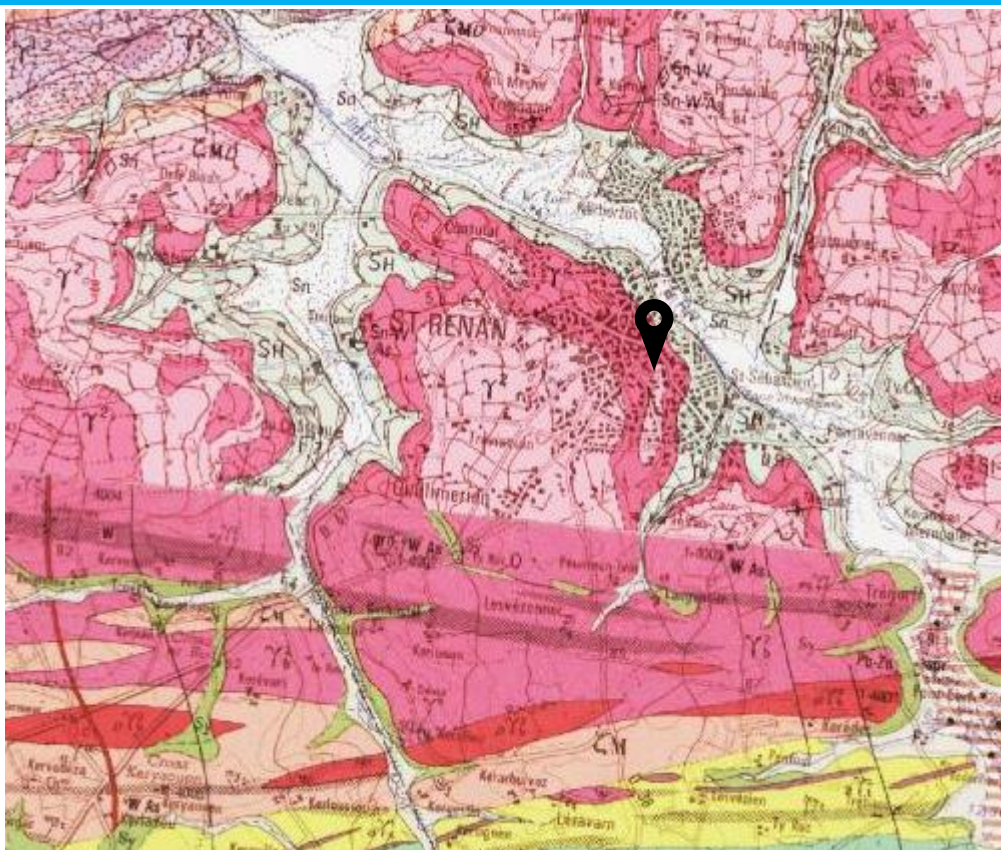
## 6. ETUDE PREALABLE AUX MESURES

L'étude préalable se base sur l'analyse des paramètres du terrain où seront implantés les bâtiments.  
Les éléments étudiés sont :

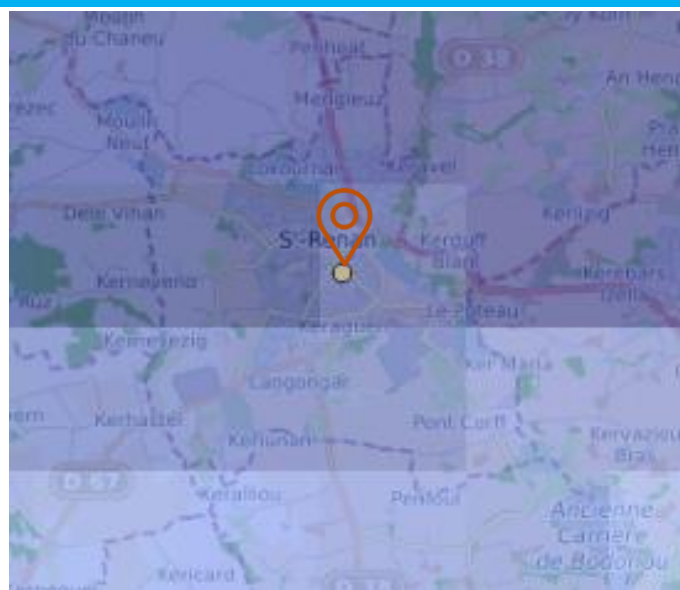
- > Cartographie IRSN et extraction de la nature des sols (BRGM),
- > Localisation de la construction,

### 6.1 EXTRACTION BRGM NATURE DES SOLS

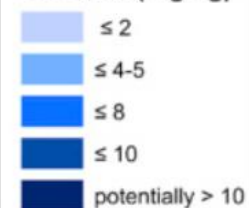
Massif de St-Renan-Kersaint : Granite de St-Renan



Quantification de l'Uranium présent dans les sols




Uranium content  
of rocks (mg/kg)





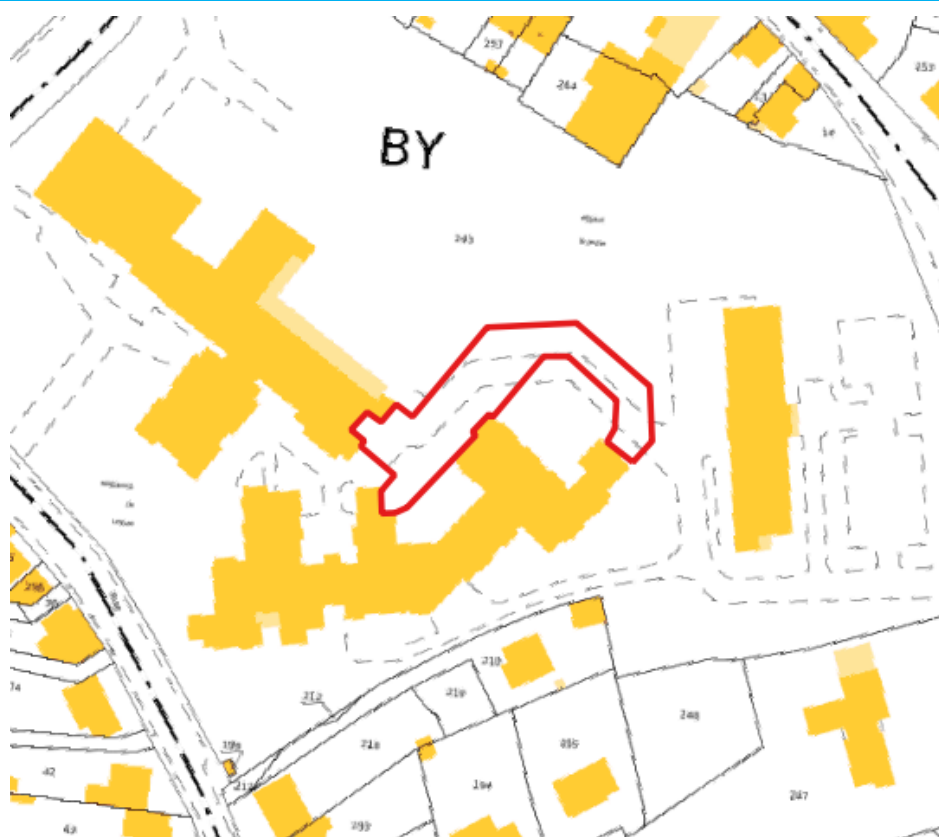
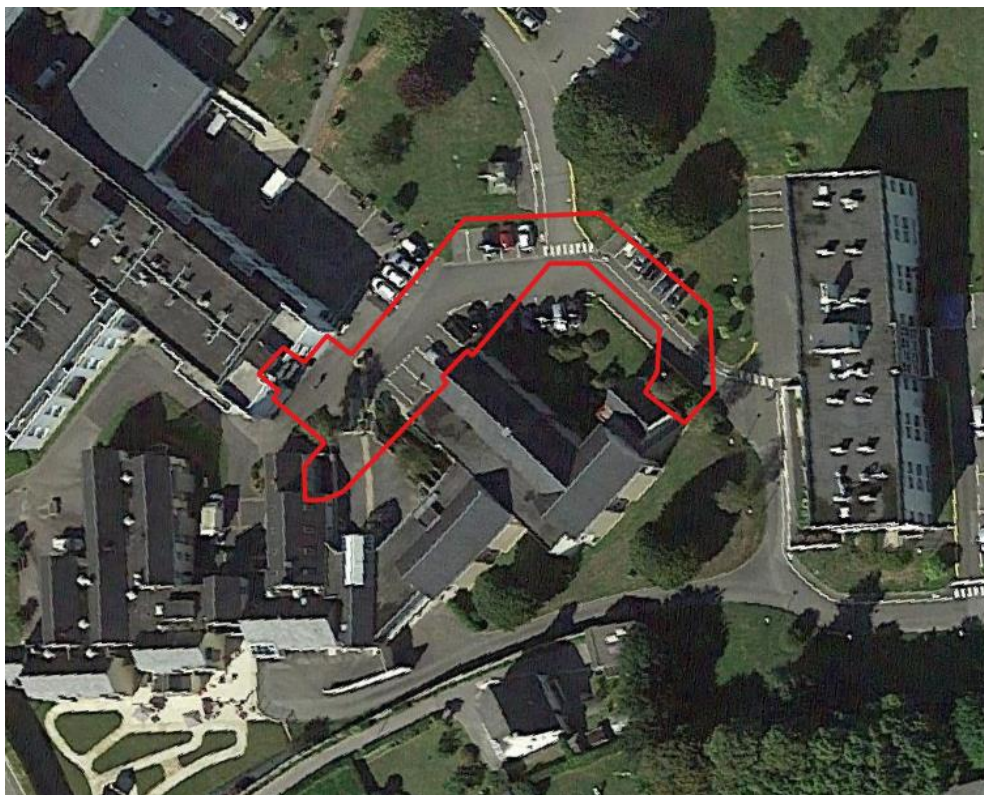
L'indication de la carte extraite du BRGM indique une nature de sol constituée de granite de St Renan. La cartographie établie par le CNRS concernant la variabilité de la radioactivité naturelle sur le territoire français et plus particulièrement celle de l'Uranium indique une concentration inférieure à 10 mg.kg<sup>-1</sup>, Cette donnée indique un potentiel d'émanation défini comme «fort» par l'IRSN. Cette indication est à l'échelle de la commune et non pas du site investigué.

