

QUALITÉ DE L'AIR

Le radon dans les habitations, un constat

par E. NAOUR (COSTIC - Saint-Rémy-lès-Chevreuse)

Dans le numéro de Décembre 1984 de cette revue, Monsieur CADIERGUES décrivait l'essentiel des connaissances actuelles sur le sujet du Radon dans l'habitat. Le phénomène est encore mal connu en France. Le diagnostic et le remède que peut éventuellement apporter la ventilation restent à établir.

L'objet de cet article est de présenter un bilan des premiers travaux effectués au CoSTIC sur ce sujet. Il présente des constats obtenus par des mesures d'activité :

- Les répartitions statistiques des taux de radioactivité mesurés dans les habitations d'une région sensible;
- des résultats de mesures plus détaillées réalisées dans quelques habitations à forte radioactivité.

1 - ETUDE STATISTIQUE SUR 180 MAISONS

1.1. LA RÉPARTITION DES ACTIVITÉS MESURÉES

Afin de comparer la répartition nationale des activités volumiques alpha et celle de la région étudiée, nous avons réalisé une campagne de mesures portant sur 180 maisons particulières, régulièrement réparties sur deux zones géologiques distinctes.

Les résultats obtenus apparaissent sur les figures 1, 2, 3.

Les moyennes géométriques sont respectivement 44,4 [Bq.m⁻³] pour la répartition nationale et 138,6 [Bq.m⁻³] pour la région étudiée. Le spectre des activités de cette dernière est caractérisé par la présence de trois groupes distincts de logements :

- A - activités faibles à moyennes (comprises entre 0 et 75 [Bq.m⁻³]).
- B - activités fortes (comprises entre 75 et 750 [Bq.m⁻³]).
- C - activités très fortes (supérieures à 750 [Bq.m⁻³]) atteignant des valeurs élevées dans certains cas.

Pourcentage de logements

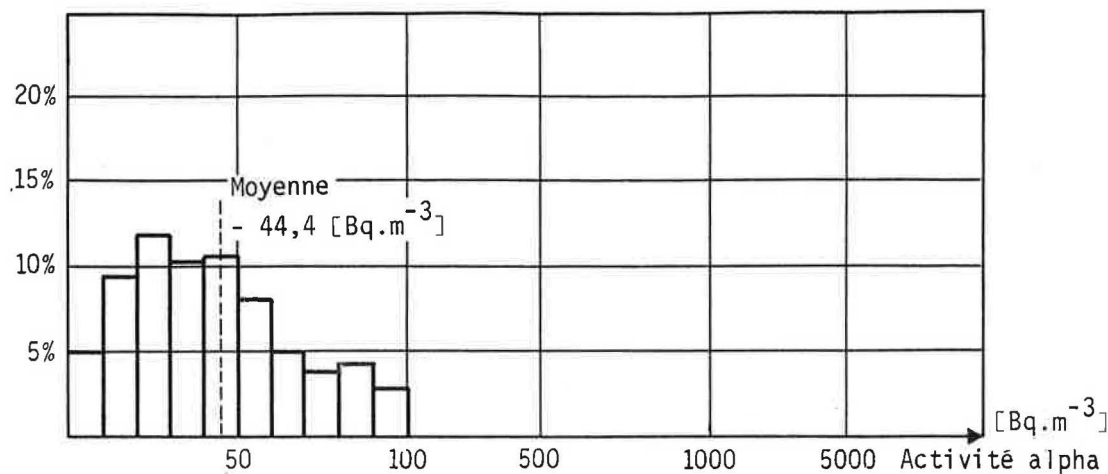


Fig. 1 - Distribution nationale des activités évaluée sur 800 logements.
(source C.E.A.).

