



**HAL**  
open science

## L'interface Habitat / Habitant : quand le lieu de vie est porteur de maladie - Le cas du radon en PACA

Sandra Perez, Pierre Hebel, Pierre Sicard, Cassandre Lê, Gilles Maignant,  
Camille Renou, Edmond Cissé, Pascal Staccini

### ► To cite this version:

Sandra Perez, Pierre Hebel, Pierre Sicard, Cassandre Lê, Gilles Maignant, et al.. L'interface Habitat / Habitant : quand le lieu de vie est porteur de maladie - Le cas du radon en PACA. Les Interfaces : enjeux de Nature, de Sciences et de Sociétés, Sandra Perez, May 2012, Aix-en-Provence, France. pp.02007, 10.1051/shsconf/20120302007 . hal-01283177

**HAL Id: hal-01283177**

**<https://hal.science/hal-01283177>**

Submitted on 9 Mar 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## L'interface Habitat / Habitant : quand le lieu de vie est porteur de maladie - Le cas du radon en PACA

S. Pérez<sup>1</sup>, P. Hebel<sup>2</sup>, P. Sicard<sup>3</sup>, C. Lê<sup>1</sup>, G. Maignant<sup>1</sup>, C. Renou<sup>3</sup>, E. Cissé<sup>4</sup> et P. Staccini<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> UMR ESPACE 7300, Université de Nice-Sophia-Antipolis, 98 Bd. Ed. Herriot 06204 Nice Cedex, France

<sup>2</sup> CHU de Nice - Hôpital de Cimiez, DIIM, 4 avenue Reine Victoria, BP. 1179, 06003 Nice, France

<sup>3</sup> ACRI-ST, 260 route du Pin Montard, BP. 234, 06904 Sophia Antipolis Cedex, France

<sup>4</sup> LabSTIC Santé - UFR de Médecine, Faculté de Médecine, 28 avenue de Valombrose, 06107 Nice, France

**Résumé.** Les préoccupations sont croissantes pour étudier les liens entre des conditions environnementales spécifiques et la fréquence de certaines pathologies. Nous proposons d'analyser ici le lien présupposé entre une exposition au radon et le cancer du poumon. Le radon, est un gaz radioactif d'origine naturelle (issu de la désintégration naturelle de l'uranium présent dans la croûte terrestre et plus particulièrement dans certaines formations géologiques). A partir du sol et de l'eau, le radon se diffuse dans l'air (exhalation) et se trouve, par effet de confinement, à des concentrations plus élevées à l'intérieur des bâtiments qu'à l'extérieur. Les descendants solides du radon sont alors inhalés avec l'air respiré et se déposent dans le poumon. Il est établi par diverses études scientifiques que le radon a un impact non négligeable sur certains cancers, notamment du poumon (augmentation de 16 % du risque de cancer du poumon par tranche de 100 Bq/m<sup>3</sup>), et des cancers digestifs *via* la consommation d'eau qui s'est chargée en radon au contact du socle. Le nombre annuel de décès par cancer du poumon attribuable à l'exposition domestique au radon en France métropolitaine varie entre 1 200 à 3 575 en fonction des relations exposition-réponse utilisées. Plusieurs régions en France se caractérisent par une problématique radon reconnue et étudiée depuis longtemps (Bretagne, Massif central, Corse). Or, si le radon ne recouvre pas l'ensemble de la région PACA, certaines zones géographiques sont particulièrement concernées et méritent d'être étudiées : le Massif des Maures dans le Var, du Mercantour dans les Alpes-Maritimes et du Briançonnais dans les Hautes-Alpes. La région PACA est une des régions de France et d'Europe les plus touchées par la pollution atmosphérique principalement due à l'augmentation du trafic routier et des contributions de régions industrialisées telles que la vallée du Pô, l'Etang de Berre... ainsi qu'au climat méditerranéen chaud. Du fait de cette caractéristique, le radon a souvent été relégué au second plan par rapport aux polluants les plus communs. Néanmoins, il a été établi que le radon du fait de ses spécificités (accumulation en milieu intérieur, gaz naturel inodore) représente un risque trop souvent négligé à prendre en compte de toute urgence dans certaines zones.

Les approches épidémiologiques incluent désormais une dimension géographique pour explorer et décrire les territoires à la recherche d'hypothèses (exposition - maladie), ou bien encore pour évaluer les résultats des décisions prises pour en diminuer l'importance.