## 6.2 INFORMATION IRSN POTENTIEL RADON

		<div>Catégorie 3</div> <div>Catégorie 2</div> <div>Catégorie 1</div>
<input type="checkbox"/>	<p><b>Catégorie 1</b></p> <p>Les communes à potentiel radon de catégorie 1 sont celles localisées sur les formations géologiques présentant les teneurs en uranium les plus faibles, Ces formations correspondent notamment aux formations calcaires, sableuses et argileuses constitutives des grands bassins sédimentaires (bassin parisien, bassin aquitain) et à des formations volcaniques basaltiques (massif central, Polynésie française, Antilles...),</p> <p>Sur ces formations, une grande majorité de bâtiments présente des concentrations en radon faibles, Les résultats de la campagne nationale de mesure en France métropolitaine montrent ainsi que seulement 20% des bâtiments dépassent 100 Bq.m<sup>-3</sup> et moins de 2% dépassent 300 Bq.m<sup>-3</sup></p>	
<input type="checkbox"/>	<p><b>Catégorie 2</b></p> <p>Les communes à potentiel radon de catégorie 2 sont celles localisées sur des formations géologiques présentant des teneurs en uranium faibles mais sur lesquelles des facteurs géologiques particuliers peuvent faciliter le transfert du radon vers les bâtiments,</p> <p>Les communes concernées sont notamment celles recoupées par des failles importantes ou dont le sous-sol abrite des ouvrages miniers souterrains,,, Ces conditions géologiques particulières peuvent localement faciliter le transport du radon depuis la roche jusqu'à la surface du sol et ainsi augmenter la probabilité de concentrations élevées dans les bâtiments,</p>	
<input checked="" type="checkbox"/>	<p><b>Catégorie 3</b></p> <p>Les communes à potentiel radon de catégorie 3 sont celles qui, sur au moins une partie de leur superficie, présentent des formations géologiques dont les teneurs en uranium sont estimées plus élevées comparativement aux autres formations, Les formations concernées sont notamment celles constitutives de massifs granitiques (massif armoricain, massif central, Guyane française...), certaines formations volcaniques (massif central, Polynésie française, Mayotte...) mais également certains grès et schistes noirs,</p> <p>Sur ces formations plus riches en uranium, la proportion des bâtiments présentant des concentrations en radon élevées est plus importante que sur le reste du territoire, Les résultats de la campagne nationale de mesure en France métropolitaine montrent ainsi que plus de 40% des bâtiments situés sur ces terrains dépassent 100 Bq.m<sup>-3</sup> et plus de 10% dépassent 300 Bq.m<sup>-3</sup>,</p>	

## 6.3 IMPLANTATION DE LA CONSTRUCTION ET INFORMATIONS

### Localisation de la construction



Caractéristiques des bâtiments	
	<b>Construction d'une extension</b>
<b>Usage</b>	EHPAD
<b>Soubassement</b>	Dallage sur terre-plein
<b>Mesures constructives présentées</b>	-

#### Implantation du bâtiment



## 6.4 CONDITIONS GEOTECHNIQUE

Aucune étude géotechnique fournie.

