LA SANTÉ ET LE CLIMAT APRÈS UNE ANALYSE DES ADMISSIONS HOSPITALIÈRES D'INDIVIDUS AVEC TUBERCULOSE À PORTO (2000-2007)

MONTEIRO A.[1], SOUSA C.[2], VELHO S.[3] et CARVALHO V.[4]

[1] *Université de Porto - Géographie /ISPUP, Via Panorâmica s/nº, 4150-564 Porto, Portugal, 00351919698402, anamonteirosousa@gmail.com*
[2] *Université de Porto, Project PTDC/SAU-ESA/73016/2006 - Géographie /ISPUP, Via Panorâmica s/nº, 4150-564 Porto, Portugal, 00351914149054, cmiguelix@gmail.com*
[3] *Université de Porto, Project PTDC/SAU-ESA/73016/2006 - Géographie /ISPUP, Via Panorâmica s/nº, 4150-564 Porto, Portugal, 00351914149054, sara.velho@gmail.com*
4 Université de Porto, Project PTDC/SAU-ESA/73016/2006 - Géographie /ISPUP, Via Panorâmica s/nº, 4150-564 Porto, Portugal, 00351918235406, carvalho.vania@gmail.com

Résumé : *À Porto, la tuberculose est plus fréquente que la moyenne de l'UE selon le rapport de la Direction Générale de Santé et son recul de baisse est très lent. Lisbonne et Porto sont les agglomérations ayant les taux d'incidence les plus élevés (60% des cas du pays à elles deux). Entre 2000 et 2007, on dénombre 21.274 cas d'hospitalisation à Porto soit 10% des résidents. Cet article se consacre à l'étude des types de temps, de la température, des précipitations, du vent, de la pollution atmosphérique et des conditions socio-économiques, facteurs responsables de la propagation de cette maladie qui était considérée comme éradiquée au Portugal dans les années 70. À Porto, les taux les plus élevés de tuberculose correspondent aux les lieux où vivent les personnes les plus vulnérables du point de vue géographique et socio économique ce qui montre l'importance des recherches sur les relations santé/injustice sociale/risques environnementaux.*

Mots-clés : *tuberculose ; Porto ; climat ; PM_{10} ; condition socio économique.*

Abstract: ***Health and climate: analysis of hospital admissions with tuberculosis at Porto (2000-2007).***
The tuberculosis incidence in Portugal is higher than in the EU and its decline rate is very slow. The towns of Lisbon and Porto record the highest incidence rate (60% of the national cases for the two of them). Between 2000 and 2007 Porto had 21,274 cases of hospital admissions with TB (i.e. 10% of Porto inhabitants). This paper analyses weather types, temperature, precipitation, wind, air pollution and socio-economical conditions, responsable factors for the spread of this disease, which was considered eradicated in Portugal since the 70s. In Porto, the highest rates of tuberculosis are associated to places where most vulnerable people live. It shows that research on relationships between health, social injustice and environmental risks is of importance.

Keywords: *tuberculosis ; Porto ; climate ; PM_{10} ; socio-economical condition.*

Introduction

Les taux de tuberculose au Portugal est beaucoup plus élevé que dans la moyenne de l'UE et, selon le rapport de la Direction Générale de Santé (DGS, 2010), le rythme de baisse est très lent (DGS, 2010 - UE=16,7/00 ; Portugal =24/00). La menace globale vient surtout de la tuberculose multi résistante qui, chaque année concerne plus de 440 000 nouveaux cas alors qu'elles ne seraient diagnostiquées et traitées que dans 10% des cas et qu'elle provoque la mort de plus de 150 000 personnes/an.

La tuberculose est une maladie contagieuse et sa propagation dépend surtout de: i) l'existence d'une infection active ; ii) l'environnement ; iii) la réceptivité de la personne exposée à l'inhalation d'organismes aéroportés. Parmi les facteurs environnementaux qui accroissent le risque de transmission, on peut rappeler : i) la présence d'une personne atteinte de tuberculose active qui n'est pas traitée efficacement ; ii) l'exposition de personnes susceptibles à un malade contagieux dans un espace fermé relativement restreint ; iii) une ventilation inadéquate qui entraîne une dilution ou une élimination insuffisante des noyaux de gouttelettes infectieux ; iv) le recyclage de l'air contenant des noyaux de gouttelettes infectieux ; v) la durée de l'exposition.