Pourcentage de logements

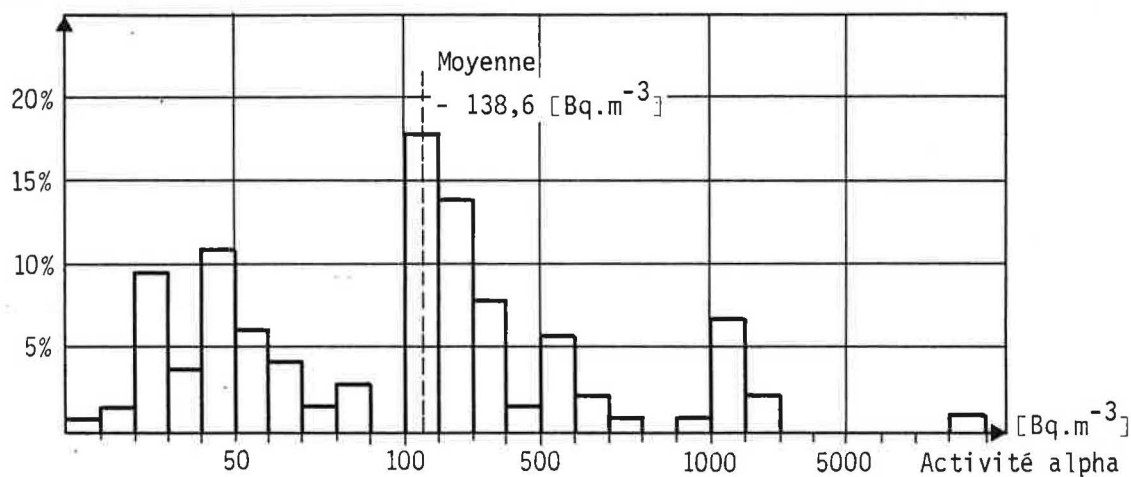


Fig. 2 - Activité alpha intérieure observée sur 180 logements
de la région étudiée.

Pourcentage de logements

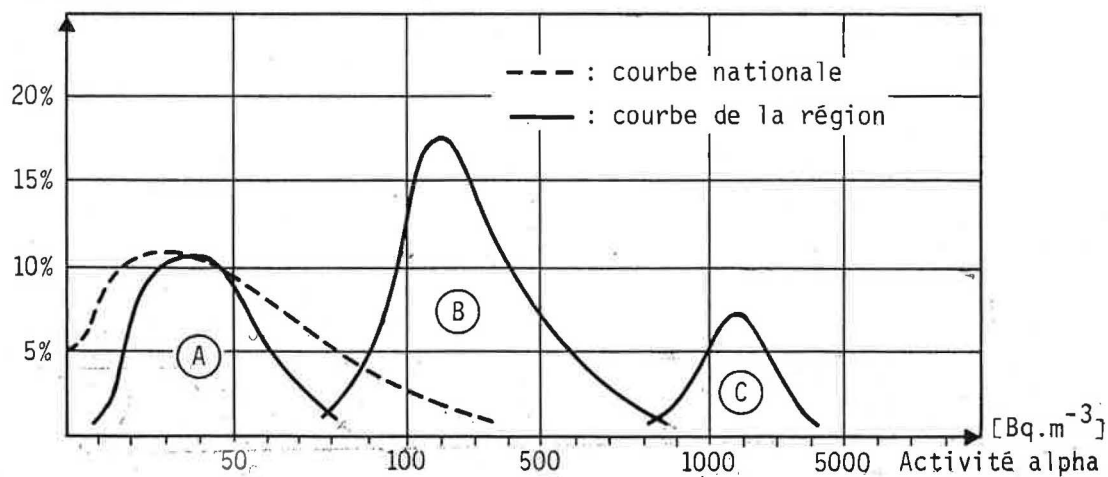


Fig. 3 - Comparaison des activités intérieures de la région
à celles évaluées pour la France.

La répartition des activités, leur importance observée dans certaines habitations, montrent d'ores et déjà l'intérêt que peut présenter la région choisie pour cette étude.

1.2 - LA RÉPARTITION SELON LES ZONES GÉOLOGIQUES

En vue de compléter nos premières constatations, nous avons recherché la répartition obtenue sur chacune des zones géologiques précédemment citées; celles-ci sont représentées figures 4 et 5.

Les moyennes géométriques obtenues pour chacune de ces zones géologiques sont $73,5 \text{ [Bq.m}^{-3}\text{]}$ pour la zone 2 et $339,1 \text{ [Bq.m}^{-3}\text{]}$ pour la zone 1, soit une différence d'un facteur 5 : significative à 99% après vérification par tests statistiques.

Pour la région étudiée, l'activité alpha volumique dans une habitation est donc fonction de sa situation géologique.

Seule la zone géologique n° 1 présente des habitations à très forte radioactivité, bien qu'ayant un spectre étendu jusqu'aux faibles activités. La justification de cette diversité est l'objet de l'analyse suivante.