En 2011, la France comptait 365 500 nouveaux cas de cancer, dont 27 500 cas de cancers du poumon. Les cancers sont en augmentation de 35 % chez les hommes et de 43 % chez les femmes depuis les années 1980 [1]. Selon l'AFSSET, notre environnement conjugué à notre style de vie, sont les principales causes de cette augmentation. Ainsi, après le tabagisme, le radon est le deuxième facteur de risque de cancer du poumon dans le monde, provoquant selon l'OMS des dizaines de milliers de décès annuels. « Les estimations actuelles concernant la proportion de cancers du poumon qui sont attribuables au radon oscille entre 3 % et 14 % en fonction de la moyenne de concentration du radon dans chaque pays et des méthodes de calculs. En France, il est estimé qu'environ 13 % des 27 500 décès (soit environ 3 575 décès) par cancer du poumon observés annuellement seraient attribuables à l'exposition au radon » [1]. Au-delà du coût humain, le coût d'un cancer du poumon pour la société et le système de santé a été estimé approximativement à un million d'euros, et la durée

de vie moyenne probable avec un cancer du poumon déclaré serait de 454 jours [2]. Or, un cancer du poumon dû à une exposition au radon serait un cancer évitable, dans le sens où on peut s'en prémunir facilement, il suffit pour cela d'aérer 10 minutes son logement le matin (accumulation du radon durant la nuit), et le soir (accumulation du radon durant la journée). Mais, encore faut-il pour cela savoir que l'on est exposé, car le radon est un gaz qui passe inaperçu (inodore).

Le radon représente en fait la deuxième source de radiation ionisante à laquelle l'homme est soumis, après les expositions médicales, c'est un gaz radioactif exhalé naturellement par certaines formations lithologiques de la croûte terrestre. La majeure partie du radon présent dans un bâtiment provient donc directement du sol, le reste de l'eau domestique, des matériaux de construction et de l'air extérieur. Lorsque le radon parvient dans l'atmosphère il se dilue dans l'air pour arriver à des concentrations très faibles. Cependant, la présence d'un bâtiment en surface empêche cette dilution. En effet, une dépression au niveau du plancher est engendrée par le tirage thermique du bâtiment (différence de température induisant une différence de pression). Cette dépression entraîne un mouvement d'air du sol vers l'habitation, et ainsi crée une aspiration du radon vers l'intérieur du bâtiment, c'est ce que l'on qualifie de

transfert convectif. Une fois parvenu dans le bâtiment, le radon va s'accumuler dans l'air selon la fréquence et la durée des aérations. En effet, la concentration en radon va dépendre fortement de sa dilution dans l'air ainsi que de la force de la dépression. Le but étant de faire baisser cette concentration en renouvelant le maximum d'air le plus souvent possible et en évitant que l'intérieur du bâtiment soit dans un état de dépression. C'est pourquoi en plus d'une bonne aération, la présence de certains aménagements peut efficacement faire baisser le taux de radon dans une habitation (vide sanitaire, systèmes de ventilation, système d'aération basse) [3].

Le volume de gaz mesuré dans un bâtiment dépend donc en grande partie du sol sur lequel est construit celui-ci, c'est ce qui constitue l'aléa.

## 1 Les données environnementales

### 1.1 L'aléa radon en PACA

Nous sommes partis de l'étude réalisée en 2004 par le BRGM qui a permis d'identifier les zones à forte potentialité d'émission en radon en PACA (carte de susceptibilité à l'échelle du 1/250 000) en fonction de la nature lithologique des terrains (granite, gneiss, grès, leptynites, basalte) que l'on trouve dans les massifs cristallins (Massif des Maures, du Mercantour, et dans le Briançonnais), et qui constitue l'aléa. La valeur moyenne de susceptibilité calculée pour chaque département indique que le département du Var présente le niveau moyen le plus élevé, suivi des départements des Hautes-Alpes et des Alpes-Maritimes :

nom du département	valeur maximale	valeur moyenne
VAR	13	5,7
HAUTES-ALPES	12	5,6
ALPES-MARITIMES	12	5,3
ALPES DE HAUTE-PROVENCE	12	4,9
BOUCHES-DU-RHONE	7	3,8
VAUCLUSE	7	3,5

Ces résultats (valeurs moyennes, maximales, minimales, écart-type) sont également indiqués pour chacune des communes de la région, ils définissent 4 niveaux d'aléas, qui vont de 1 à 4. 1 pour le niveau le plus faible et 4 pour le niveau le plus fort.

Si la majorité des sols en PACA est d'origine sédimentaire (calcaire, argile, conglomérats), 11 % des sols sont d'origine endogène, ils sont situés dans le Nord-est, et Sud-ouest du territoire. Des mesures de concentrations du radon ont été effectuées dans les six départements de la région, de 1997 à 2000, par l'IPSN et la DDASS de chaque département. Ainsi, sur les 1715 points de mesures, 21 % dépasse le seuil de 100 Bq/m<sup>3</sup>, dont 12 % se situe entre 100 et 200 Bq/m<sup>3</sup>, 6 % entre 200 et 400 Bq/m<sup>3</sup>, 2,5 % entre 400 et 1 000 Bq/m<sup>3</sup> et enfin 1 % présente des valeurs supérieures ou égales à 1 000 Bq/m<sup>3</sup> [4]. La carte ci-dessus détermine la susceptibilité d'émission du radon dans la région PACA, en fonction des sols et donc de leur teneur en Uranium-238, ainsi que des facteurs géologiques qui pourraient augmenter les émanations de radon (failles,

