

Rapport de mesurage du radon



Lieu d'intervention	Demandeur
UFR Sciences Angers 2 Boulevard Lavoisier 49000 ANGERS	RECTORAT DE NANTES A l'attention de Monsieur SEBASTIEN L'HUILLER BP 72616 44326 NANTES CEDEX 03

Mesurage de l'activité volumique du radon dans un établissement recevant des travailleurs

Rapport dans le cadre de l'évaluation du risque radon (code du travail)

Intervention sur site réalisée par	Validation de Socotec (signature du chargé de mission)
Nathalie PEREIRA EURY	Nathalie PEREIRA EURY 

Date d'édition du rapport	Référence du rapport (chrono)	Nature de la révision
03/06/2024	E14Q3/24/997	

N° D'AFFAIRE : 2402E14Q3000138

MISSION REALISEE LE : 27/03/2024 ; 14/05/2024

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

Ce rapport a été édité à partir de la trame «HCBd - mesure activité volumique du radon – outil code du travail - V13».

Socotec Environnement
7 rue Bouché Thomas
49100 Angers
☎ : 02 41 68 60 92

Nombre de page : 19 pages (annexes comprises)

SOMMAIRE

1. LES CONCLUSIONS.....	3
1.1 CONCLUSION ET SUITE A DONNER.....	3
1.2 LES OBLIGATIONS DE L'EMPLOYEUR.....	3
1.3 ECARTS AUX NORMES.....	4
2. PRESENTATIONS GENERALES.....	5
2.1 GENERALITES SUR LE RADON.....	5
2.2 NORMES ET REGLEMENTATION.....	5
3. PRESENTATION DE LA MISSION.....	6
3.1 OBJECTIF.....	6
3.2 IDENTIFICATION DU DEMANDEUR.....	6
4. METHODOLOGIE APPLIQUEE.....	7
5. INFORMATIONS SUR LE MESURAGE.....	8
5.1 LOCALISATION ET DEROULEMENT DE LA MISSION.....	8
5.2 INFORMATIONS GENERALES SUR LE BATIMENT.....	8
5.3 STRATEGIE DE MESURAGE.....	10
6. RESULTAT DES MESURES	12
7. PLAN DES LOCAUX CONTRÔLES.....	14
8. ANNEXES.....	17
8.1 ANNEXE 1 : RAPPORT D'ANALYSE DU LABORATOIRE SOUS-TRAITANT.....	17
8.2 ANNEXE 2 : INFORMATIONS SUR LE RADON, LES TYPES DE MESURES ET LES DSTN	18
• LES ISOTOPES DU RADON.....	18
• LES TROIS TYPES DE MESURE.....	18
• LES DETECTEURS SOLIDES DE TRACES NUCLEAIRES (DSTN).....	19

1. LES CONCLUSIONS

1.1 CONCLUSION ET SUITE A DONNER

Les conclusions du dépistage sont les suivantes :

Nom du Bâtiment	Conclusion	Etat de mission	Suite donnée
Bâtiment A Bâtiment A'	Au moins un résultat > 300 Bq.m ⁻³	Suite à donner	L'employeur doit initier des actions de réduction des risques en travaillant notamment sur l'amélioration du renouvellement d'air des locaux ou de l'étanchéité du bâtiment vis-à-vis des points d'entrée du radon. A l'issue de ces actions, il fera réaliser de nouvelles mesures du radon destinées à contrôler leur efficacité. Lorsque les résultats du mesurage initial sont supérieurs à 1000 Bq/m ³ , le propriétaire ou l'exploitant peut faire réaliser une expertise du bâtiment. Cette expertise vise à identifier les causes de la présence de radon et à proposer des travaux à mettre en oeuvre.

1.2 LES OBLIGATIONS DE L'EMPLOYEUR

Les résultats des mesures réalisées et des actions menées sont consignés dans le document unique et doivent être consultables pour une période d'au moins 10 ans.

L'employeur s'assure périodiquement du maintien en état des locaux, des installations de ventilation et d'assainissement et, le cas échéant, de l'efficacité des actions réalisées et des mesures de protection prises.

Les mesures de l'activité volumique du radon sont renouvelées après toute modification de la ventilation, de l'aménagement des locaux ou, le cas échéant, de l'étanchéité des locaux.

1.3 ECARTS AUX NORMES

A votre demande, ce contrôle a été réalisé hors cadre réglementaire. L'objectif de ces mesures étant de vérifier l'activité volumique du radon dans les sous-sol des bâtiments A et A' avant travaux.