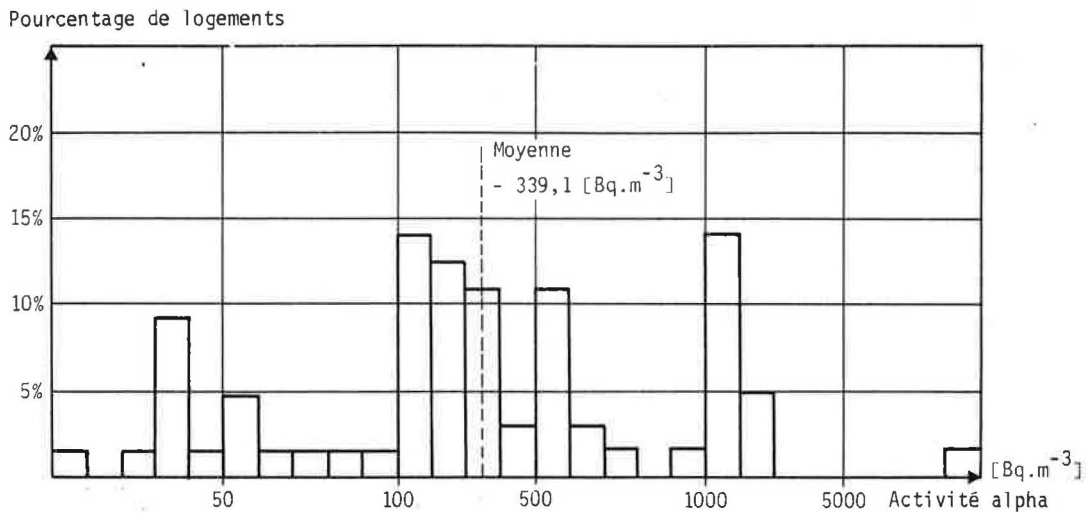


Fig. 4 - Activité intérieure observée sur 90 logements de la zone géologique n° 1.

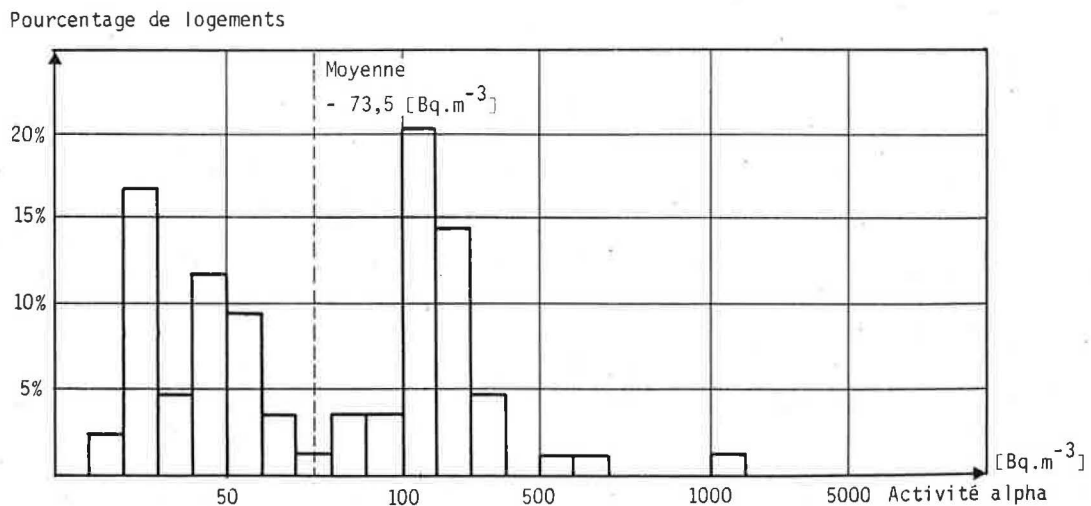


Fig. 5 - Activité alpha intérieure observée sur 90 logements de la zone géologique n° 2.

1.3 - LA LOCALISATION PAR QUARTIERS DES LOGEMENTS ÉTUDIÉS

Pour affiner la notion de zone géologique, nous avons scindé chacune de celles-ci en "quartiers", les moyennes géométriques des activités volumiques alpha sont elles aussi très sensiblement différentes. Elles apparaissent figure 6.

Conjointement à ce test, nous avons analysé des prélèvements de roche de chacun de ces quartiers, nous avons pu constater que la même hiérarchie existait entre l'activité alpha de ces roches et celle des habitations.

Il apparaît donc nettement que, outre les zones géologiques, certains quartiers favorisent ou défavorisent l'existence du Radon dans les maisons.