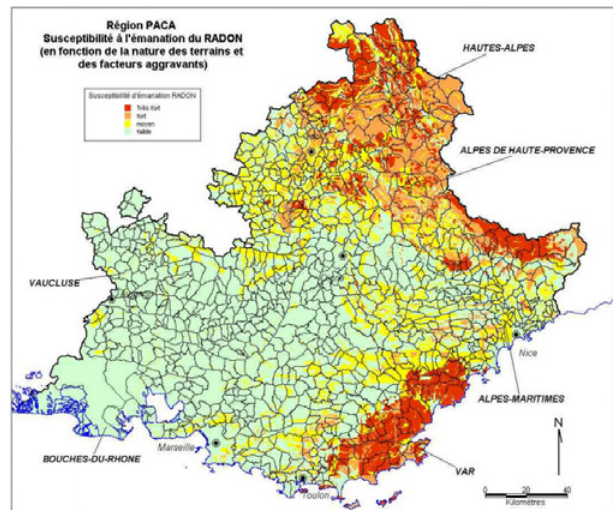


Fig. 1. Carte de Susceptibilité à l'émission du radon en PACA (Source : BRGM, 2004).

etc...). Il en ressort que les principales zones présentant de forts potentiels d'émission de radon sont : la moitié sud-est du Var (Massif des Maures, de l'Estérel), l'est et le nord des Alpes-Maritimes (Mercantour), l'est et le nord-est des Alpes-de-Hautes-Provence (Préalpes), ainsi que la moitié est des Hautes-Alpes (Briançonnais).

### 1.2 La vulnérabilité

Elle est étudiée grâce à la base de données TOPO® de l'IGN qui contient une description vectorielle 3D (structurée en objets) de tout le bâti. Pour l'objet de notre étude nous avons sélectionné le bâti « indifférencié » qui correspond aux bâtiments de plus de 20 m<sup>2</sup>, de type (selon la nomenclature de la base) : habitation, bergerie, borie, bungalow, bureaux, chalet, bâtiments d'enseignement, garage individuel, bâtiments hospitaliers, immeubles collectifs, lavoirs couverts, musée, prison, refuge, et villages de vacances.

Puis, sous environnement SIG nous avons croisé l'information « aléa radon » avec celle du bâti, afin de connaître le nombre et la localisation des habitations en PACA qui reposent sur des couches géologiques à plus ou moins forte exhalation en radon. Nous nous sommes affranchis de l'hétérogénéité des différents découpages des données en passant du mode vecteur au mode raster.

Comme la concentration en radon diminue au fur et à mesure qu'il monte dans les bâtiments, le bâti a donc été classé en deux intervalles de hauteur :

- 1- 0 à 7 mètres : classe correspondant aux maisons de plain-pied ou avec un étage,
- 2- 7 à 12 mètres : classe correspondant aux maisons de village et aux petits immeubles.

La carte obtenue, donne une idée de la répartition du bâti dans les différents aléas, elle révèle une prédominance du bâti de type pavillonnaire, qui, dans les zones à fort aléa met en contact plus directement les habitants avec le socle, ce qui amplifie le risque.

La carte suivante quantifie la part du bâti pour chaque niveau d'aléa.

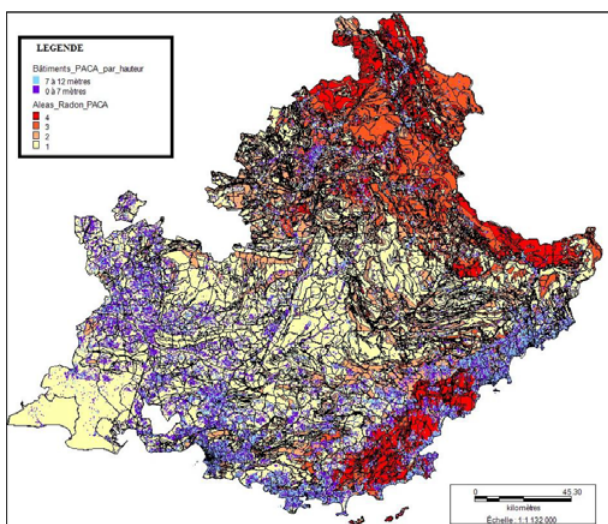


Fig. 2. Aléas radon et hauteur du bâti en PACA.