2. PRESENTATIONS GENERALES

2.1 GENERALITES SUR LE RADON

Il existe 3 isotopes du radon (Rn 219 ou actinon, Rn 220 ou thoron, Rn 222 ou radon), mais seul le radon 222 possède une période (demi-vie) assez longue (3,8 jours) pour être considéré comme présentant un risque sanitaire potentiel. Dans la suite du rapport, le terme RADON sera relatif au radon 222.

Le radon 222 est un gaz radioactif d'origine naturelle, présent partout à la surface de la terre. Il provient de la désintégration du radium 226, lui-même faisant partie de la chaîne de désintégration de l'uranium 238.

L'uranium est présent dans certains minéraux constituant des roches. Les roches de types granitiques sont connues pour contenir ces minéraux (zircon, monazite, etc.). Les matériaux de construction ayant pour origine ces roches vont, par conséquent, eux aussi renfermer ces minéraux. L'eau peut aussi être chargée en radon, si elle se trouve en contact avec ces roches ou matériaux.

Comme le radon 222 est un gaz rare de période radioactive suffisamment longue, il va pouvoir migrer depuis la roche, le matériau ou l'eau pour se retrouver dans l'atmosphère. S'il s'agit d'une atmosphère extérieure, il sera dilué et l'activité volumique moyenne sera de l'ordre de quelques dizaines de becquerels par mètre cube

(Bq.m-3). Par contre, dans une atmosphère intérieure, comme dans les bâtiments, il va pouvoir s'accumuler pour atteindre des concentrations très variables selon les cas (de quelques dizaines de Bq.m-3 à des centaines de milliers). Plus l'activité volumique moyenne du radon sera importante à l'intérieur d'un bâtiment, plus le risque pour la santé des occupants pourra aussi être important.

Depuis 1987, le radon a été reconnu cancérigène pulmonaire pour l'homme par le Centre International de Recherche sur le Cancer dépendant de l'Organisation Mondiale pour la Santé (CIRC/OMS). Les études épidémiologiques ont mis en évidence un excès significatif de cancer du poumon chez les personnes exposées à des concentrations importantes en radon pendant une longue durée. Le risque de cancer du poumon lié à une exposition au radon est comparable au risque lié au tabagisme passif.

Le radon gaz n'est pas lui-même l'agent responsable du risque mais ses descendants à vie courte émetteurs alpha, en particulier le Polonium 214 et le Polonium 218.

Le risque est proportionnel à l'activité volumique de radon et au temps passé dans une atmosphère chargée en radon. Il est impossible d'éliminer complètement le radon de l'air. Par contre, il est tout à fait possible de réduire l'activité volumique du radon dans une pièce ou dans un bâtiment à un niveau inférieur aux niveaux fixés par la réglementation.

2.2 NORMES ET REGLEMENTATION

Dans le cadre de l'évaluation du risque radon, les mesurages sont réalisés conformément :

- A La norme NF ISO 11665-4 relative aux méthodes de mesure intégrée de l'activité volumique moyenne du radon dans l'environnement atmosphérique, avec un prélèvement passif et une analyse en différé,
- Au guide pratique de prévention du risque radon (édition 2020) publié par la Direction générale du travail et décrivant notamment les méthodologies appliquées au mesurage du radon sur les lieux de travail.

Par ailleurs, la gestion du risque lié au radon repose sur un cadre réglementaire précis relevant du code du travail :

- Décret n°2018-434 du 4 juin 2018 portant diverses dispositions en matière de nucléaire.
- Arrêté du 30 juin 2021 relatif aux lieux de travail spécifiques pouvant exposer des travailleurs au radon
- Arrêté du 23 octobre 2020 relatif aux mesurages réalisés dans le cadre de l'évaluation des risques et aux vérifications de l'efficacité des moyens de prévention mis en place dans le cadre de la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants.
- Arrêté du 27 juin 2018 portant délimitation des zones à potentiel radon du territoire français.
- Arrêté du 7 août 2008 relatif à la gestion du risque lié à l'exposition au radon dans les lieux de travail.

La réglementation en vigueur selon le code du travail n'impose pas de faire réaliser des mesures de radon par un organisme agréé.

3. PRESENTATION DE LA MISSION

3.1 OBJECTIFS

Notre mission se limite à fournir des résultats de mesurage du radon en Bq/m^3 . Le calcul des doses annuels et le zonage des locaux sont exclus de la présente mission.

Ce rapport présente donc les résultats de mesurage de l'activité volumique du radon dans les bâtiments de votre établissement.

3.2 IDENTIFICATION DU DEMANDEUR

Photo	Lieu d'intervention :	Demandeur :
	UFR Sciences Angers 2 Boulevard Lavoisier 49000 ANGERS	RECTORAT DE NANTES BP 72616 44326 NANTES CEDEX 03

4. METHODOLOGIE APPLIQUEE

Le but du mesurage radon est de déterminer si tout ou partie d'un bâtiment est concerné par un dépassement du niveau d'action de 300 Bq/m^3 fixé par les pouvoirs publics.