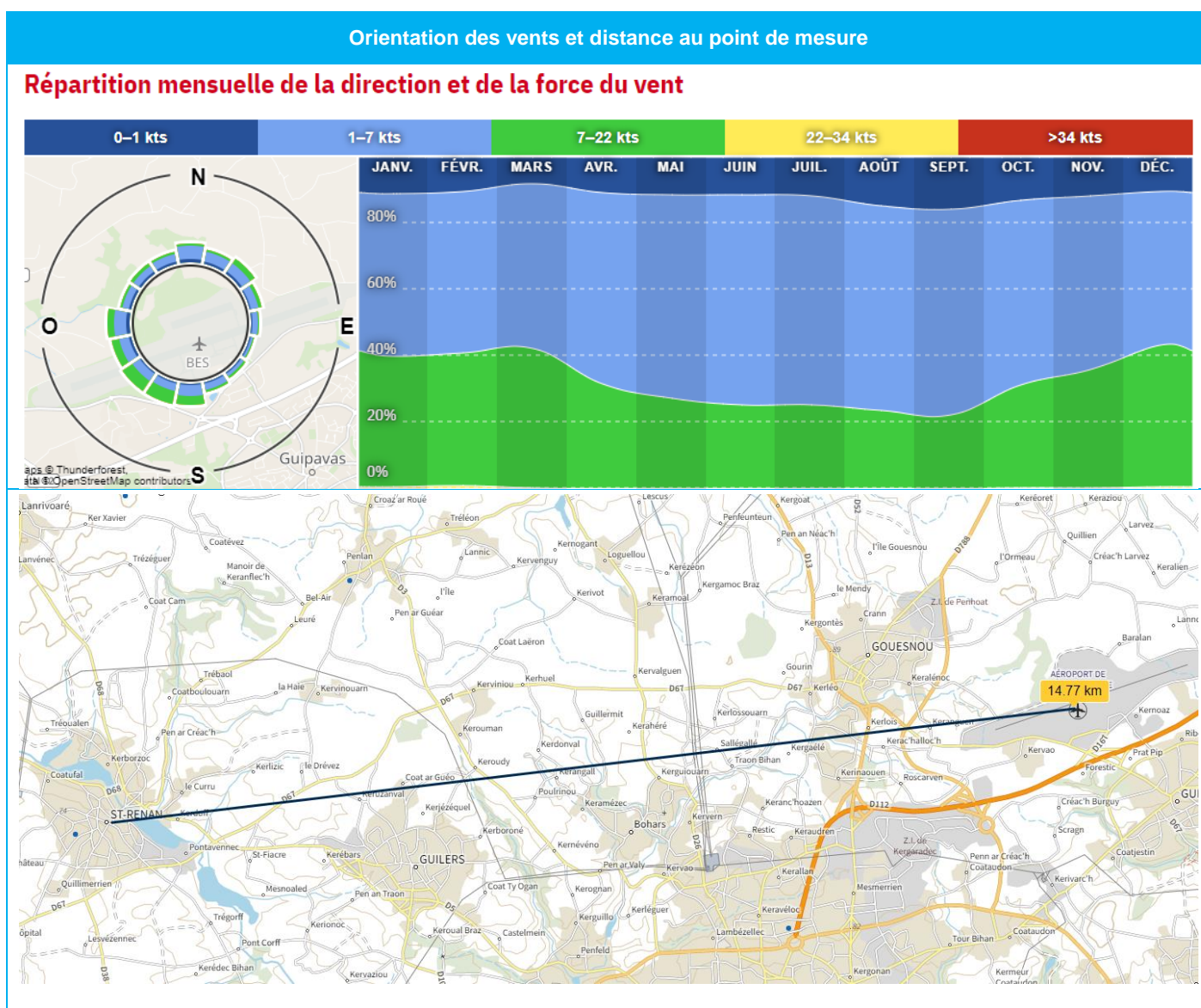


## 7. CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES

### 7.1 FACTEURS EXOGENES/METEOROLOGIQUES

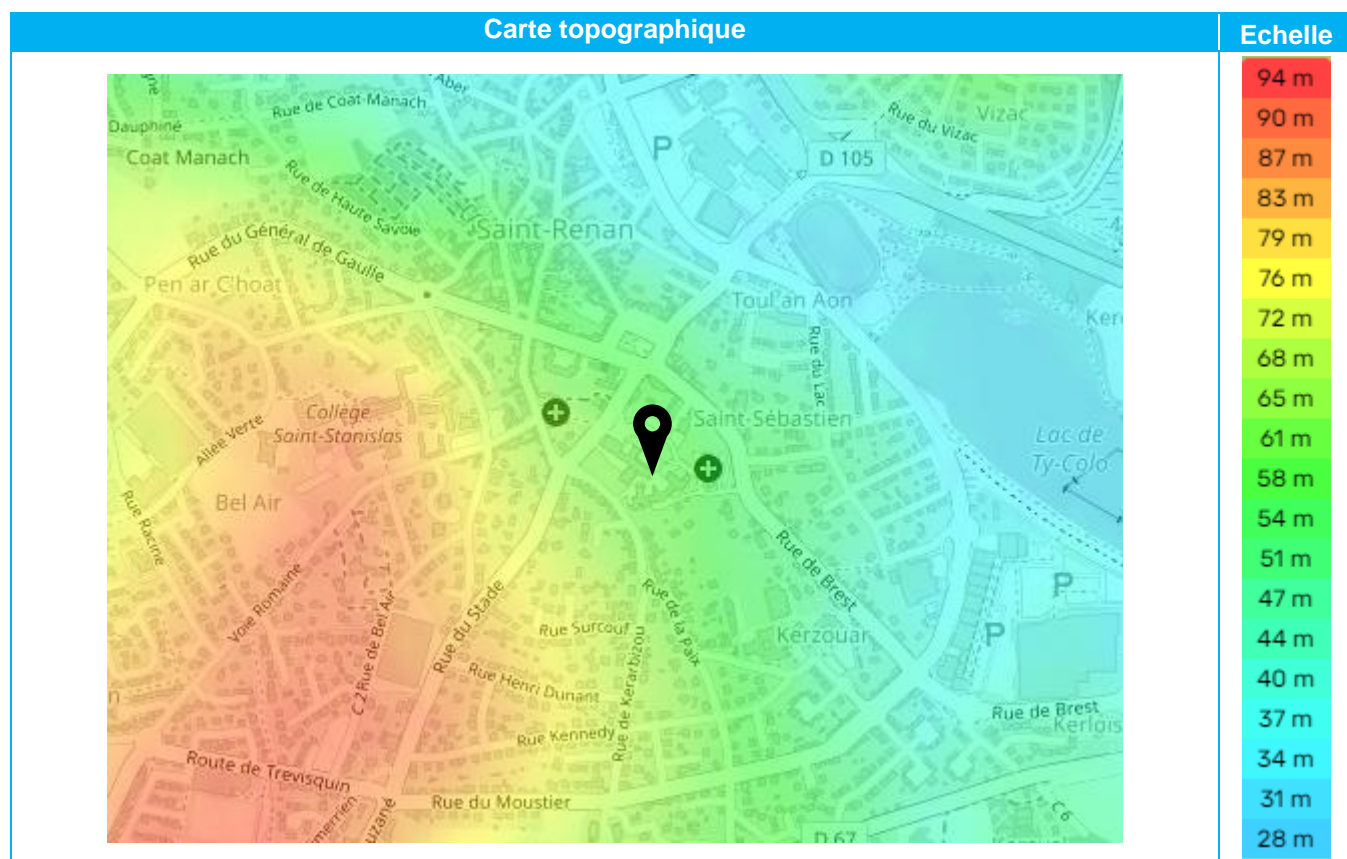
Orientation prépondérante des vents le jour de l'intervention	Nord
Temps	Nuageux
Pression atmosphérique (hPa)	1014

#### 7.1.1 Orientation prépondérante des vents



En cas de choix de ventilation des soubassements et afin d'assurer l'efficacité des systèmes, il est important de tenir compte des orientations prépondérantes des vents (confort acoustique, température,...). Dans le cas présent, la direction dominante des vents sur une année est Ouest-Sud Ouest.

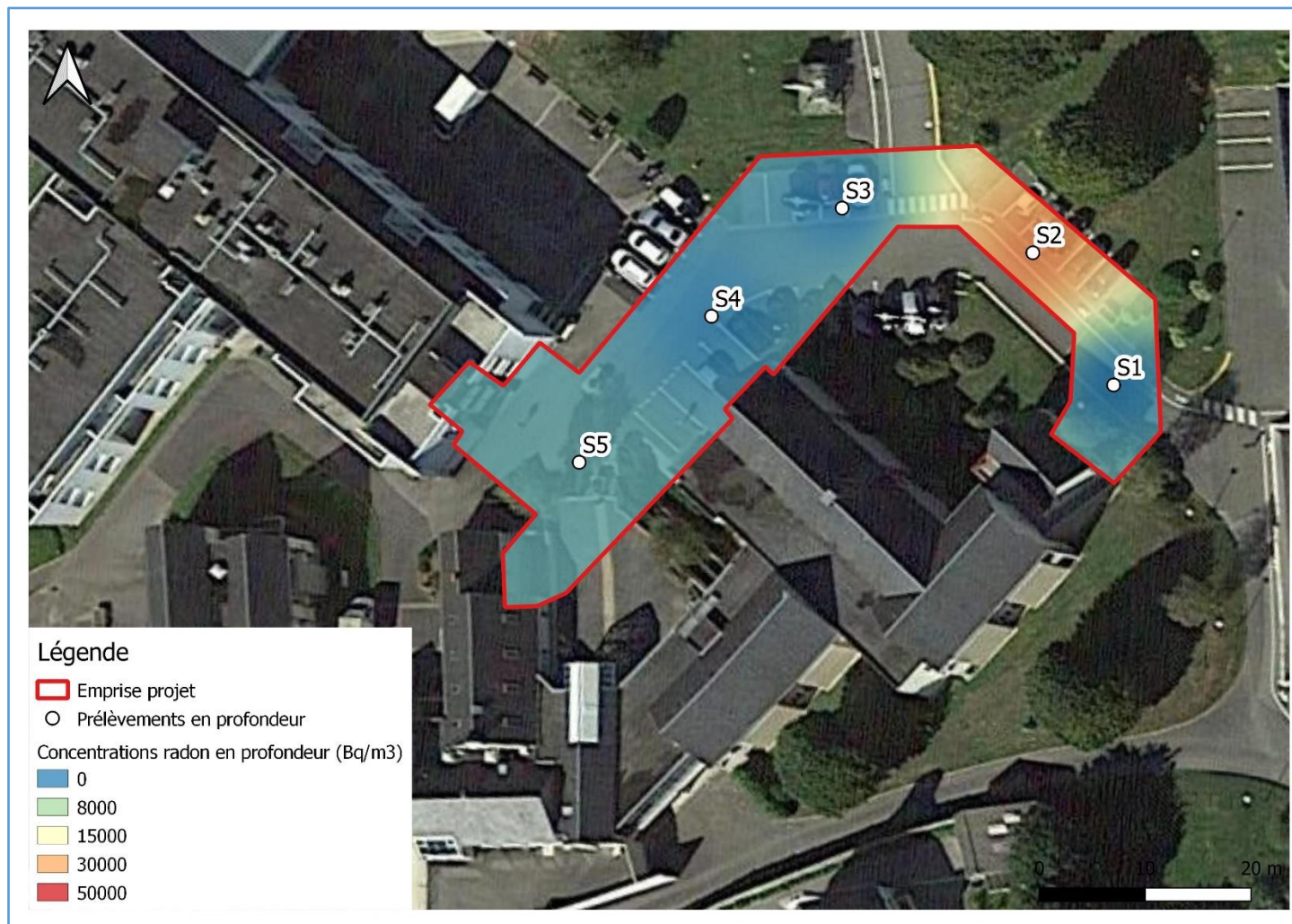
## 7.2 SITUATION GEOMORPHOLOGIQUE



Les relevés topographiques indiquent que le bâtiment se situe dans une zone à relief pouvant impliquer une présence de roche mère affleurante.