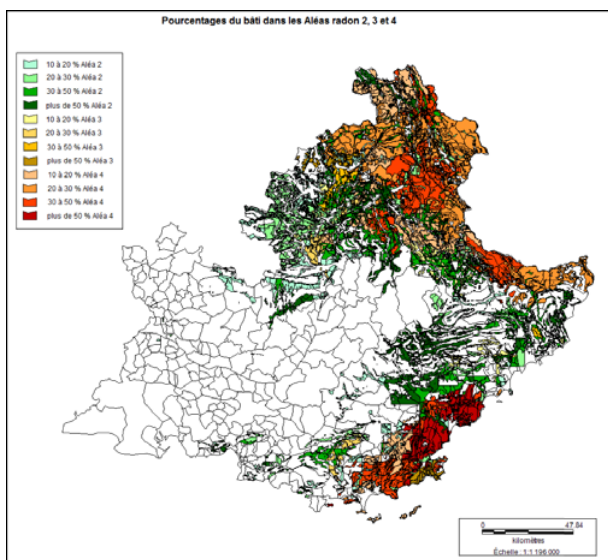


Fig. 3. La part du bâti par niveaux d'aléa radon.

A la lecture de la figure numéro 3 nous constatons que dans les Massifs des Maures et de l'Estérel plus de la moitié du bâti repose sur un socle de type aléa 4 radon. Dans le Mercantour et les Hautes-Alpes entre 20 et 50 % du bâti sont en aléas 4 ou 3, tandis que plus de 50 % du bâti est en aléa 2 au niveau du Verdon.

Le risque sanitaire lié à l'exposition au radon est un risque à long terme. Le degré de risque dépend principalement de la teneur en radon de l'air et de la durée de l'exposition.

### 1.3 Radon et risque sanitaire

Ce gaz a été reconnu comme substance cancérigène par le CIRC en 1987. De nombreuses études concernant le radon menées tout d'abord sur des populations de mineurs, puis sur la population générale, ont mis en évidence une relation entre le risque d'apparition de cancer du poumon et l'exposition professionnelle ou domestique au radon. Le

radon serait ainsi la première cause d'apparition de cancer du poumon chez les individus non-fumeurs, tandis que chez les fumeurs la conjonction tabac/radon multiplierait par 27 la probabilité de développer un cancer du poumon.

Les études menées sur les cohortes de mineurs ont montré qu'il y avait une association significative entre le risque de cancer du poumon et l'exposition cumulée au radon, avec une relation effet-dose [5]. Cependant, la population étudiée étant soumise à des concentrations beaucoup plus fortes que la population normale, il reste difficile d'extrapoler les résultats obtenus sur les mineurs à la population générale. Il ressort tout de même de ces études l'existence d'un effet inverse du débit de dose, autrement dit une exposition prolongée même à de faibles niveaux de concentration est plus dangereuse en termes de risque d'apparition de cancer du poumon qu'une exposition courte à forte concentration [5].

Au point où nous sommes parvenus de l'analyse il est temps de faire appel aux données sanitaires afin de pouvoir comparer des taux de cancers du poumon avec la vulnérabilité que nous venons d'étudier. Mais, comme nous allons le voir, il s'agit là d'une procédure, qui pour de multiples raisons est loin d'être simple.

## 2 Problématique des données de Santé

### 2.1 L'Histoire d'une difficulté annoncée

Il existe, en France, de nombreuses sources de données de santé de finalités, usages, et formats différents, parfois de primes abords incompatibles.

Nous distinguons les sources de données majeures, historiques et de nature initiale médico-économique, qualifiées également de « recueils permanents », des sources de données spécifiques à un besoin précis (registre, collection de prélèvement, cohorte, enquête, réseaux sentinelles...).

Les premières bénéficient, de par leur nature et leur destination, d'une structuration technique et organisationnelle importante, d'une pérennisation financière et d'une collaboration institutionnelle majeure.

Les autres types de données sont de nature temporelle et spatiale plus restreinte, souvent liés à des volontés de constitution, besoins et financements locaux. Elles répondent à des besoins très ciblés et constituent sur leur domaine des sources très précises. Du fait de ces spécificités, leur interopérabilité avec les sources de données majeures s'avère complexe à mettre en œuvre, mais souvent indispensable.

#### 2.1.1 Diversité

L'Assurance Maladie dispose de deux sources de données majeures : les données de consommations de soins hors établissements de santé, i.e. les consultations de médecine de ville, et les prescriptions médicamenteuses retirées en pharmacie, ainsi que les données se rapportant aux affections dites de « longue durée » (ALD) actuellement au nombre de 30, nécessitant un traitement prolongé et

une thérapeutique coûteuse, et prises en charge à 100 % (tumeur maligne, sclérose en plaques, AVC invalidant, mucoviscidose, VIH, ...).

Les **données hospitalières** dites du **Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information** (PMSI) concernent les soins prodigués en établissements de soins publics ou privés. Les bases PMSI sont constituées et gérées par l'Agence Technique de l'Information sur l'Hospitalisation (ATIH) à partir des données d'hospitalisation collectées, vérifiées, éventuellement corrigées, et remontées mensuellement par les Département d'Information Médicale (DIM) des établissements hospitaliers.