	Zone 1						Zone 2		
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
Nombre d'habitations	8	9	8	13	8	37	38	27	15
Activité moyenne [Bq.m ⁻³]	90	110	145	151	275	516	45	85	95
Activité maxi [Bq.m ⁻³]	35	197	540	1429	387	2500	250	385	280
Activité mini [Bq.m ⁻³]	40	36	90	45	200	210	8,5	15	19,5

Fig. 6 - A l'intérieur d'une zone géologique des groupes d'habitation semblent présenter des activités localisées, comme le montrent les valeurs observées sur 9 quartiers.

1.4 - L'INFLUENCE DU COMPORTEMENT DES HABITANTS ET DE L'OCCUPATION DES LOGEMENTS SUR LES ACTIVITÉS MESURÉES

Les habitants des logements testés ont été classés en fonction de leur comportement (logements occupés) :

C1 : personnes paraissant ventiler correctement leur logement.

C2 : personnes paraissant très peu ventiler (présence d'odeurs ...).

Cette analyse peut sembler subjective mais constitue une approche intéressante du rôle joué par la ventilation dans ce phénomène.

Les logements testés étaient occupés (C1 + C2) : 0 ou, dans certains cas, non occupés : NO (peu ventilés).

Les répartitions des activités en fonction de ces configurations apparaissent figure 7.

Lorsqu'on regroupe les deux scénari précédents, on obtient les cas suivants :

. logements peu ventilés : PV = C2 + NO

. logements ventilés "correctement" : VC = C1.

La figure 7 donne la répartition obtenue.

L'évolution obtenue est suffisamment éloquente pour que le rôle du comportement des habitants soit pris en considération dans ce phénomène.

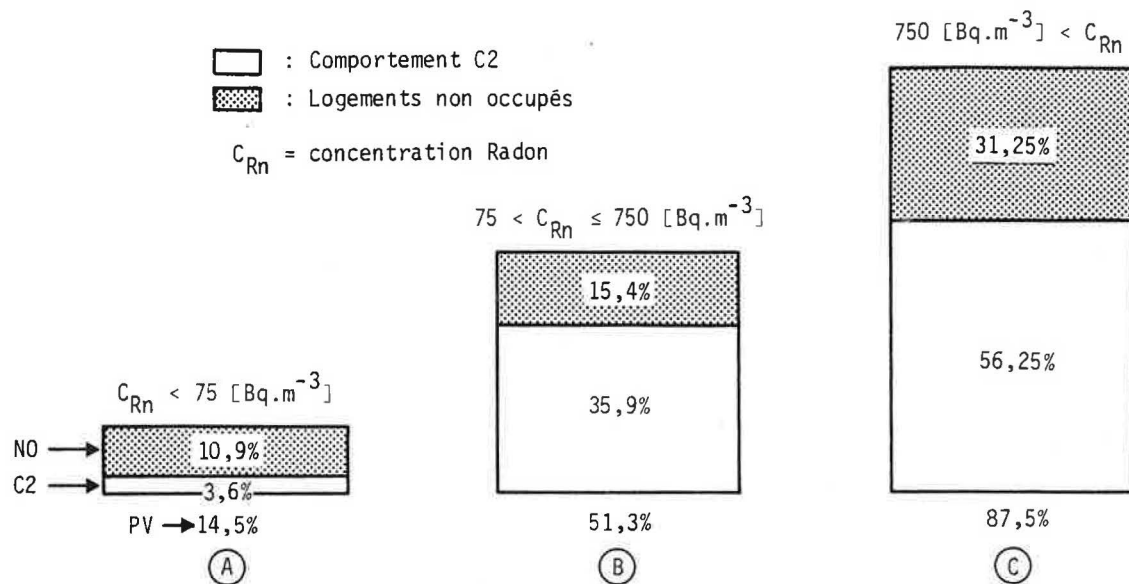


Fig. 7 - Influence de la ventilation sur l'activité mesurée.

1.5. NIVEAU DES PIÈCES ÉTUDIÉES

Pour chaque groupement d'habitation A, B ou C, nous avons étudié la répartition des quatre configurations suivantes en fonction de l'activité (figure 8) :

- N1 : mesure effectuée dans un rez-de-chaussée sur terre-plein
- N2 : mesure effectuée sur un rez-de-chaussée sur sous-sol ou vide sanitaire
- N3 - mesure effectuée sur sous-sol enterré
- N4 : mesure effectuée sur sous-sol demi-enterré (c'est-à-dire comprenant des fenêtres sur l'extérieur)
- N5 : autres configurations