Ces mesures sont réalisées à l'aide de détecteurs solides des traces nucléaires (DSTN) passifs en configuration fermée en conformité avec la norme NF ISO 11665-4.

Elles sont réalisées sur une période minimum de 2 mois en période froide (préférentiellement entre octobre et avril). Cette durée permet d'être représentatif de l'activité volumique moyenne annuelle. Les conditions de travail et l'activité professionnelle sont à prendre en compte : elles peuvent en effet conduire à modifier la durée et/ou la période de mesurage.

SOCOTEC applique cette réglementation et procède de la manière suivante :

1ere étape : étude préalable

- Recueil des informations nécessaires à la détermination du nombre de dosimètre (plans, surfaces, interface sol/bâtiment, occupations des locaux, type de poste de travail, locaux spécifiques à risque radon, ventilation)
- Etude des plans du bâtiment fournis (surfaces, destination des locaux,...).
- Estimation du nombre de détecteur à poser selon les critères suivants :
 - surface au sol $< 200 \text{ m}^2$: au moins 2 dosimètres au plus proche du poste de travail.
 - surface au sol entre 200 et 1000 m^2 :
 - si un seul grand espace : au moins 1 dosimètre tous les 200 m^2 à placer au plus proche du poste de travail.
 - si plusieurs locaux : au moins 1 par ensemble de locaux contigus ayant des caractéristiques interfaces sol/bâtiment, type de ventilation, niveau de température similaires.
 - les locaux de plus de 200 m^2 , au moins 1 tous les 200 m^2 à placer au plus proche du poste de travail.
 - surface au sol $> 1000 \text{ m}^2$:
 - si un seul grand espace : au moins 1 dosimètre tous les 400 m^2 à placer au plus proche du poste de travail.
 - si plusieurs locaux : au moins 1 par ensemble de locaux contigus ayant des caractéristiques interfaces sol/bâtiment, type de ventilation, niveau de température similaires,
 - Pour les locaux de plus de 400 m^2 , au moins 1 tous les 400 m^2 à placer au plus proche du poste de travail.

Remarque : il est nécessaire d'ajouter au moins 1 dosimètre dans un "local spécifique à radon" s'il en existe.

2ème étape : interventions sur le terrain

- Visite des bâtiments (si non réalisée au préalable) permettant de valider l'étude préalable et de définir les zones à caractéristiques similaires (activité professionnelle exercée, interface sol/bâtiment, température, ventilation).
- Détermination du nombre de détecteur.
- Pose des détecteurs pour la mesure intégrée du radon sur une durée minimale de 2 mois
- Information des occupants des locaux sur le radon et la présence des appareils de mesure à ne pas toucher.
- Dépose des détecteurs et recueil éventuel des informations manquantes.

3ème étape : après interventions

- Analyse des dosimètres par un laboratoire accrédité COFRAC. (les rapports d'analyses sont disponibles en annexe de ce rapport)
- Rédaction et transmission du rapport de mesurage dans un délai de deux mois maximum après réception des résultats d'analyses.

5. INFORMATIONS SUR LE MESURAGE

5.1 LOCALISATION ET DEROULEMENT DE LA MISSION

Période de réalisation des mesures	
Date de pose des détecteurs	Date de dépose des détecteurs
27/03/2024	14/05/2024

5.2 INFORMATIONS GENERALES SUR LE BATIMENT

Bâtiment BÂTIMENT A

Année de construction	Après 1974
Surface au sol (m²)	187
Matériau de construction principal	Béton

Bâtiment BÂTIMENT A'

Année de construction	Après 1974
Surface au sol (m²)	174
Matériau de construction principal	Béton

5.3 STRATEGIE DE MESURAGE

Bâtiment BÂTIMENT A

Zone à caractéristiques similaires (ZCS)	Niveau de la ZCS	Activité professionnelle	Interface sol/bâtiment	Ventilation	Température	Surface au sol (m²)	Nombre de détecteurs
1	Sous-sol -1	Locaux nécessitant une maintenance périodique	Dallage ou plancher sur terre-plein	Entrée d'air en façade Ventilation naturelle	Ambiante	60,38	1
2	Sous-sol -1	Locaux nécessitant une maintenance périodique	Dallage ou plancher sur terre-plein	Ventilation naturelle	Ambiant	57	1
3	Sous-sol -1	Locaux nécessitant une maintenance périodique	Dallage ou plancher sur terre-plein	Entrée d'air en façade Ventilation naturelle	Ambiante	20	1
4	Sous-sol -1	Locaux de stockage et archives	Dallage ou plancher sur terre-plein	Entrée d'air en façade Ventilation naturelle	Ambiante	50	1