Les individus atteints de tuberculose, lorsque qu'ils toussent, éternuent ou parlent, injectent dans l'air une certaine quantité de particules infectieuses. Une fois dans l'air, ces particules

infectieuses sont répandues dans l'ensemble de l'environnement par les courants d'air et peuvent être inhalées par une autre personne. Les particules émises sont suffisamment grosses pour être interceptées par l'appareil respiratoire de la personne qui les inhale mais celles qui restent en suspension dans l'air se déshydratent et leur taille diminue jusqu'à ce qu'elles mesurent mois de 5µg et cette peuvent échapper au système de défense des voies aériennes supérieures et des bronches et atteindre les alvéoles pulmonaires, et c'est à ce niveau que l'infection peut se produire.

La bibliographie sur ce sujet met en évidence une diminution importante de cette maladie dans les pays développés et les cas existants sont souvent associés avec les noyaux de privation économique, sociale et morale ou à des groupes à risque comme les drogués. Ce qui est beaucoup plus inquiétant qu'on ne le pensait en particulier dans les pays développés, c'est l'évolution à partir de ces noyaux spécifiques de pauvreté c'est l'apparition de nouveaux centres de contamination et l'apparition de vecteurs multi résistants contre lesquels la plupart des citoyens ne sont pas immunisés. Le risque commence à émerger en particulier dans les grandes zones urbaines des pays développés et en développement, cela semble être le cas au Portugal.

En termes de répartition géographique Lisbonne et Porto sont les deux villes plus importantes et les districts ayant les taux d'incidence les plus élevé - ensemble, représentent 60% des cas. Entre 2000 et 2007, la GAMP (Grande Area Métropolitaine de Porto) tenait plus de 80000 cas de tuberculose et Porto a eu 21274 cas d'admissions hospitalières, soit près 10% du total des résidents à Porto (Fig.1 et 2).

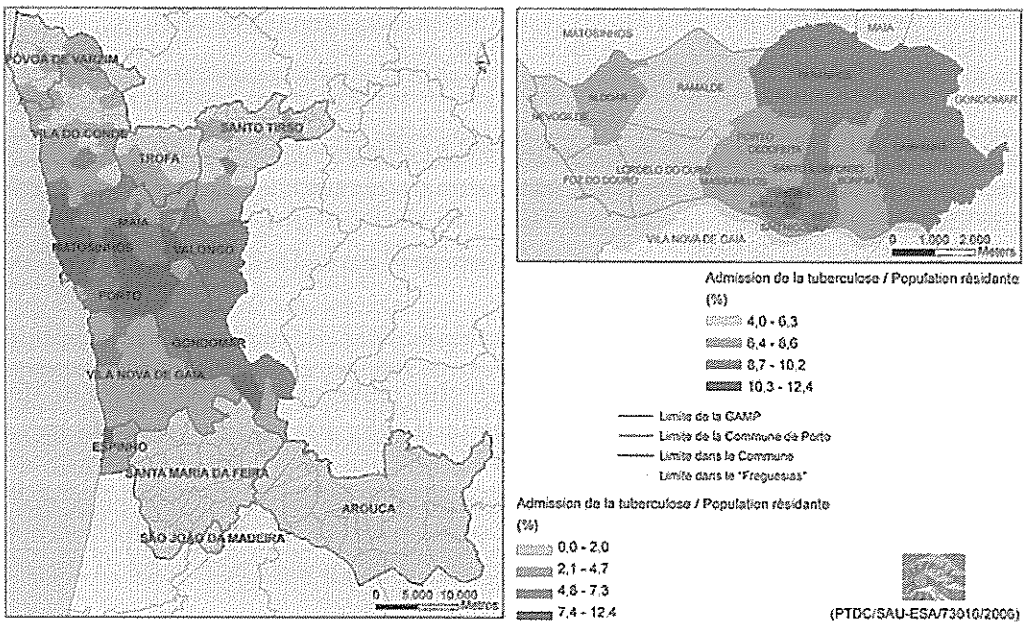

Figure 1 : Distribution des cas déclarés de tuberculose à GAMP et à Porto (2000-2007). Sources : IGEO- CAOP (2008) ; ACSS (2000-2007) - Les hôpitaux S. João, Sto. António, Stos. Silva, Pedro Hispano, Espinho ; INE - Recenseamento Geral da População (2001)