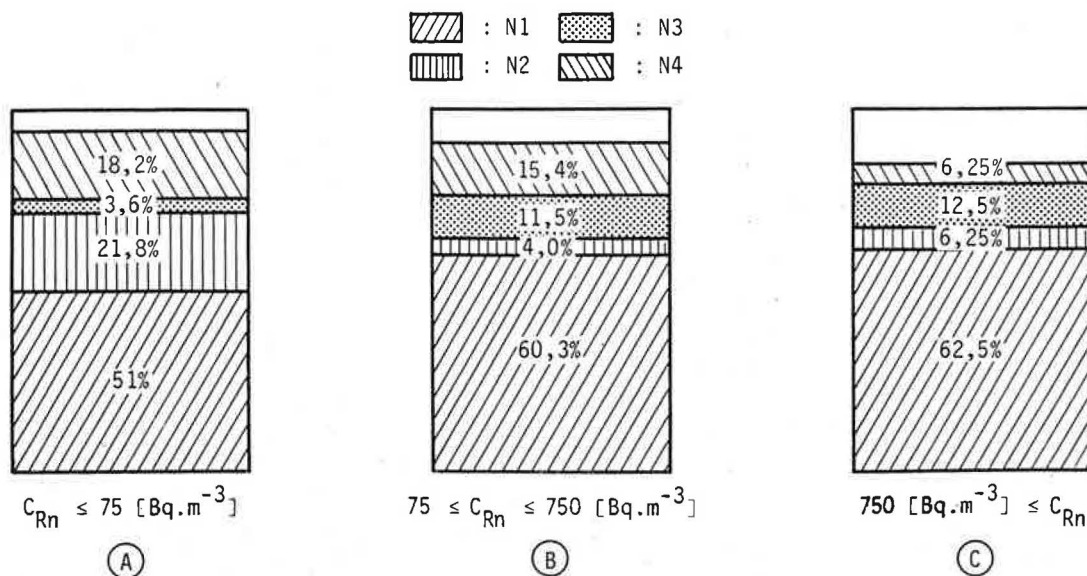


Fig. 8 - Influence du niveau de la pièce étudiée sur la concentration mesurée.

Les résultats obtenus indiquent que les pourcentages des confi-
garations N1, N3 et N5 sont croissants lorsque l'on passe des faibles
aux fortes activités, contrairement à N2 et N4.

Ceci nous permet de conclure que le fait de construire les pièces
habitables au-dessus d'un espace d'air (vide sanitaire, cave...) ainsi
que de ventiler celui-ci peut être un moyen efficace de réduction de la
concentration de Radon dans ce logement.

1.6-INFLUENCE DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Leur responsabilité étant très souvent mise en cause dans le pro-
blème du Radon, nous avons cherché à mettre en évidence le rôle qu'ils
peuvent y tenir. Cette analyse n'a cependant pas permis de conclure
à ce sujet. Nous pouvons seulement constater que leur nature influe
peu sur les niveaux d'activité mesurés dans les habitations de la ré-
gion étudiée. De même, aucune corrélation n'a encore pu être déterminée
entre l'activité et l'année de construction de la maison, ceci pour
cette même région.

1.7-CONCLUSION DE L'ÉTUDE GLOBALE

Cette première étude nous a permis de mettre en évidence les faits
suivants :

- La nature du sol sur lequel est construite la maison est, dans
le cas étudié, le paramètre prédominant à l'origine du phéno-
mène (nature géologique, perméabilité du sol à l'air, concen-
tration en Radon des pores du sol ...).
- La ventilation intérieure des logements et le comportement des
occupants interviennent beaucoup dans son évolution.
- Le niveau des pièces par rapport au sol semble, lui aussi,
avoir une importance non négligeable dans ce problème.
- La littérature spécialisée mentionne généralement l'action des
conditions météorologiques sur les concentrations mesurées, cet-
te action a été ici prise en considération car les 180 habita-
tions ont été testées simultanément.

2 - ETUDE DETAILLEE DE CAS

Comme nous l'avons expliqué précédemment et d'après certains faits
que nous allons mettre en évidence, nous avons réalisé une étude qua-
litative qui a mis en évidence les faits suivants :

- Etude de l'influence du paramètre météorologique, c'est-à-dire
vérification de la reproductibilité des mesures dans le temps
pour une pièce et un comportement donné.
- Etude des différences éventuelles de concentration entre les
pièces d'une habitation, à comportement et à conditions météo-
rologiques donnés, c'est la reproductibilité des mesures dans
l'espace.