## 8. CARTOGRAPHIE DES PRELEVEMENTS



Cartographie prélèvements en profondeur






*Cartographie volumes d'accumulation surfaciques*

## 9. RESULTATS DE MESURES

### 9.1 MESURE EN PROFONDEUR DE L'ACTIVITE VOLUMIQUE DU RADON


	Norme de référence	NF ISO 11665-5 (mesure en continu) / NF ISO 11665-6 (mesure ponctuelle)		
	Nom du préleveur	Yann BETRANCOURT	Localisation	SAINT RENAN
	Type de prélèvement	Actif <input checked="" type="checkbox"/>	Passif <input type="checkbox"/>	Site
	Emetteurs recherchés	Radon	Matériau de prélèvement	Air filtré
	Appareil de mesure	AlphaGUARD	Numéro de série	AG000293
	Date de contrôle d'étalonnage	25/01/2021	Limite de détection :	2 Bq.m <sup>-3</sup>

N°	Profondeur de prélèvement	Coordonnées géographiques		Débit d'aspiration (l/min)	Date et heure début de prélèvement	Date et heure de fin de prélèvement	Valeur mesurée (Bq.m <sup>-3</sup> )
		X	Y				
S1	0,8m	48°25'45	4°37'09	0.4	21/03/2023 11 :30	21/03/2023 11 :59	81.85 +/- 50%
S2	0,8m	48°25'46	4°37'12	0.4	21/03/2023 12 :11	21/03/2023 12 :37	35 021 +/- 7%
S3	0,8m	48°25'45	4°37'16	0.4	21/03/2023 12 :44	21/03/2023 14 :15	116 +/- 50%
S4	0,8m	48°25'46	4°37'19	0.4	21/03/2023 13 :20	21/03/2023 13 :49	294 +/- 50%
S5	0,8m	48°25'45	4°37'21	0.4	21/03/2023 13 :54	21/03/2023 14 :02	3 697 +/- 32%

LD : limite de détection de l'appareil

## 9.2 ESTIMATION DU FLUX SURFACIQUE D'EXHALATION DU RADON

### 9.2.1 Résultats des prélèvements

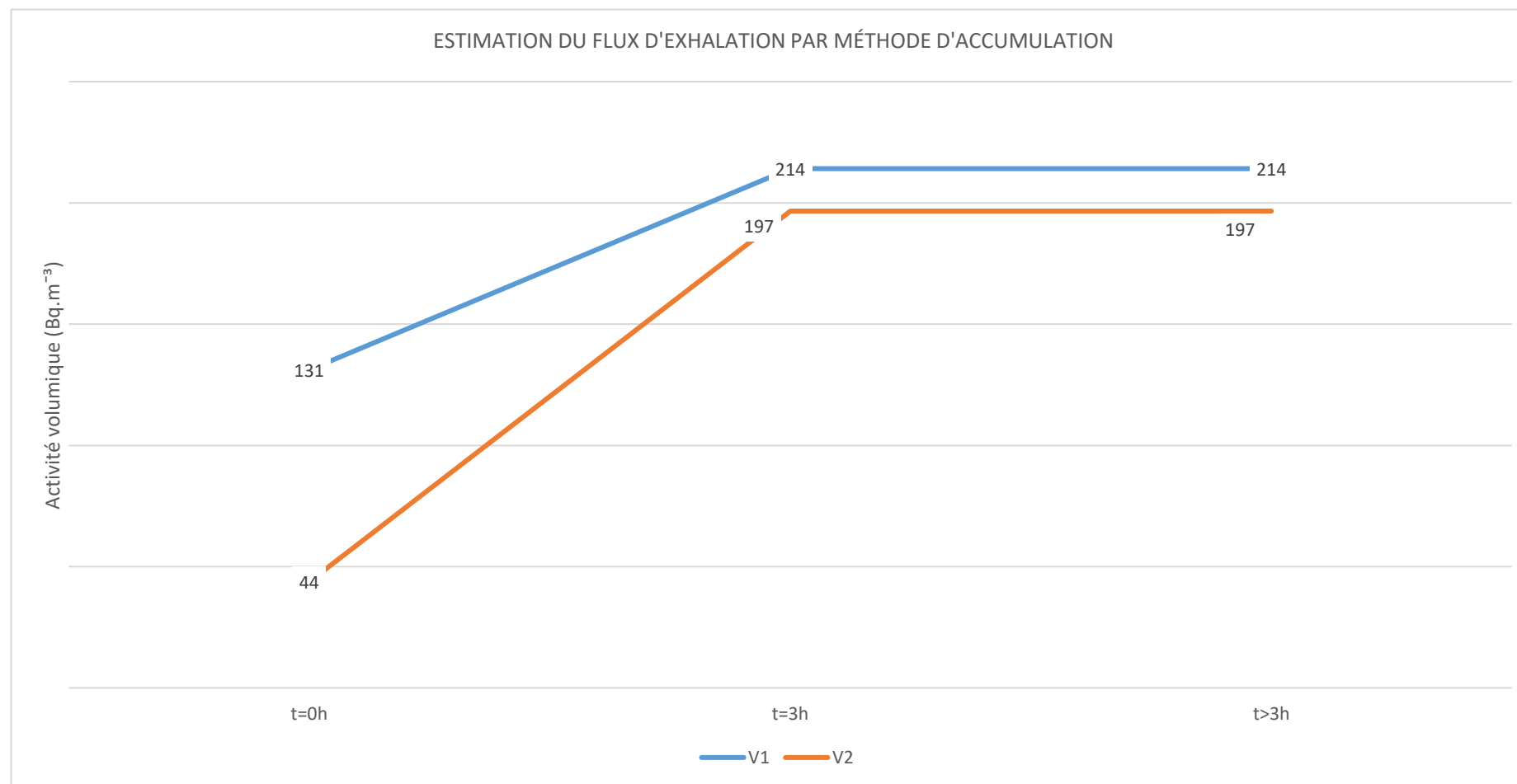
	Norme de référence	NF ISO 11665-6		
	Nom du préleveur	Yann BETRANCOURT	Localisation	SAINT RENAN
	Type de prélèvement	Actif <input type="checkbox"/>	Passif <input checked="" type="checkbox"/>	Site
	Type de mesure	Continue <input type="checkbox"/>	Ponctuelle <input checked="" type="checkbox"/>	CH LE JEUNE
	Emetteurs recherchés	Radon	Matériau de prélèvement	Fiole scintillante
	Appareil de mesure	CALEN + fioles scintillantes	Numéro de série	P-581-100-V-474
	Date de contrôle d'étalonnage	Mars 2021	Rendement	30%
	Bruit de fond avant mesure	45 Bq,m <sup>-3</sup>	Temps de comptage	300 s
	Pression atmosphérique	1006 mbar	Valeur de la dépression fiole	900 mbar
	Seuil de décision	33 Bq,m <sup>-3</sup>	Limite de détection	83 Bq,m <sup>-3</sup>
	Volume de prélèvement			
	Volume utile	9,10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>	Surface utile	7,1,10 <sup>-2</sup> m <sup>2</sup>

Localisation	Date et heure de pvt	Date et heure de dvp	Résultats			Concentration (Bq,m <sup>3</sup> )	
			$N_{S1}$	$N_{S2}$	$\bar{N}_S$	$C$	$u(C)$
V1 – t = 0h	21/03/2023 11h	22/03/2023 9h04	9	24	16.5	131	36
V1 – t = 3h	21/03/2023 14h	22/03/2023 9h19	8	17	12.5	214	48
V2 – t = 0h	21/03/2023 11h	22/03/2023 9h19	3	2	2.5	44	20
V2 – t = 3h	21/03/2023 14h	22/03/2023 9h04	12	11	11.5	197	46

### 9.2.2 Extraction des résultats

	X	Y	Mesure à t=0h (Bq,m <sup>-3</sup> )	Mesure à t=3h (Bq,m <sup>-3</sup> )	Flux exhalation (mBq/m <sup>2</sup> /s)	Incertitude (mBq/m <sup>2</sup> /s)
V1	48°25'45	4°37'02	131	214	0.55	0.08
V2	48°25'46	4°37'14	44	197	1.01	0.15