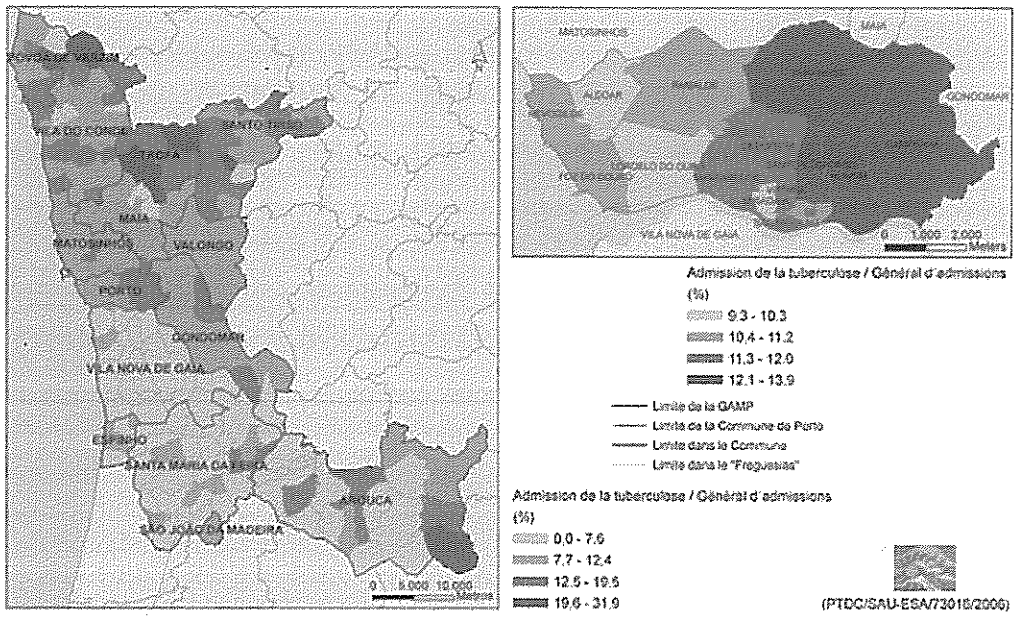

Figure 2 : Distribution des cas déclarés de tuberculose à GAMP et à Porto relativement aux totaux de admissions (2000-2007)

1. Méthodes

Nous avons réunit et analysé des données sur les admissions quotidiennes pour tuberculose dans les 5 plus grands hôpitaux de la GAMP - Santo António, S. João, Pedro Hispano, Santos Silva et Espinho. Sur les 2 920 jours analysés nous avons essayé d'évaluer et comprendre l'importance des 21 274 cas qui résidaient à Porto parmi la totalité des cas de la GAMP (Fig.1 et 2). Nous avons réalisé une lecture intégrée du comportement de cette maladie du point de vue temporel et spatial.

Dans la dimension temporelle, nous avons considéré les combinaisons avec la température, l'humidité relative, le vent, la (in)stabilité atmosphérique, la qualité de l'air, etc. (Fig. 3 et 4).

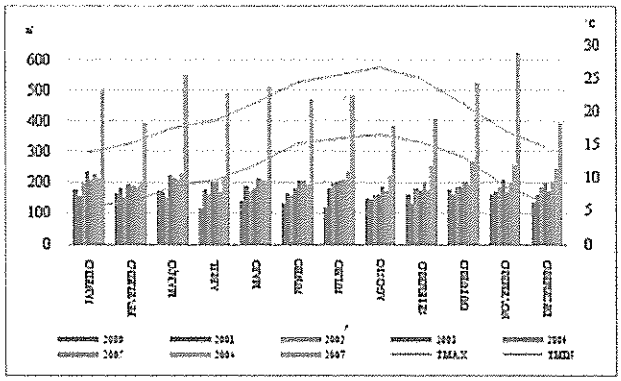

Figure 3 : Admissions hospitalières avec tuberculose à Porto et la température (2000-2007).