Pour ce travail, nous avons réalisé des mesures dans des maisons
non occupées (le paramètre comportement est fixé), construites sur
terre-plein, l'une vers 1850 puis rénovée vers 1960, l'autre en 1965.
Ces deux habitations se situent dans le quartier Q5 de la zone géolo-
gique n° 1. Les appareils utilisés pour ces mesures permettaient d'ob-
tenir les concentration du Radon du 218 Po ainsi que les énergies alpha
potentielles du Radon, du Thoron et totales. Un appareil a été placé
dans toutes les pièces de chaque maison, au cours de deux périodes suc-
cessives, comme l'indique la figure 9.

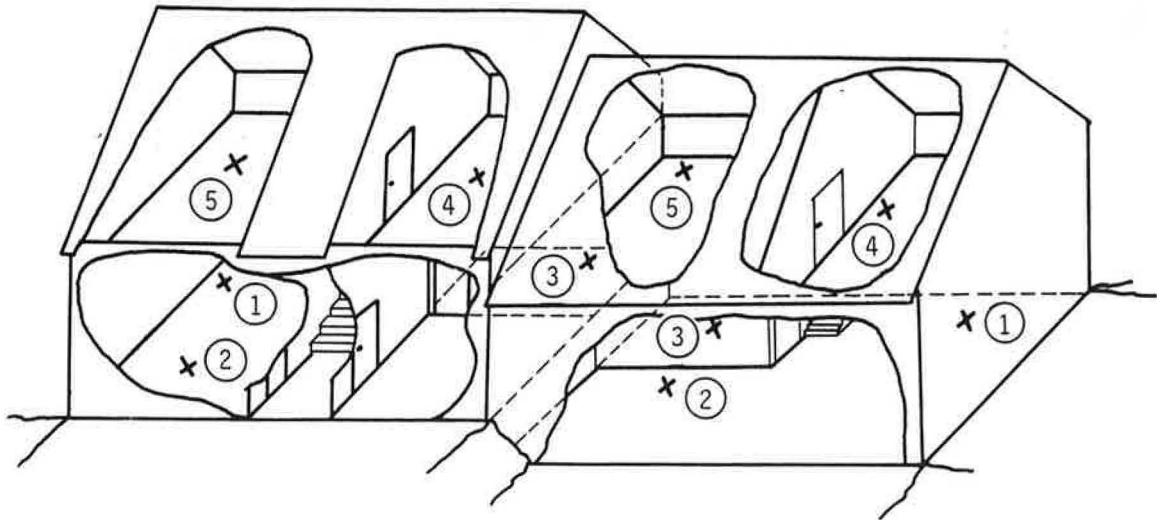


Fig. 9 - Répartition des dosimètres dans les maisons.

Ces suivis expérimentaux montrent que :

- Les mesures de Radon ne sont pas reproductibles dans le temps; pour une même pièce, deux mesures successives donnent des différences considérables. Le comportement étant le même, ceci ne peut être dû qu'aux variations de conditions météorologiques influant sur la ventilation.
- Les mesures de Radon ne sont pas reproductibles dans l'espace; en effet, des mesures effectuées simultanément dans deux pièces voisines d'une même maison donnent des résultats très différents.

Cette étude met en évidence certains problèmes inhérents à ce type de travaux et montre surtout la complexité du problème, compte tenu du nombre de paramètres à prendre en considération.

3 - IL EXISTE DES SOLUTIONS POUR CONSTRUIRE SUR UN SOL RADIOACTIF

A l'issue de cette étude, nous pouvons définir un certain nombre de critères de salubrité qui peuvent être présentés pour les constructions sur sols jugés "à risque".

Sont favorables à une réduction de la concentration en Radon (et descendants) dans une habitation :

- une ventilation suffisante et efficace des pièces habitables;
- la présence d'un espace ventilé (vide sanitaire, par exemple) sous la dalle basse de la maison et une bonne étanchéité de celle-ci.