Les **données d'urgences** sont collectées et gérées par des groupements d'urgentistes sur d'autres modèles structurés (relativement proches des données PMSI), prenant en compte les spécificités de la nature d'urgence de l'intervention médicale. Ces bases sont, par exemple, gérées par l'Observatoire Régional des Urgences pour la région Provence-Alpes Côte d'Azur (ORU PACA), mais n'ont pas à ce jour atteint un niveau de couverture complet des services d'urgence de la région.

Citons également la **base de données de mortalité** constituée par le Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de Décès (CépiDc) de l'Inserm à partir des certificats de décès. Il s'agit de bases et statistiques dont le niveau d'exhaustivité est très élevé, de même que son niveau de confidentialité.

### 2.1.2 Sensibilité

L'extrême sensibilité de ces données et l'importance, également historique et constitutionnelle, que l'on attache à la protection de la vie privée imposent que l'accès à ces données soit conditionné par la description précise d'un projet décrivant leur exploitation dans le détail, les finalités de cette utilisation, et que la plus-value scientifique de leur exploitation soit démontrée. De nombreux organismes tels que le Comité de Protection des Personnes (CPP), le Comité Consultatif sur le Traitement de l'Information en matière de Recherche dans le domaine de la Santé (CCTIRS), ou la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL) sont garants d'une demande d'utilisation de données de santé conforme à la loi et à l'éthique.

### 2.1.3 Difficultés

Il n'existe pas, à l'heure actuelle en France, de dossier unique du patient, ni de base unique ou de système d'intégration de bases issues de champs différents, couvrant tous les domaines de la santé, et dont la complémentarité apporterait une richesse inestimable notamment en recherche épidémiologique et en Santé Publique. Des tentatives de rapprochement et d'interopérabilité de systèmes et de données (Dossier Médical Personnel), des études pilotes [6] ont eu lieu ou sont en cours d'élaboration au niveau national comme au niveau européen (Projet Ravel, ANR), mais la complexité du domaine, la diversité des champs d'applications de ces données et leurs historiques rendent cette interopérabilité complexe à mettre en œuvre.

La plupart des bases « permanentes » (excepté les toutes jeunes bases de données d'urgences) précitées ont

un historique très ancien et n'ont pas été conçues à l'origine avec une optique épidémiologique, mais dans un but essentiellement médico-économique, axées sur la gestion des décomptes et remboursements des prestations, dispositifs médicaux et substances médicamenteuses.

Ces bases évoluent avec les besoins comptables de plus en plus fins, mais également au gré des découvertes scientifiques, des modifications de pratiques médicales et des lois. Cela induit des modifications de codifications, prises en compte avec plus ou moins de rigueur ou de bonnes connaissances et de rapidité, impliquant parfois des écarts ou un manque d'homogénéité territorial ou dans le temps.

Ces évolutions de règles et de codifications nécessitent donc d'habiles manœuvres techniques pour l'exploitation de ces données et une réflexion posée pour leur interprétation.

### 2.1.4 Règles et lois

Le respect scrupuleux des règles et des lois est un point très important dans le domaine de la Santé. A titre d'exemple, la constitution d'une cohorte de patients où l'utilisation de données de patients (issues de leur dossier et non de bases anonymisées) dans le cadre d'un protocole de recherche sont soumis à déclaration aux organismes (CPP, CCTIRS, CNIL...) et nécessitent le **consentement éclairé écrit du patient**. Le non-respect de ce dernier point, un oubli de signature ou de retrait du dossier du protocole en cas de rétractation du patient est passible de 45 000 euros d'amende et 3 ans de prison ferme pour le responsable de l'étude (Article 1126-1 du Code de Santé Publique).

### 2.1.5 Avancer

Il est primordial de bien connaître les limites des données que l'on manipule afin d'éviter toute erreur d'interprétation des résultats obtenus.

Et ce d'autant plus que nous sommes amenés à détourner l'usage initial des données pour en tirer des informations pertinentes dans un cadre prédéfini et précis (comme par exemple utiliser des données à vocation médico-économiques pour amorcer une étude épidémiologique, comme cela est le cas de la présente étude sur le radon en PACA).

Bien souvent, il est nécessaire de créer ses propres sources de données à partir des données existantes, en améliorant leur qualité, leur précision, leur portée et/ou leur échelle. Chaque objectif détermine l'orientation des traitements à réaliser et la méthode à utiliser.