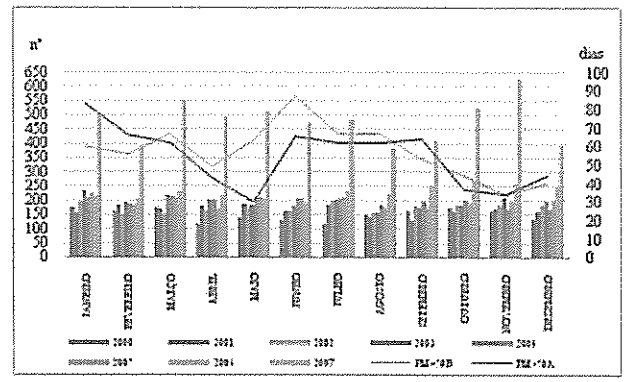

Figure 4 : Admissions hospitalières avec tuberculose à Porto et les concentrations de PM10> 50µg/m3 en jours avec stabilité et instabilité atmosphériques (2000-2007)

Comme il y a une grande différence dans la méthode d'enregistrement des données entre 2000-2006 et 2007 nous avons analysé ces deux périodes séparément. (Fig. 5).

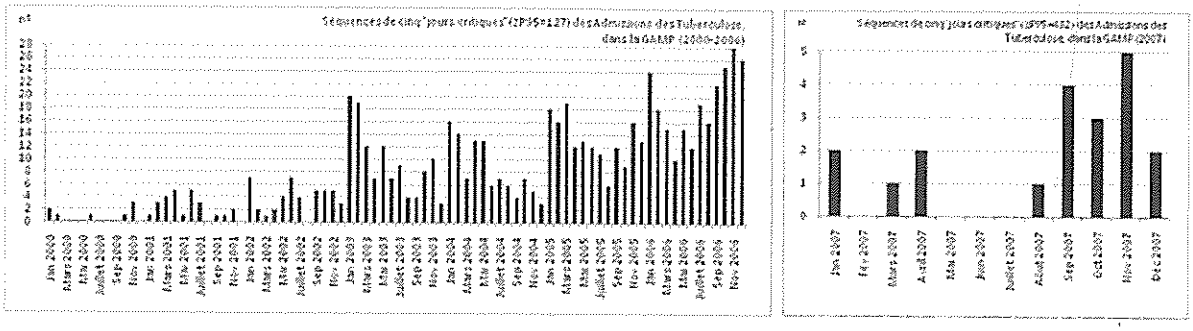

Figure 5 : Séquences critique de cinq jours avec un total au dessus de 127 cas (2000-2006) et 432 cas (2007).

Comme prévu, la matrice de corrélation créée pour comparer les comportements des variables climatiques, qualité de l'air et le nombre d'admissions à la tuberculose s'est révélée peu utile pour montrer quelques évidences sur les rythmes associables potentiels qui nous imaginions peut-être surtout aux moments où la température était beaucoup plus baisse, l'humidité était plus élevée, la stabilité atmosphérique avait une certaine persistance et la concentration de PM_{10} était très élevé. Cependant, comme cette relation de causalité n'est pas évidente nous avons décidé, après analyse les données sur les admissions quotidiennes pour cause de tuberculose pendant les 8 années, de sélectionner des groupes de «*séquences critiques*» - une séquence de jours avec un total exceptionnellement élevé (> pourcentile95)- de cas de tuberculose (Fig. 5 et Tableau 1 et 2).

Tableau 1 : Comportement des températures pendant les séquences de tuberculose les plus sévères.