Bâtiment BÂTIMENT A'

Zone à caractéristiques similaires (ZCS)	Niveau de la ZCS	Activité professionnelle	Interface sol/bâtiment	Ventilation	Température	Surface au sol (m²)	Nombre de détecteurs
5	Sous-sol -1	Locaux de stockage et archives	Dallage ou plancher sur terre-plein	Entrée d'air en façade Ventilation simple flux	Ambiante	160	2
6	Sous-sol -1	Locaux de stockage et archives	Dallage ou plancher sur terre-plein	Absence de ventilation	Ambiante	9,55	1

Zone à caractéristiques similaires (ZCS)	Niveau de la ZCS	Activité professionnelle	Interface sol/bâtiment	Ventilation	Température	Surface au sol (m²)	Nombre de détecteurs
7	Sous-sol -1	Locaux nécessitant une maintenance périodique	Dallage ou plancher sur terre-plein	Absence de ventilation	Ambiante	3,74	1

6. RESULTAT DES MESURES

Ces mesures sont représentatives d'une activité volumique moyenne annuelle car les règles du mesurage préconisées dans le guide pratique de prévention du risque radon (édition 2020) et dans la norme ISO 11665-4 sont respectées.

Les résultats de chaque dosimètre sont comparés au niveau de référence de 300 Bq.m³ sans tenir compte de l'incertitude.

Légende :

	Résultat \leq 300 Bq.m ⁻³
	Résultat $>$ 300 Bq.m ⁻³

Bâtiment BÂTIMENT A

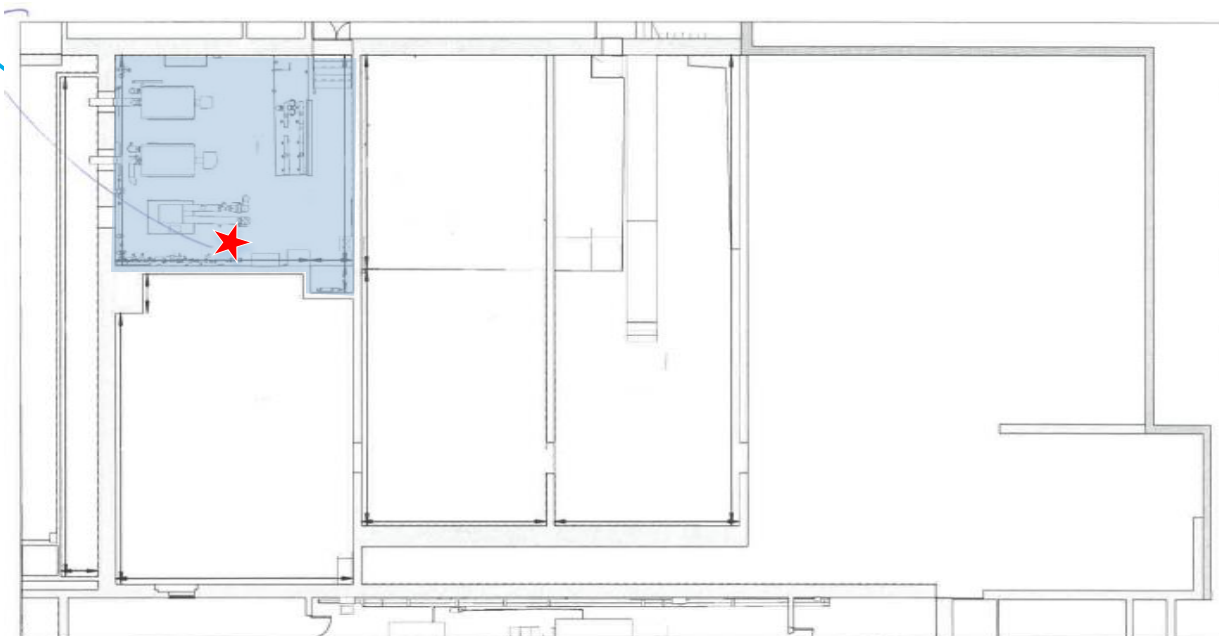
N° ZCS	N° Détecteur	Lieu de pose	Type de fenêtres	Surface de la pièce instrumentée (m ²)	Activité volumique (Bq.m ⁻³) (k = 2)	Activité volumique moyenne attribuée à la zone (Bq.m ⁻³)
1	156985	Chaufferie		60,38	24 +/- 7	24
2	157016	Local CTA Amphi		57	84 +/- 17	84
3	150582	Local TGBT		8,5	317 +/- 63	317
4	156792	Local rangement		42,14	38 +/- 8	38

Bâtiment BÂTIMENT A'