Il a ainsi été établi qu'il était possible d'améliorer la qualité et la précision des données en les croisant avec d'autres sources de données issues de bases spécifiques. Les limites des bases PMSI sont connues, et peuvent être partiellement levées ou contournées. L'utilisation d'un procédé de chaînage des séjours, permet de « suivre » l'historique d'un patient (levée partielle de l'anonymisation) au lieu de se contenter de travailler sur des « séjours isolés ». La mise en place de cette technique ne peut se faire que par et avec l'accord de l'ATIH. D'autres méthodes consistent à rapprocher les données PMSI, avec les données de l'Assurance Maladie [7], avec les données issues des laboratoires d'anatomo-pathologie ayant

identifiés et qualifiés la nature des échantillons de tissus tumoraux prélevés [8] ou avec un registre de cancer dont les informations sont très précises. Néanmoins, ces méthodes restent pour l'instant de portée assez locale, car dépendantes soit des laboratoires d'anatomo-pathologie, soit de l'existence d'un registre. Les travaux du groupe Oncepi (Observatoire épidémiologique Rhône-Alpes en oncologie), développant une méthodologie d'estimation des cancers à l'échelle infranationale par l'application à des régions ne disposant pas de registre, d'une modélisation effectuée sur une région disposant d'un registre, offre une perspective également très intéressante [9].

## 2.2 Les données du projet

Nous avons utilisé les données du Résumé de Sortie Anonyme (RSA) du PMSI dans le champ dit Médecine Chirurgie et Obstétrique (MCO). Ce sont les données médico-économiques standardisées enregistrées en établissement de santé public et privé.

Parmi toutes les données disponibles dans le PMSI nous nous sommes intéressés aux données suivantes :

- code géographique PMSI d'origine du patient,
- année et mois de séjour du patient,
- sexe et âge du patient,
- code diagnostic principal ou secondaire (associé ou relié),
- organe atteint par le cancer (extraction des cancers du poumon, et des cancers digestifs dans un 2<sup>e</sup> temps).

Le recours aux données PMSI se justifie par le fait :

- que la région ne possède pas de registre des cancers. En effet, seuls 20 % de la population française sont couverts par un registre de ce type.
- que même si elle ne suffit pas à elle seule pour une bonne appréhension de la géographie du cancer, c'est une des sources de données la plus exhaustive grâce à un codage en constante amélioration, la plus étendue de par sa couverture nationale complète et la plus facilement accessible par les établissements de santé.

### 2.2.1 Le Résumé de Sortie Anonyme

Entre l'entrée et la sortie du patient, plusieurs Unités Médicales (services) sont sollicitées. Chaque UM fournit un Résumé codifié. L'ensemble de ces résumés sont compilés par un programme de regroupement et d'anonymisation fournissant en sortie un **Résumé de Sortie Anonyme** (RSA).

La précision des informations contenues dans le RSA est fortement dégradée (dans l'optique d'une utilisation épidémiologique) puisque :

- la date de naissance devient un âge en années,
- Les dates d'entrée-sortie deviennent une année et un mois de sortie, ainsi qu'une durée de séjour (il est donc impossible de travailler sur des phénomènes de courte durée puisque la précision est supérieure au mois),
- L'adresse du patient devient un code géographique équivalent à un code postal ou un regroupement de codes postaux pour les communes les moins peuplées, de manière à obtenir des zones de plus de 1 000 habitants,

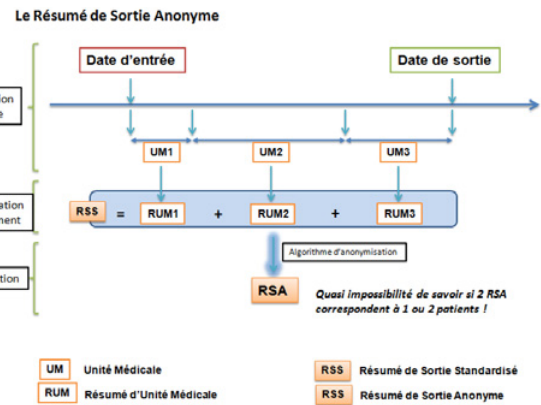


Fig. 4. Etapes de constitution du RSA.



Fig. 5. Enregistrements restructurés du RSA.

- le diagnostic principal est celui qui a mobilisé le plus de ressources durant le séjour, règle qui peut s'illustrer par cet exemple un peu extrême : un patient qui est hospitalisé pour des vertiges causés par une tumeur cérébrale et qui fait dans l'ambulance un arrêt cardiaque nécessitant une intervention lourde à cœur ouvert sera certainement codifié en principal pour l'arrêt cardiovasculaire.

### 2.2.2 Le Résumé de Sortie Anonyme

Partant de la base complète issue de l'ATIH, nous avons retravaillé les tables fournies pour en extraire les enregistrements comportant un code diagnostic de cancer du poumon ou de la trachée.

Les codes diagnostics sont codés selon la nomenclature internationale CIM version 10 (CIM10).

Les codes des pathologies qui nous intéressaient dans le cadre de l'étude Radon sont inspirés de la méthodologie DAC (Description de l'Activité en Cancérologie) mise au point par l'AP-HP.