TB - Tuberculose	
Séquences plus sévères	**Températures extrêmes**
Nov.2006	P95Tmax > P95 Tmax (78-07)
Déc. 2006	P5Tmin=P5Tmin (78-07)
	Accident de vague de froid
Oct. 2006	P95Tmax > P95 Tmax (78-07)
Jan. 2006	rien pour enregistrer
Sept. 2006	rien pour enregistrer
Jan. 2003	P95Tmax > P95 Tmax (78-07)
	P5Tmin<P5Tmin (78-07)
Fév.2003	rien pour enregistrer
Mars 2005	P95Tmax > P95 Tmax (78-07)
	P5Tmin < P5 Tmin (78-07)
Nov.2007	P95Tmax > P95 Tmax (78-07)

Tableau 2 : Comportement du climat et de la qualité de l'air pendant les séquences plus sévères

2000	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TB												
Tmax												
Tmin												
P95Tmax												
P5Tmin												
P(mm)												
H.R.												
V.V.												
V.F.												
O.C.												
A.												
C.												
CEP												
PM10												

2001	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TB												
Tmax												
Tmin												
P95Tmax												
P5Tmin												
P(mm)												
H.R.												
V.V.												
V.F.												
O.C.												
A.												
C.												
CEP												
PM10												

2002	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TB												
Tmax												
Tmin												
P95Tmax												
P5Tmin												
P(mm)												
H.R.												
V.V.												
V.F.												
O.C.												
A.												
C.												
CEP												
PM10												

2003	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TB												
Tmax	>	<										
Tmin	=	>										
P95Tmax	>	<										
P5Tmin	>	>										
P(mm)	>	>										
H.R.	<	>										
V.V.	>	<										
V.F.		-										
O.C.	-	-										
A.	68	57										
C.	29	29										
CEP	3	14										
PM10	11	10										

2004	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TB												
Tmax												
Tmin												
P95Tmax												
P5Tmin												
P(mm)												
H.R.												
V.V.												
V.F.												
O.C.												
A.												
C.												
CEP												
PM10												

2005	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TB												
Tmax	>		>									
Tmin	<		<									
P95Tmax	>		<									
P5Tmin	<		<									
P(mm)	<		<									
H.R.	<		<									
V.V.	<		<									
V.F.	-											
O.C.												
A.	90		52									
C.	0		35									
CEP	10		13									
PM10	11		11									

2006	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TB												
Tmax							>		<	>	>	=
Tmin							>		>	>	>	<
P95Tmax							>		<	>	>	<
P5Tmin							>		>	<	>	=
P(mm)							<		>	>	=	>
H.R.							>		>	>	=	<
V.V.							<		<	>	<	<
V.F.							-		-	-	-	
O.C.									-	-	-	-
A.							39		37	29	53	94
C.							42		40	68	40	3
CEP							19		23	3	7	3
PM10							9		5	4	4	7

2007	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TB												
Tmax											>	
Tmin											<	
P95Tmax											>	
P5Tmin											>	
P(mm)											=	
H.R.											<	
V.V.											>	
V.F.											-	
O.C.											-	
A.											83	
C.											17	
CEP											0	
PM10											13	

> Témperature Moyenne (1978-2007);< Témperature Moyenne (1978-2007);=Témperature Moyenne (1978-2007);S -Mal informés;TB - Séquence de "jours critiques" des admissions des Tuberculose;Tmax (ºC) - Moyenne deTempérature maximale;Tmin (ºC) - Moyenne de Témperature minimale;P95Tmax (ºC) - Percentile 95 de Témperature Maximale (1978-2007);P5TMin (ºC) - Percentile 5 de Témperature Minimale (1978-2007); P(mm) - Précipitations;H.R. - L'Humidité;V.V. - vitesse moyenne du vent;V.F. - Vague de froid; O.C.vague de chaleur; A. - % des jours avec Anticyclones; C- % des jours avec Cyclones; CEP - Les marges anticyclonique; PM10 - Nº moyen de jours avec concentration de particules > 50 Ug/m3;

Accident de vague de froid — Accident de vague de chaleur — Séquences extrêmement critique

Dans le vecteur spatial, nous avons ont à essayée de voire s'il y a des liens entre la matrice socio-économique des résidents et les prévalences des cas de tuberculose (Fig.7 et Tableau 3). On a essayé de chercher, en utilisant un système d'information géographique (software ArcGIS), les facteurs géographiques, sociaux et économiques qui peuvent mieux expliquer la distribution des cas de tuberculose à Porto (Fig. 7 et Tableau 3).