N° ZCS	N° Détecteur	Lieu de pose	Type de fenêtres	Surface de la pièce instrumentée (m²)	Activité volumique (Bq.m ⁻³) (k = 2)	Activité volumique moyenne attribuée à la zone (Bq.m ⁻³)
5	157218	Archives	DV métal	47,72	343 +/- 69	378,5
	162117	Labo réserve pierres	DV métal	43,44	414 +/- 83	
6	162113	Réserve		9.55	662 +/- 132	662
7	162112	Local élec		3.74	74 +/- 15	74

7. PLAN DES LOCAUX CONTRÔLES

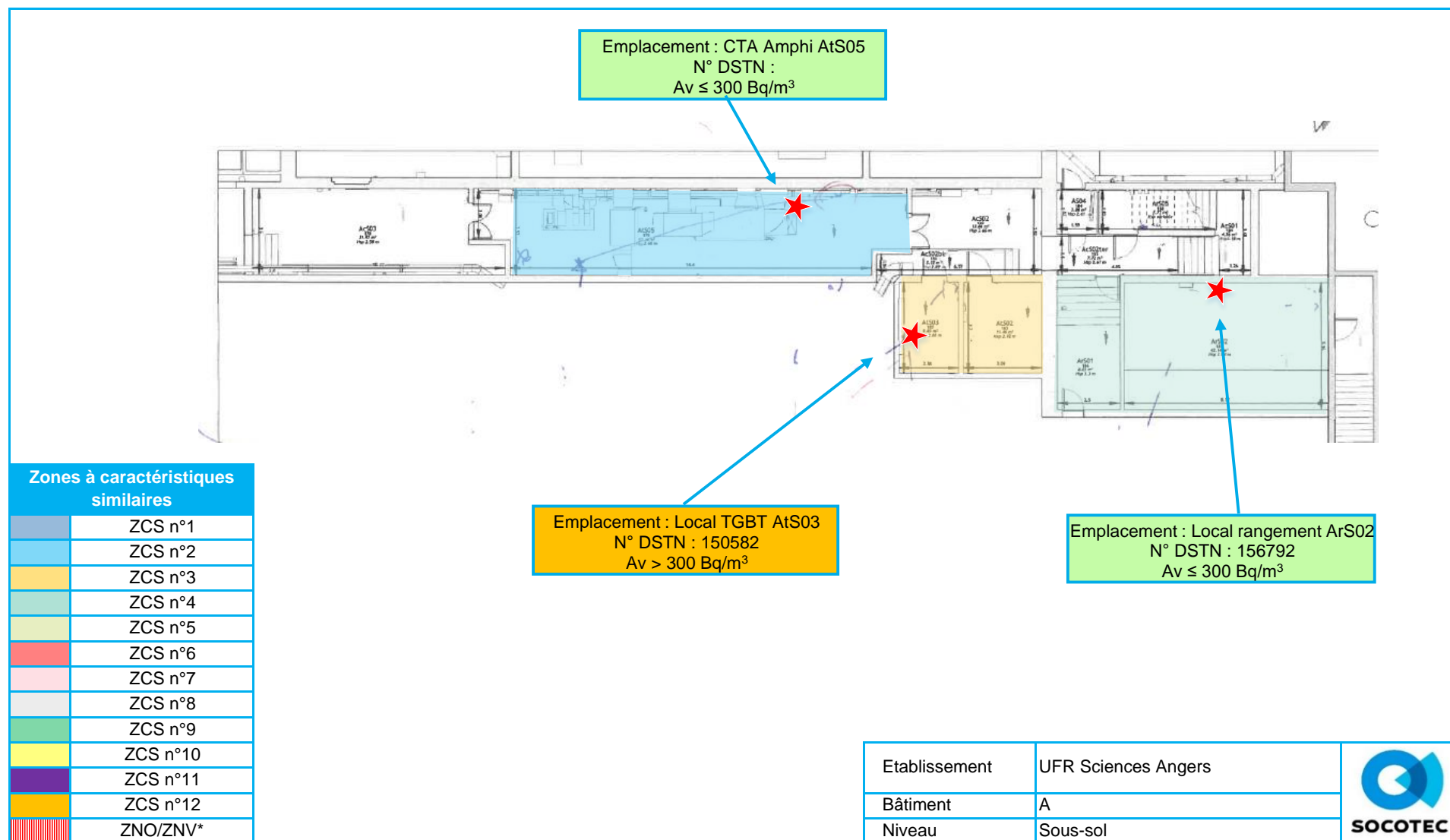
Emplacement : Chaufferie AtS06
 N° DSTN : 156985
 $Av \leq 300 \text{ Bq/m}^3$