### 9.2.3 Représentation de l'évolution de l'activité volumique du radon dans le temps

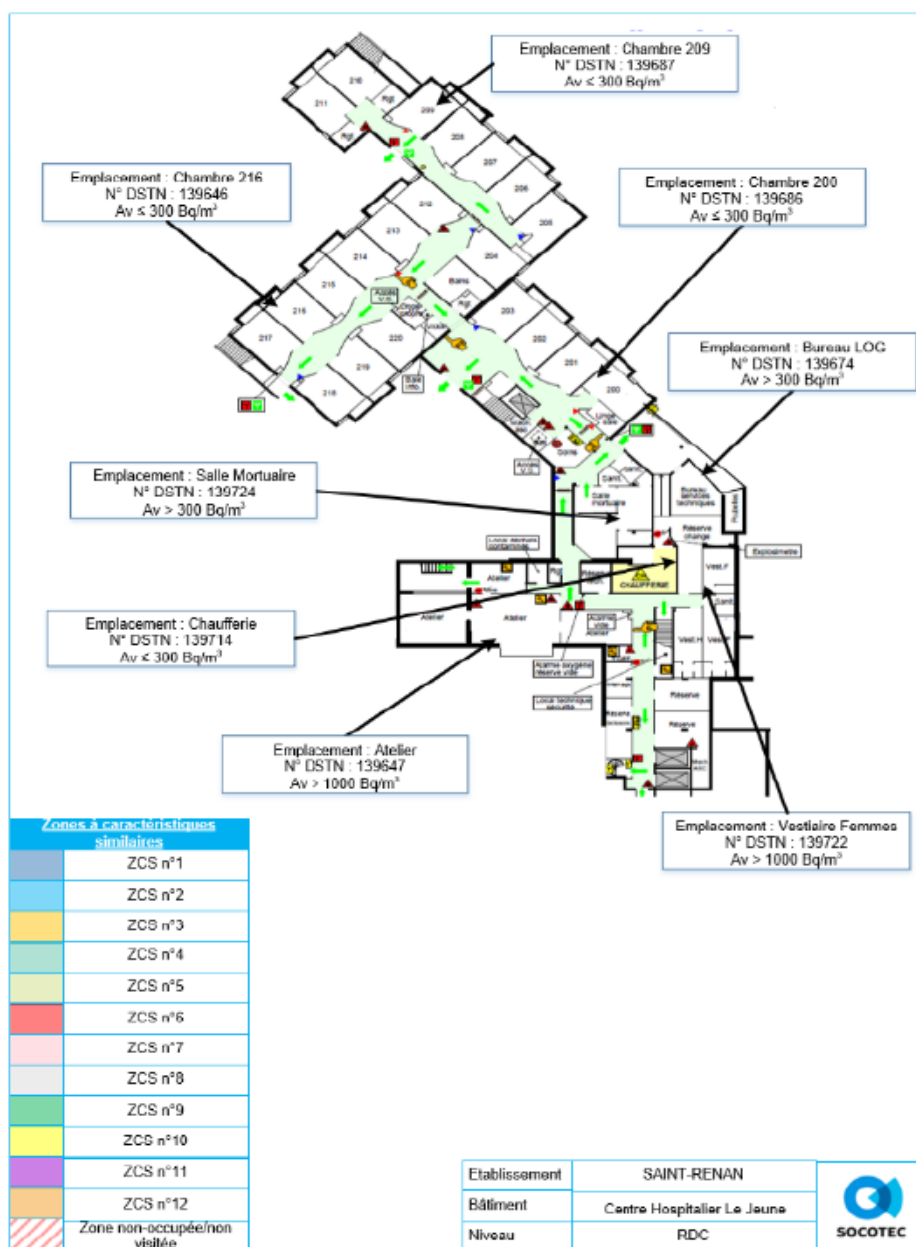


Les données d'accumulations n'indiquent pas de problématique spécifique à l'exhalation du gaz radon sur le terrain à bâtir. Ces données sont cependant à mettre en parallèle des prélèvements en profondeur qui relèvent la présence d'une source de radon en partie nord-est du terrain à construire (point S2).

## 10. ACTIVITE VOLUMIQUE DANS LE BATIMENT EXISTANT

Des mesures de l'activité volumique du radon ont été réalisées au RDC bas de la RESIDENCE KERNATOUS du CH LE JEUNE à ST RENAN du 21/03/2023 au 27/04/2023.

Des dépassements de seuils importants ont été observés dans 4 zones :

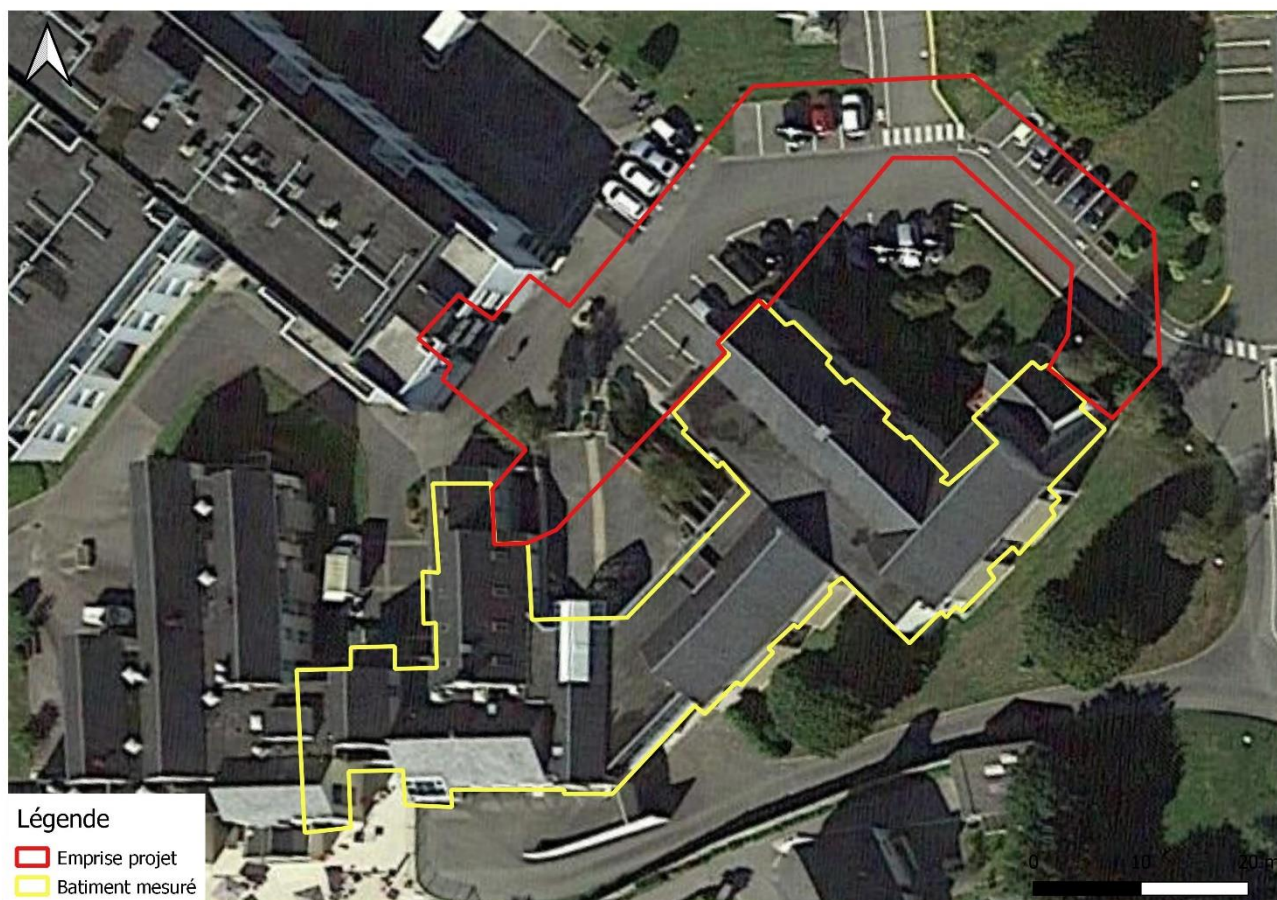


N° Client	Lieu d'exposition <sup>(1)</sup>	Exposition mesurée (kBq.m <sup>-3</sup> .h)	Activité volumique (Bq.m <sup>-3</sup> ) <sup>(2)</sup>
139647	Atelier	3907	4400 +/- 880
139722	Vestiaire Femmes	2225	2506 +/- 501
139714	Chaufferie	158	178 +/- 36
139674	Bureau LOG	435	490 +/- 98
139724	Salle Mortuaire	717	807 +/- 161
139686	Chambre 200	96	108 +/- 22
139687	Chambre 209	93	105 +/- 21
139646	Chambre 216	162	182 +/- 37

*Extrait du rapport de mesures SOCOTEC n° E14Q3/23/972*



## Cartographie bâtiment mesuré



Les mesures les plus importantes relevées se situent dans la partie ouest de la résidence Kernatous, partie semi-enterrée du bâtiment. Il est envisageable que ces résultats soient liés à une ventilation plus faible que dans le reste du bâtiment ou exclusivement extractive ainsi qu'à la présence de murs enterrés.