Le fait de travailler sur des séjours et non des patients identifiés, induit une surestimation de la population.

Afin d'évaluer cette surestimation, nous avons distingué les séjours (hospitalisation), des séances (radio et chimiothérapie) qui constituent un ensemble de RSA fonction du nombre de séances nécessaires.

Pour la période allant de 2006 à 2010, en Paca :

- Volume initial des données : >7 Go.
- Environ 9,8 millions d'enregistrements pour près de 25 millions d'enregistrement diagnostics.
- Près de 300 000 enregistrements uniques après traitements et regroupements, relatifs au cancer du poumon et de la trachée, soit plus de 500 Mo de données de santé finales à analyser.

Rappel : il ne s'agit pas de patients, mais de séjours ! 2 séjours peuvent être attribués à 2 patients distincts ou

au même patient. L'anonymisation effectuée en amont par l'ATIH ne permet pas cette distinction.

### 2.2.3 Perspectives

Des méthodes d'estimation du nombre de patients par rapprochement avec d'autres sources de données (CPAM, registres) existent mais, si elles sont relativement précises, elles sont dépendantes de ces sources de données et ciblées sur certaines pathologies. Plus on tente généraliser une méthode, plus on risque de perdre en précision.

Nous avons opté pour une autre perspective à court terme fondée sur un modèle de discrétisation des données du PMSI à partir de certaines informations contenues dans les RSA, utilisé dans le cadre d'une confrontation entre les données du PMSI et celles du Programme National de Surveillance du Mésothéliome (PNSM) [10]. L'algorithme sera amélioré mathématiquement, de manière à relativiser la surestimation du nombre de cas induit par la nature anonyme du séjour.

### 2.3 Echelle géographique PMSI

Nous sommes contraints à une échelle géographique spécifique pour le traitement géographique des données du PMSI.

Pour des raisons de confidentialité, le code postal a été jugé insuffisant par l'ATIH pour garantir un niveau d'anonymisation suffisant.

Certaines communes ont donc été regroupées en Zones Géographiques afin d'obtenir un seuil de population suffisant (>1 000 habitants) pour garantir la confidentialité des données individuelles et de santé.

Le résultat de ce travail de recueil des données sanitaires, est la carte ci-dessous. Elle représente les écarts entre les moyennes de séjours hospitaliers pour un cancer du poumon dans les différentes zones PMSI de PACA par rapport à la moyenne nationale des séjours pour ce type de cancer.

La carte révèle que la grande majorité des zones PMSI de PACA présentent des moyennes supérieures, voire largement supérieures à la moyenne nationale. Est-ce que ces écarts correspondent aux plus forts niveaux de radon ? Il convient d'être prudent dans l'interprétation de ces résultats. Dans les niveaux d'aléas les plus forts (3 et 4) les écarts à la moyenne nationale varient entre +20 et +100 %. Mais nous observons également des écarts tout aussi importants, voire plus importants pour l'aléa 2, cela est peut être dû à un effet inverse du débit de dose comme énoncé précédemment ? Enfin, des écarts à la moyenne nationale apparaissent également élevés dans des zones PMSI qui ne sont pas *a priori* impactées par le radon, signe que d'autres facteurs étiologiques sont liés au cancer du poumon, tel que le mode de vie, ou/et bien d'autres polluants d'origine cette fois atmosphérique (proximité avec les industries pétrochimiques de l'étang de Berre).

Il convient à présent d'évaluer l'exposition au radon à laquelle la population est réellement soumise dans les aléas de type 2, 3 et 4, et ce par le biais d'une campagne de mesures qui débutera en janvier 2013. Un questionnaire viendra compléter les mesures faites par les dosimètres afin de savoir par exemple depuis quand les personnes

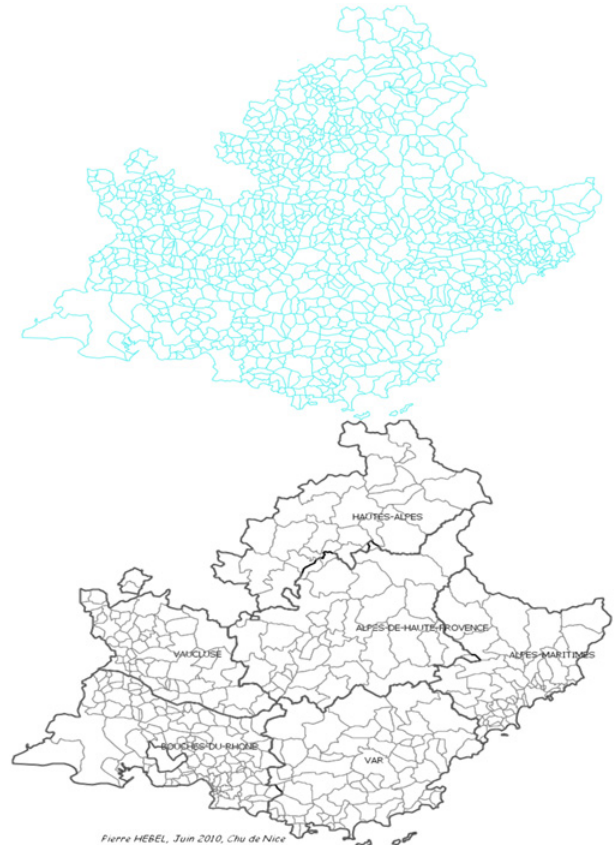


Fig. 6. Du découpage communal au découpage PMSI.