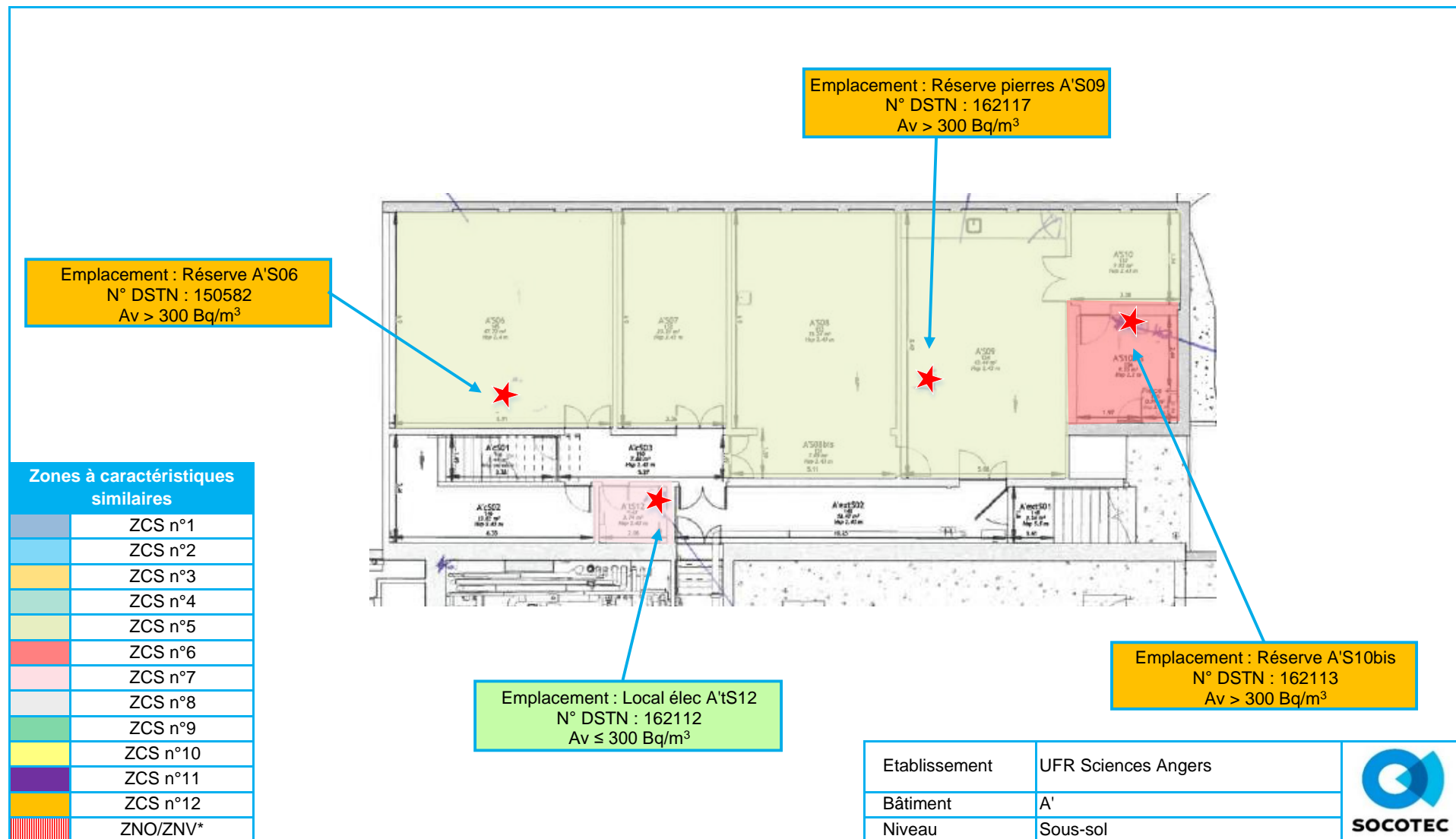


Zones à caractéristiques similaires

	ZCS n°1
	ZCS n°2
	ZCS n°3
	ZCS n°4
	ZCS n°5
	ZCS n°6
	ZCS n°7
	ZCS n°8
	ZCS n°9
	ZCS n°10
	ZCS n°11
	ZCS n°12
	ZNO/ZNV*

Etablissement	UFR Sciences Angers
Bâtiment	A
Niveau	Sous-sol





8. ANNEXES

8.1 ANNEXE 1 : RAPPORT D'ANALYSE DU LABORATOIRE SOUS-TRAITANT


  <small>ACCREDITATION COFRAC N°1-1715 PORTÉE DISPONIBLE SUR www.cofrac.fr</small>	Rapport d'analyse Mesure intégrée de l'activité volumique en Radon 222		Réf : ENR ESS Rn Cr39 Version : 09 Date : 29/01/2024
	Réf Pearl : 15/05/24	SOCOTEC ENVIRONNEMENT - 2402-138 - UNIVERSITE D'ANGERS	Page : 1 / 1
	En application de la norme NF ISO 11665-4/ DSTN en configuration fermée / Prélèvement passif		