## ANNEXES

### ANNEXE 1 - INFORMATIONS GENERALES SUR LE RADON

Le radon est un gaz radioactif, incolore et inodore, présent naturellement dans les sols et les roches, qui peut se diffuser et s'accumuler à l'intérieur des bâtiments. A partir du sol et de l'eau, le radon se diffuse dans l'air et se trouve dans les bâtiments à des concentrations plus élevées qu'à l'extérieur, par effet de confinement. Il est la première source d'exposition de l'homme aux rayonnements ionisants d'origine naturelle. Depuis 1987, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a reconnu le radon comme cancérogène pulmonaire certain pour l'homme. En France, le radon est la deuxième cause de cancer du poumon derrière le tabac. Les études montrent que l'exposition simultanée au radon et à la fumée de cigarette augmente significativement le risque de décès par cancer du poumon.

L'activité volumique du radon peut varier d'un à plusieurs ordres de grandeur dans le temps et l'espace. L'exposition au radon et à ses descendants varie considérablement d'un lieu à un autre car elle dépend tout d'abord de la quantité de radon émise par le sol et les matériaux de construction en ces lieux, et ensuite, du degré de confinement et des conditions météorologiques des lieux où sont exposées les personnes. Comme le radon a tendance à se concentrer dans les espaces clos tels que les maisons, la majeure partie de l'exposition de la population provient du radon présent dans l'atmosphère intérieure des bâtiments. Le gaz issu du sol est considéré comme la source la plus importante de radon résidentiel via des voies d'infiltration.

Des mesurages du radon dans le gaz du sol sont effectués pour plusieurs applications traitant de la gestion du risque lié au radon (établissement de cartes de potentiel radon, détermination de zones prioritaires vis-à-vis du radon, caractérisation du potentiel radon de sites à construire, caractérisation des sols contaminés par du radium 226, détermination des techniques de remédiation devant être mises en œuvre dans un bâtiment, vérification des techniques de remédiation appliquées, etc.) ainsi que pour l'observation phénoménologique (compréhension des mécanismes de transport du radon dans le sol et du sol vers les bâtiments, identification et analyse des paramètres d'entrée du radon, mesurage de l'activité des gaz pour l'étude du CO<sub>2</sub>, prévision des éruptions volcaniques, prévision des séismes, etc.). L'activité volumique du radon dans le gaz du sol varie de façon notable non seulement d'une saison à l'autre, mais aussi d'un jour à l'autre et même d'une heure à l'autre. Elle varie également dans l'espace, aussi bien dans la dimension horizontale que verticale, selon les caractéristiques suivantes relatives aux propriétés du sol,

- > paramètres géochimiques des sols (principalement, distribution de l'uranium et du radium dans les sols et les roches et leur localisation influençant l'émanation de radon);
- > paramètres physiques de toutes les couches présentes dans les sols (granulométrie, perméabilité, porosité et porosité réelle, humidité et saturation en eau du sol, masse volumique);
- > situation géologique (épaisseur de la couverture quaternaire, nature de l'érosion de la roche-mère, stratification, modification des couches par diverses activités humaines);
- > structure du sol (déformation, présence de fissures);
- > processus hydrologiques et géodynamiques (transport de substances gazeuses et liquides dans un environnement poreux et fracturé, radium et radon dans les eaux souterraines/de diagenèse);
- > situation géomorphologique (position de la zone dans une vallée, sur des pentes ou au sommet d'une colline);
- > facteurs exogènes/météorologiques (température, pression, précipitations),

En raison de ces fluctuations, des protocoles de mesure normalisés sont nécessaires pour assurer des résultats de mesure du radon dans les sols précis et cohérents et pouvoir les comparer dans le temps et l'espace.

Selon la profondeur, les valeurs généralement obtenues dans le gaz du sol sont normalement comprises entre quelques centaines de becquerels par mètre cube et plusieurs centaines de milliers de becquerels par mètre cube. Les valeurs d'activité volumique peuvent atteindre plusieurs milliards de becquerels par mètre cube dans les sols riches en radium.

En théorie, l'activité volumique du radon dans le gaz du sol peut être définie pour toute profondeur variable sous la surface du sol et, en général, elle augmente avec la profondeur depuis la surface dans un sol homogène idéal. Toutefois, il existe une profondeur minimale à laquelle le paramètre peut vraiment être mesuré. La profondeur

minimale dépend des propriétés du sol en un lieu donné et de la méthode de mesure utilisée, Elle dépend en particulier du volume de l'échantillon de gaz du sol, Lorsque la profondeur sous la surface du sol est inférieure à la profondeur minimale mentionnée ci-dessus, l'échantillon de gaz du sol est dilué par l'air atmosphérique et la valeur réelle de l'activité volumique du radon dans le gaz du sol est sous-estimée, (*Extrait de la norme NF ISO 11665-11*)

La pénétration du radon dans un bâtiment est liée à une légère dépression du bâtiment par rapport à l'environnement extérieur (sol et air), Ces entrées sont induites par les phénomènes suivants :

- > Effet de tirage thermique lié au différentiel de température entre l'intérieur et l'extérieur
- > Le fonctionnement d'appareil de chauffage
- > Une ventilation mécanique contrôlée (prédominance extractive)
- > L'effet de vent sur la structure

Afin d'éviter une accumulation conséquente de la concentration de l'activité volumique du radon dans un bâtiment, il convient de travailler sur les points préalablement cités,

## **ANNEXE 2 : VENTILATION DES LOCAUX**

Il est important de rappeler les réglementations en matière de ventilation des locaux, Le strict respect de ces réglementations permettrait de limiter considérablement les problèmes de radon, De plus, il réduirait d'autres risques sanitaires,

Par ailleurs, le site étant classé comme ERP, il est soumis à l'application du règlement sanitaire départemental pour le titre III. Ces dispositions sont disponibles en ligne :

(<https://www.bretagne.ars.sante.fr/media/2080/download?inline>).

### **Locaux de travail**

#### **Définition des locaux à pollution non spécifique**

Il s'agit de locaux dans lesquels la pollution est liée à la seule présence humaine, à l'exception des locaux sanitaires, Dans ces locaux, l'aération est assurée soit par ventilation mécanique, soit par ventilation naturelle permanente,

#### **Définition locaux à pollution spécifique**

Sont considérés comme des locaux à pollution spécifique :

- > Les locaux dans lesquels des substances dangereuses ou gênantes sont émises sous forme de gaz, vapeurs, aérosols solides ou liquides, autres que celles qui sont liées à la seule présence humaine ;
- > Les locaux pouvant contenir des sources de micro-organismes potentiellement pathogènes ;
- > Et les locaux sanitaires,

L'installation de ventilation doit permettre :

- > D'apporter de l'air neuf dans les mêmes conditions que pour les locaux à pollution spécifique ;
- > De respecter les valeurs limites admissibles de concentration de poussières, gaz, vapeurs, aérosols, liquides ou vapeurs, pour protéger la santé et la sécurité des travailleurs,

### **Code du Travail : Ventilation dans les locaux de travail à pollution non spécifique**

**Art R4222-4** : Dans les locaux à pollution non spécifique, l'aération est assurée soit par ventilation mécanique, soit par ventilation naturelle permanente,

Dans ce dernier cas, les locaux comportent des ouvrants donnant directement sur l'extérieur et leurs dispositifs de commande sont accessibles aux occupants,

**Art R-4222-5** : L'aération par ventilation naturelle, assurée exclusivement par ouverture de fenêtres ou autres ouvrants donnant directement sur l'extérieur, est autorisée lorsque le volume par occupant est égal ou supérieur à :

1° 15 mètres cubes pour les bureaux et les locaux où est accompli un travail physique léger ;

2° 24 mètres cubes pour les autres locaux,

**Art R-4222-6** : Lorsque l'aération est assurée par ventilation mécanique, le débit minimal d'air neuf à introduire par occupant est fixé dans le tableau suivant :