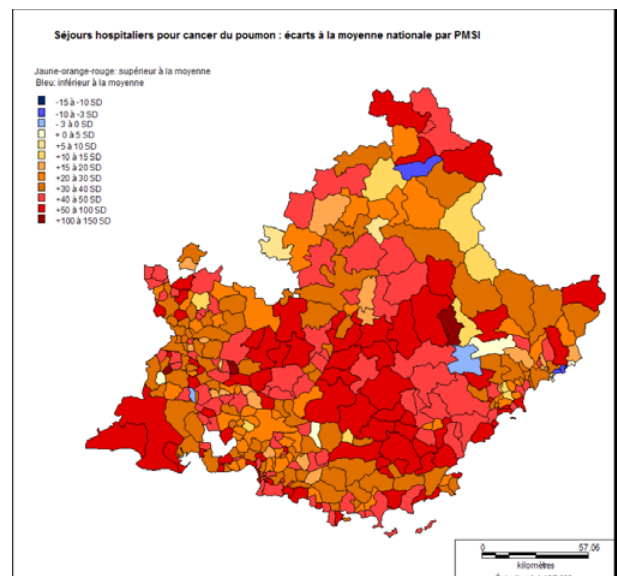


Fig. 7. Comparaison des moyennes de séjours hospitaliers pour un cancer du poumon par zone PMSI à la moyenne nationale.

habitent dans leur logement (aléa 2, exposition chronique, effet inverse du débit de dose ?).

L'exposition de la population au radon est la conséquence de nombreux facteurs qui bien entendu interagissent entre eux, et qui sont liés à la composition des sols nous l'avons vu, mais aussi à la qualité du bâtiment (âge, construction, matériaux, présence de fissures...), aux habitudes de vie des occupants (chauffage, aération...), ainsi qu'à leur mode de vie (fumeur, ou non-fumeur). Par conséquent, seules

des campagnes de mesures peuvent apporter une précision suffisante sur les doses auxquelles sont soumis les habitants d'un lieu.

Enfin, si l'exhalation naturelle du radon est invariante, les usages de la population peuvent dans un proche avenir évoluer car face au prix de l'énergie de plus en plus élevé, une tendance au confinement l'hiver peut se faire sentir, confinement qui peut se prolonger l'été par l'usage de la climatisation.

Remerciements : Merci au Dr. Y. Gendreyke et à V. Casanova pour leur disponibilité et leur aide.

Remerciements au Cancéropôle PACA pour le soutien financier apporté dans la réalisation de ce projet de recherche.

## Références

1. Rapport AFSSET, Cancers et environnement, Juillet 2009, 72p.
2. Horvath S, 2006. Coût économique et social du radon, IFSPM de l'Université de ZURICH.
3. L. Leleyter, B. R. (2010, Mars 13). Concentration en radon dans une maison du Calvados. *Comptes rendus mécanique*, pp. 139-145.
4. M. Terrier, D. T. (2004, Novembre). *Identification des zones à forte potentialité d'émanation en radon dans la région Provence Alpes Côte d'Azur*. BRGM.
5. B. Melloni, F. B. (2005, Mai 16). Le radon : un agent carcinogène pulmonaire professionnel et domestique. *Rev Mal Respir*, pp. 571-575.
6. Y. Kudjawu, C. Caserio-Schönemann, A. Guillet, J. Nicolau, A. Musset, J. Rudant, A. Danzon, *BEH* **5-6**, 81-84 (2012).
7. Y. Kudjawu, J. Rudant, E. Decool, A. Danzon, I. Gremy, A. Musset, J. Nicolau, *InVS*, (2012).
8. M. Tittton, C. Binquet, M. Vourc'h, L. Martin, F. Girodon, C. Quantin, *Santé Publique* **2008/5 20**, 411-423 (2008).
9. N. Bossard, F. Gomez, L. Remontet, Z. Uhry, F. Olive N. Mitton, S. Polazzi, AM. Schott, B. Trombert, M. Colonna, *BEH* **5-6**, 77-80 (2012).
10. B. Geoffroy-Perez, E. Imbernon, A. Gilg Soit Ilg, M. Goldberg, *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique* **54-6**, 475-483 (2006).