Date de réception : 15/05/24
 Référence client⁽¹⁾ : SOCOTEC ENVIRONNEMENT - Nathalie PEREIRA EURY
 Référence dossier⁽¹⁾ : 2402-138 - UNIVERSITE D'ANGERS

N° Client ⁽¹⁾	Lieu d'exposition ⁽¹⁾	Date d'analyse	Début d'exposition ⁽¹⁾	Fin d'exposition ⁽¹⁾	Durée (jours)	Exposition mesurée (kBq.m ⁻³ .h)	Activité volumique (Bq.m ⁻³) _m
157016	CTA Amphi	27/05/2024	27/03/2024	14/05/2024	48	97	84 +/- 17
150582	Local TGBT	27/05/2024	27/03/2024	14/05/2024	48	365	317 +/- 63
156792	Local Rangement	27/05/2024	27/03/2024	14/05/2024	48	44	38 +/- 8
156985	Chaudière	27/05/2024	27/03/2024	14/05/2024	48	28	24 +/- 7
157218	A'S06 Archives	27/05/2024	27/03/2024	14/05/2024	48	395	343 +/- 69
162117	A'S09 Labo réserve	27/05/2024	27/03/2024	14/05/2024	48	477	414 +/- 83
162113	A'S10bis	27/05/2024	27/03/2024	14/05/2024	48	763	662 +/- 132
162112	A'S12 local élec	27/05/2024	27/03/2024	14/05/2024	48	85	74 +/- 15
Fin de rapport							

(1) Le prélèvement est réalisé hors accréditation Cofrac, les données transmises à ce sujet sont sous la responsabilité du client
 (2) L'activité volumique est calculée à partir des données de début et fin d'exposition transmises par le client
 Les incertitudes élargies sont évaluées avec un facteur d'élargissement k=2 ; les limites de détection avec $\alpha=\beta=0,05$ et $k1=\alpha=k1-\beta=1,65$

Observations (Hors portée d'accréditation) :

Date d'émission :	30/05/2024
Nom :	KURT Erdanay
Fonction :	Responsable radon
Signature :	

Le rapport d'analyse ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite de Pearl. Il ne concerne que l'objet ou le produit soumis à l'essai.
 Pearl s'engage à ne rendre public aucune information ou résultat de mesure à moins d'en être autorisé par l'organisme demandeur de l'analyse.

PearL Pôle d'expertises et d'Analyses Radioactives Limousin 20, rue Atlantis 87068 Limoges Cedex - Tél : 05 55 43 69 95 - radon@pearl-sas.eu - SAS au capital de 605 165 € - N° SIRET : 488 577 958 000 25

8.2 ANNEXE 2 : INFORMATIONS SUR LE RADON, LES TYPES DE MESURES ET LES DSTN

• LES ISOTOPES DU RADON

Il existe 3 isotopes du radon, issus chacun d'une chaîne de désintégration radioactive différente :

- le radon 219, appelé anciennement "actinon" est un descendant de l'uranium 235. Il est très peu répandu dans la nature. Sa période radioactive est de 3,96 secondes, de ce fait cet isotope ne contribue pas au risque sanitaire encouru par l'homme,
- le radon 220, appelé autrefois "thoron", est un descendant du thorium 232. Sa période radioactive est de 55,6 secondes. On peut le trouver dans certaines zones où des filons de thorium affleurent à la surface. Il peut aussi être présent dans les matériaux de construction. Il ne contribue que très faiblement à l'exposition de l'homme aux rayonnements alpha,
- le radon 222 est un descendant de l'uranium 238. L'exposition de la population générale au radon est très majoritairement due à cet isotope. Sa période radioactive est de 3,82 jours.

• LES TROIS TYPES DE MESURE

Trois types de mesure, répondant à des normes AFNOR (Association Française de NORmalisation), sont à différencier, selon les caractéristiques du prélèvement d'air :

- la mesure ponctuelle effectuée sur un laps de temps très bref, de l'ordre de quelques secondes à quelques minutes, procurant une "photographie" de la situation à un moment donné (norme NF EN ISO 11665-6),
- la mesure intégrée employée notamment dans le cadre du dépistage d'un bâtiment et effectuée sur une période de l'ordre de 2 mois pour donner un résultat représentatif de la valeur moyenne annuelle et comparable aux valeurs d'intérêt fixées par les pouvoirs publics (norme NF ISO 11665-4),
- les prélèvements en continu permettant de suivre l'évolution de l'activité volumique du radon en fonction du temps (norme NF EN ISO 11665-5).