DESIGNATION DES LOCAUX	DEBIT MINIMAL d'air neuf par occupant (m <sup>3</sup> /h)
Bureaux, locaux sans travail physique	25
Locaux de restauration, locaux de vente, locaux de réunion	30
Ateliers et locaux avec travail physique léger	45
Autres ateliers et locaux	60

## **Code du Travail : Ventilation dans les locaux de travail à pollution spécifique**

Dans les locaux à pollution spécifique, les concentrations moyennes en poussières totales et alvéolaires de l'atmosphère inhalée par une personne, évaluées sur une période de huit heures, ne doivent pas dépasser respectivement 10 et 5 milligrammes par mètre cube d'air,

**Article R 4222-10** : La ventilation doit être réalisée et son débit déterminé en fonction de la nature et de la quantité des polluants ainsi que, le cas échéant, de la quantité de chaleur à évacuer, sans que le débit minimal d'air neuf puisse être inférieur aux valeurs fixées pour les locaux à pollution non spécifique,  
Lorsque l'air provient de locaux à pollution non spécifique, il doit être tenu compte du nombre total d'occupants des locaux desservis pour déterminer le débit minimal d'entrée d'air neuf,

**Article R 4222-11** : A défaut d'être captés au fur et à mesure de leur production au plus près de leur source d'émission, doivent être supprimés :

- > les émissions sous forme de gaz,
- > les vapeurs,
- > les aérosols de particules solides ou liquides,
- > les substances insalubres, gênantes ou dangereuses,

**Article R,4222-12** : Les principes à retenir :

- > capter le polluant à la source (réseaux d'extraction),
- > compléter le captage par une ventilation générale,
- > supprimer le risque (être en dessous des valeurs limites d'émissions polluantes),
- > apporter de l'air de compensation et de l'air neuf traité,
- > concevoir des installations de ventilation qui ne gênent pas le personnel (courant d'air, température, humidité, bruit, vibration),
- > organiser le traitement et le rejet des polluants,

### **Vérifications**

Toutes les installations de ventilation (y compris les tours aéro-réfrigérantes) doivent être vérifiées périodiquement :

<b>Locaux à pollution non spécifique</b>	<b>Locaux à pollution spécifique</b>
<p>Tous les ans :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- débit global minimal d'air neuf,</li> <li>- examen de l'état des éléments de l'installation,</li> <li>- conformité des filtres de rechange à la fourniture initiale,</li> <li>- dimensions, perte de charge des filtres,</li> <li>- examen de l'état des systèmes de traitement de l'air (humidificateurs-échangeurs),</li> <li>- pressions statiques et vitesses de l'air,</li> </ul>	<p>Tous les ans :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- débit global d'air extrait,</li> <li>- pressions statiques et vitesses de l'air,</li> <li>- examen de l'état de tous les éléments de l'installation ;</li> <li>- Tous les 6 mois (s'il y a un système de recyclage) : <ul style="list-style-type: none"> <li>- concentrations en poussières dans les gaines de recyclage ou à leur sortie dans un écoulement canalisé,</li> <li>- contrôle de tous les systèmes de surveillance,</li> </ul> </li> </ul>

### **Arrêté du 8 octobre 1987 relatif au contrôle périodique des installations d'aération et d'assainissement des locaux de travail, JO du 22 octobre 1987,**

La maintenance de toutes ces installations et les résultats des contrôles périodiques doivent être consignés dans un dossier,

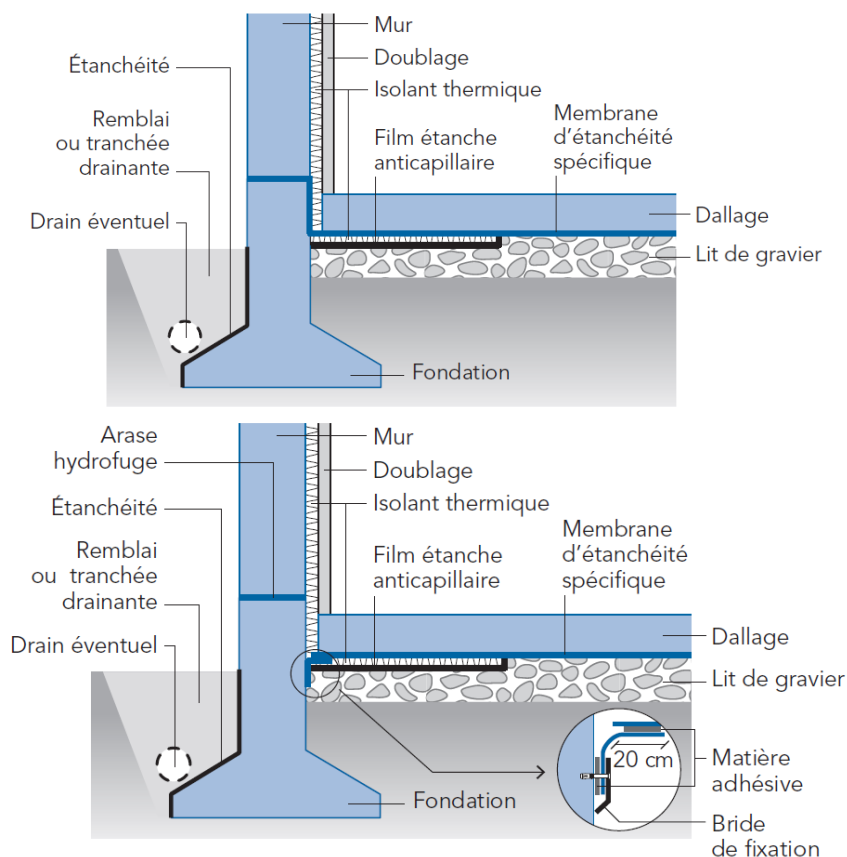
**Articles R 4222-20 à 4222-22** : L'employeur doit tenir à jour une consigne d'utilisation des installations de ventilation et d'assainissement, Elle doit fixer les mesures à prendre en cas de panne des installations, La consigne doit être soumise au médecin du travail, au Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail (CHSCT) et à défaut aux délégués du personnel,