Le nombre de variables considérés était supérieur à 30 parmi lesquels figuraient ceux qui peuvent être des indicateurs de risque pour la tuberculose: âge entre 25 et 44 ans; densité de population; l'âge des immeubles; logements à caractère social; % d'immigrantes; % analphabétisme; % chômage; % revenues de aides sociales; altitude; pente; exposition à N, NE et E, etc.

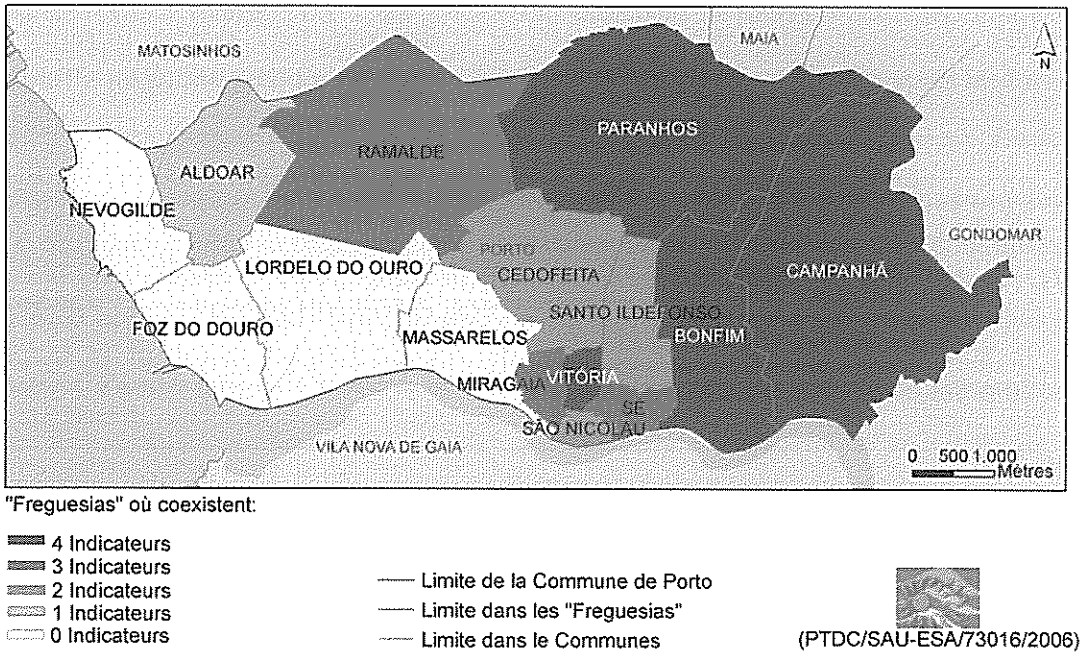

Figure 7 : Facteurs géographiques et socio économiques combinées.

Tableau 3 : Distribution des indicateurs socioéconomiques e bio géophysiques plus importantes.
Les indicateurs examinés sont: **a)** Indicateur *Démographie*: Population résidante de 25 à 34 ans > 4500 (valeurs min. 314 et max. 6777), Population résidante de 35 à 44 ans > 4500 (valeurs min. 320 et max. 6617) et/ou Population résidante plus de 64 ans > 6500 (valeurs min. 617 et max. 9178); **b)** Indicateur *Population immigrants*: Population résidante immigrants (numéro) >300 (valeurs min. 18 et max. 525); **c)** Indicateur *Analphabétisme:* Taux d'analphabétisme de la population résidant > 5 % (valeurs min. 2 et max. 9 %); **d)** Indicateur *Activité*: Taux d'activité de la population résidant < 46 % (valeurs min. 41 et max. 51 %) et/ou Taux de chômage de la population résidant > 11 % (valeurs min. 5,5 et max. 17,5 %); **e)** Indicateur *Source de revenus*: Population résidante avec recherche d'emploi > 3,0 % (valeurs min. 1,4 et max. 4,4 %) et/ou Population résidante avec aide sociale > 0,5 % (valeurs min. 0,1 et max. 1,2 %); **f)** Indicateur *Faible exposition*: Surface dans le Nord et Est exposition > 25 % (valeurs min. 1 et max.41%); **g)** Indicateur *Hypsométrie*: Elevation 101 - 163 m > 40 % (valeurs min. 0 et max.88%).