La figure 1 (source IRSN) ci-après permet de distinguer ces 3 types de mesure.

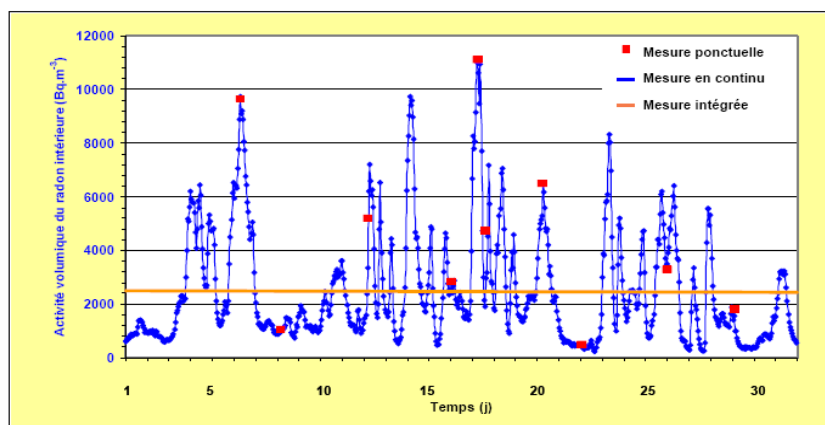


Figure 1 : exemple de résultats de mesure de l'activité volumique du radon 222 réalisées dans une habitation du Finistère

• LES DETECTEURS SOLIDES DE TRACES NUCLEAIRES (DSTN)

Les détecteurs DSTN sont constitués d'un polymère ayant la particularité d'être sensible aux particules alpha. Ils sont fixés sur un support pouvant présenter une configuration ouverte ou fermée.

- Le dispositif en configuration ouverte (voir figure 3) peut enregistrer simultanément les émissions alpha du radon et de ses descendants proches du détecteur mais également celles de tout émetteur alpha présent dans l'atmosphère analysée, dans la gamme d'énergie précisée par le fabricant. Pour exploiter les résultats obtenus avec ce détecteur, il convient de connaître le facteur d'équilibre. En l'absence de mesure de ce paramètre, la valeur communément utilisée dans les bâtiments est égale à 0,4.
- Le dispositif en configuration fermée est constitué d'une chambre qui sert de volume de détection et qui ne permet que la diffusion du radon. Cette dernière configuration permet de s'affranchir de l'influence des descendants solides du radon ainsi que tout radionucléide solide émetteur alpha présent dans l'atmosphère analysée. Dans ce cas, il n'est donc pas nécessaire de connaître la valeur du facteur d'équilibre.

L'impact des particules alpha sur le film laisse des traces latentes. Après exposition les détecteurs sont envoyés au fournisseur pour analyse. Ils subissent un traitement chimique approprié qui transforme les traces latentes en traces révélées. Le nombre de ces traces par unité de surface est relié à l'exposition au radon par le coefficient d'étalonnage défini pour des détecteurs du même lot traité chimiquement et compté dans les mêmes conditions. L'activité volumique moyenne est déterminée à partir de la valeur de l'exposition au radon, de la durée de prélèvement et de la prise en compte du bruit de fond.

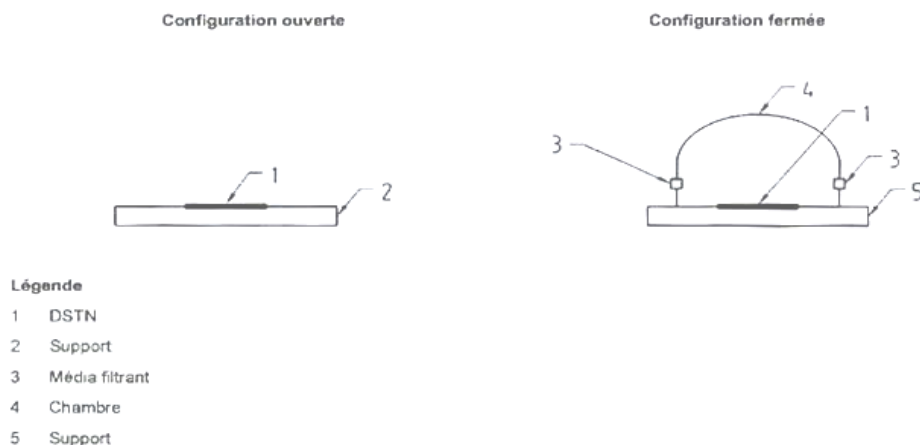


Figure 2 : schéma d'assemblage d'un détecteur solide de traces nucléaires selon deux types de configurations possibles