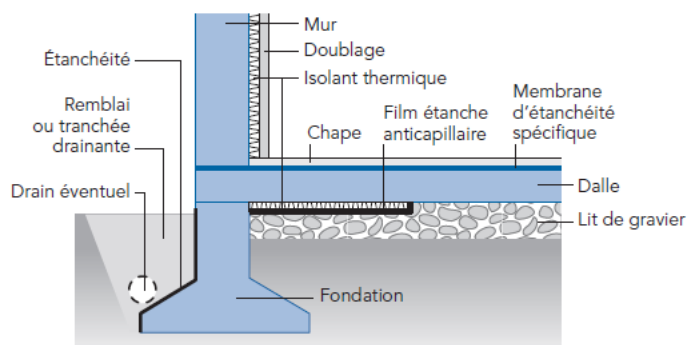
## ANNEXE 3 : PRINCIPE DE PREVENTION DANS LES CONSTRUCTIONS NEUVES

### Mise en place de membrane

#### Dallage indépendant

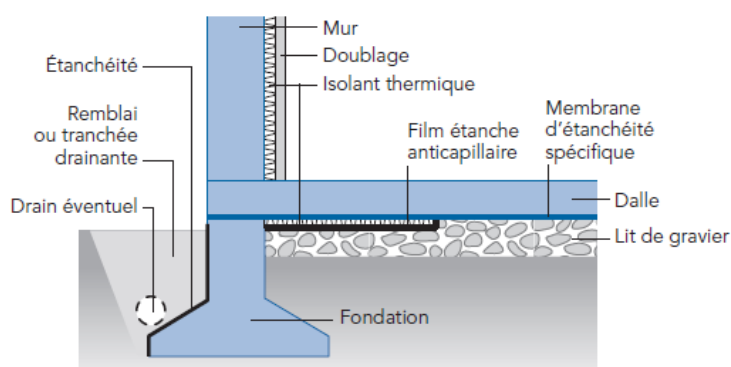


#### Dalle portée



(b) : Entre la dalle et la chape



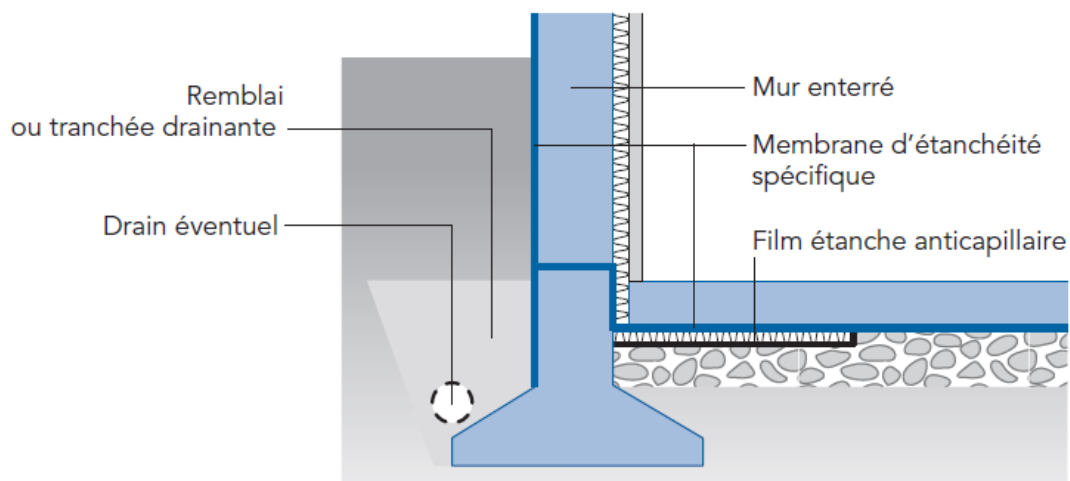


(a) : Sous la dalle

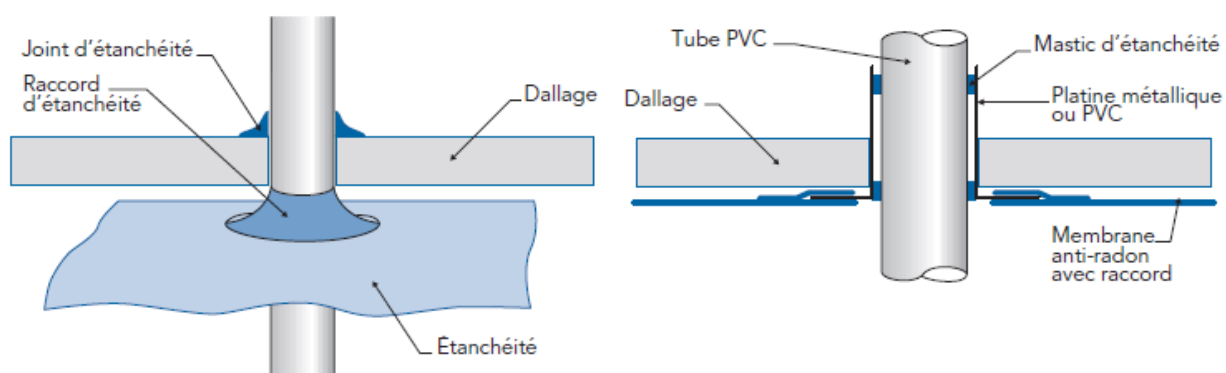
## Traitement des murs enterrés

Limiter l'entrée du radon en augmentant l'étanchéité des murs

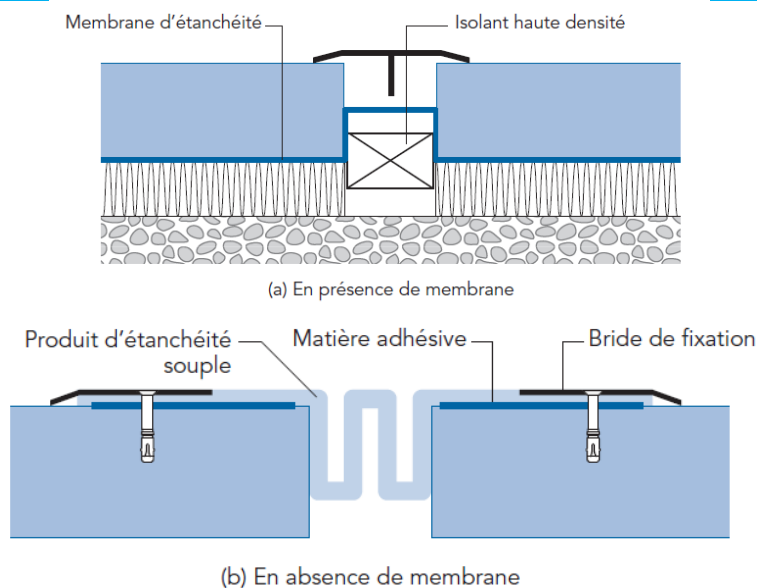
Disposer un drain périphérique éventuel et le mettre en dépression par effet naturel ou par mécanisation



## Passage de VRD

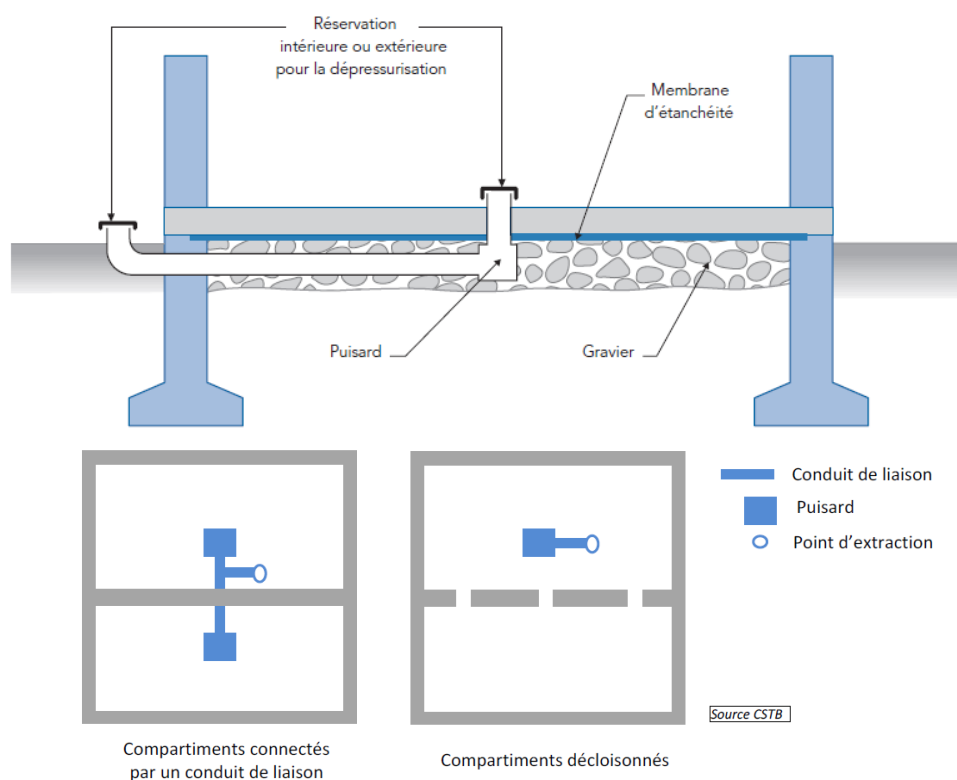


## Traitement des joints de dilatation

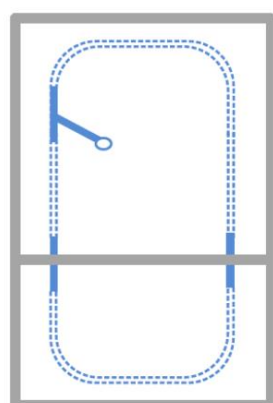
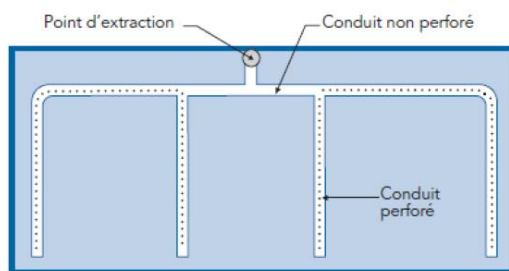


## Mise en place d'un Système de Dépressurisation des Sols

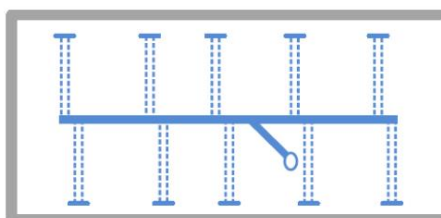
### Système de dépressurisation des sols par puisards sur terre plein



## Système de dépressurisation des sols par drains



- Conduit de liaison
- - - Drain
- Obturation
- Point d'extraction



Source CSTB