Ces deux règles fondamentales nous conduisent à des exemples de constructions saines, comme celui représenté figure 10, inspiré d'un modèle suédois

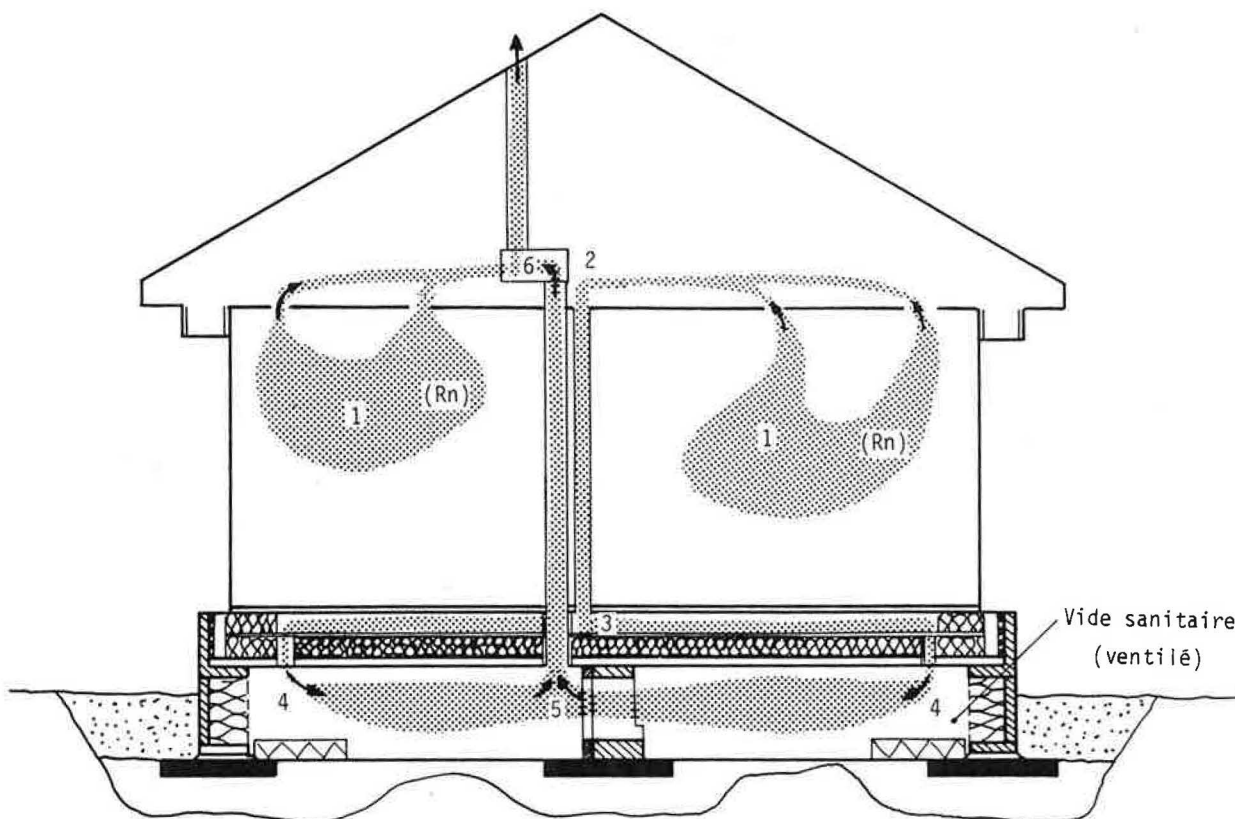


Fig. 10 - Exemple de construction saine sur un site favorable au Radon.

Ce type de solution peut paraître en contradiction avec un certain nombre de règles établies depuis quelques années à propos des "économies d'énergie". Cependant, il faut savoir que ces deux problèmes ne sont pas incompatibles, nous ne préconisons pas un taux de renouvellement d'air élevé, mais plutôt, une "ventilation équilibrée", assurant un balayage homogène des volumes, sans "zones mortes".

De plus, un système de récupération de chaleur sur l'air extrait des pièces habitables est ici tout à fait envisageable.

Dans le cas de l'habitat existant, des solutions sont possibles. Pour une construction sur terre-plein, une étanchéité de la dalle basse conduit à des réductions de concentration; pour une construction sur sous-sol, nous pouvons préconiser le type de solution présenté figure 11.

Il faut cependant préciser que ces figures ne présentent que des principes de solutions qui restent à expérimenter.

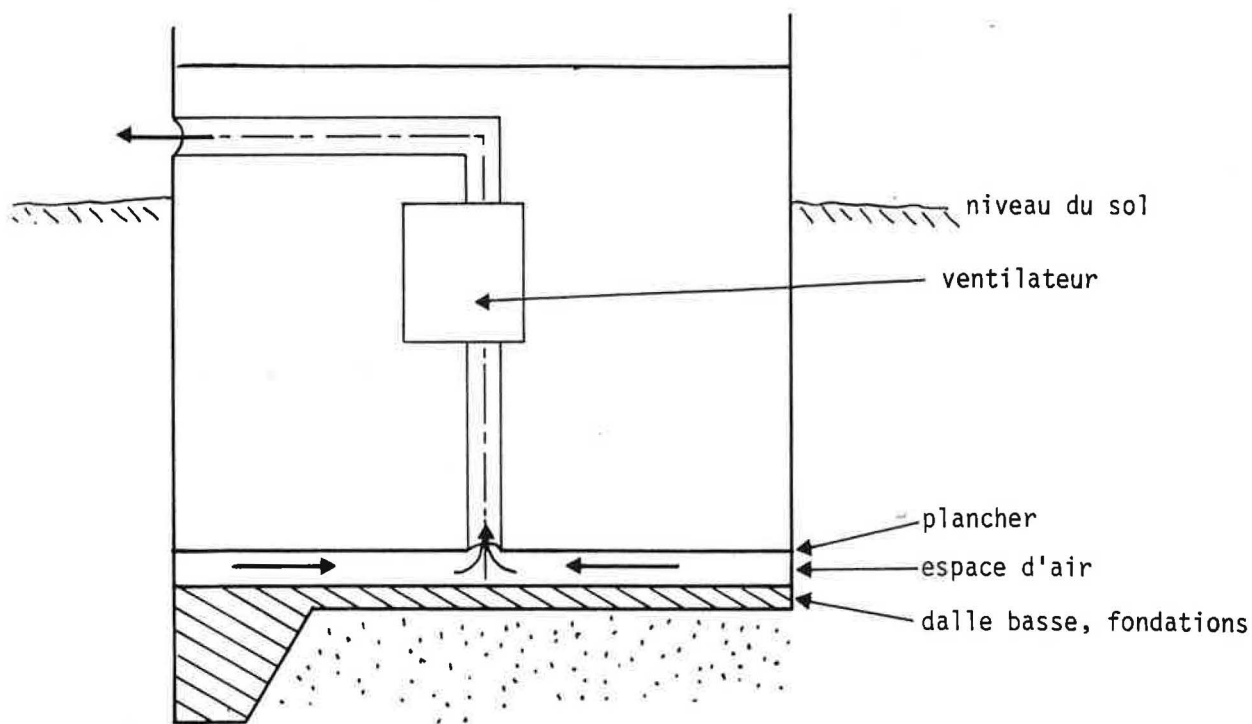


Fig. 11 - Construction sur sous-sol.



LA RADIOACTIVITE NATURELLE ET LE RADON

La radioactivité est le processus par lequel le noyau de certains atomes instables émettent de façon spontanée un rayonnement en se désintégrant. Ces atomes se caractérisent alors par les noyaux produits, appelés descendants immédiats, et par le rayonnement émis lors de la désintégration.

Dans son environnement naturel, l'être humain est constamment exposé à des rayonnements ionisants. Il faut différencier les effets externes dûs aux rayonnements cosmiques et terrestres, et les effets internes dûs aux substances radioactives incorporées dans le corps humain.

Le Radon, radionucléide gazeux de la série de décroissance de l'uranium 238, est inhalé; c'est pourquoi on le trouve avec ses produits de désintégration dans les poumons, et surtout dans les bronches.

La formation du Radon se fait en deux étapes. Dans un premier temps, le Radon formé par décroissance radioactive des atomes de Ra-226 présents dans les particules du sol ou les matériaux, est libéré par celles-ci, puis gagne les pores du sol ou du matériau remplis d'air. Dans un deuxième temps, le Radon diffuse à travers ces pores et gagne l'atmosphère. Aussitôt, il se désintègre pour donner ses descendants. Au moment de leur formation, ceux-ci se trouvent sous forme d'ions, souvent de charge positive. Une partie d'entre eux se fixe sur les molécules de faibles dimensions (vapeur d'eau, gaz ambiant). Le reste, fixé ou non, disparaît de l'air ambiant par diffusion sur les parois. La vitesse de désintégration d'une substance, c'est-à-dire le nombre de désintégrations élémentaires par unité de temps, est qualifiée d'activité et notée en Becquerels [Bq].

L'activité par unité de volume est désignée par le terme d'activité volumique. Elle se mesure en $[Bq.m^{-3}]$, c'est elle qui permet de décrire l'activité par volume d'air ambiant d'un local.

Chaque désintégration s'accompagne de l'émission d'un rayonnement, celui-ci est caractérisé par une énergie émise dans un volume pris comme unité. Elle se mesure en $[Joule.m^{-3}]$.