Freguesias	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)
Aldoar						•	
Bonfim	•	•				•	•
Campanhã	•		•	•		•	
Cedofeita		•					•
Foz do Douro							
Lordelo do Ouro							
Massarelos							
Miragaia			•	•	•		
Nevogilde							
Paranhos	•	•				•	•
Ramalde	•	•				•	
Santo Ildefonso			•				•
São Nicolau			•	•			
Sé			•	•	•		
Vitória			•	•	•	•	

2. Résultats

Sachant que la tuberculose touche principalement les adultes entre 35 et 44 ans vivant dans les plus fragiles conditions économiques et sociales et qu'il y a aussi des contextes climatiques et de qualité de l'air qui peuvent être facteurs de risque, nous avons confirmé que l'occurrence de tuberculose augmentait énormément et était spécialement sévère à l'automne et en hiver et qu'il a eu 8 séquences particulièrement sévères (Tableau 2). Les plus dramatiques se sont produite en Novembre et Décembre 2006, elles coïncidaient avec une vague de froid qui est un phénomène, si défini d'accord à la règle de OMM, très rare à Porto. Les autres cas (2003, 2005 et 2007) se sont également produits en hiver lors de journées avec une légère amplitude thermique supérieure à la normale avec les températures minimales au dessous du percentile 5 et les températures maximales supérieurs au percentile 95 (Tableau 1). La plupart des séquences critiques correspondaient à des situations météorologiques de stabilité atmosphérique et le plus souvent avec une concentration en PM_{10} >50µg/m^3 (Tableau 2).

Il existe une forte relation spatiale entre les régions avec les valeurs plus élevées de la tuberculose (Fig.1) et une combinaison des indicateurs rencontrés pour l'ensemble de variables géographiques, sociales, économiques, climatiques à Porto soumis à l'analyse d'un SIG (Fig.7). Au-delà de l'impact évident de cette maladie dans la moitié orientale de la ville qui est la plus humide et la plus fraîche, nous avons constaté que cette distribution coïncide aussi avec la zone la plus disqualifié du point de vue de l'espace construit et la plus vulnérables du point de vue social et économique.

Conclusion

Nous avons voulu illustrer l'utilité d'une interprétation géographique pour aider à corriger la perspective habituelle d'analyse des questions de santé publique. Seule la reconnaissance de la force explicative d'une lecture intégrée et holistique des composantes physiques et sociales peuvent vraiment aider à comprendre la réalité locale et régionale et conduire à des mesures de politique de santé publique vraiment efficaces. À Porto la diminution de la propagation de la tuberculose doit intégrer le contexte climatique local et régional, l'exposition solaire, la pollution atmosphérique, etc. mais aussi le tissu social et économique à petite échelle. Cette lecture, d'une réalité si complexe, est simplifiée aujourd'hui avec l'aide des SIG correctement alimentés par les données plus précises.

Bibliographie

Besancenot J.-P., 2001 : *Climat et Santé*. PUF Médecine et Société, 126p.

Driver C.R., Macaraig M., McElroy P.D., Clark C., Munsiff S.S., Kreiswirth B., Driscoll J., Zhao B., 2006 : Which patients' factors predict the rate of growth of Mycobacterium tuberculosis clusters in an urban community? *Am J Epidemiol*, **164**, 21-31.

Lopez A.D., Mathers C.D., Ezzati M., Jamison D.T., Murray C.J., 2006 : Global and regional burden of disease and risk factors: systematic analysis of population health data. *Lancet*, **367**, 1747-1757.

OMS, 2009 : *Rapport 2009 sur la lutte contre la tuberculose dans le monde*. Genève, 5p.

Vargas M.H., Furuya M.E., Perez-Guzman C., 2004 : Effect of altitude on the frequency of pulmonary tuberculosis. *Int J Tuberc Lung Dis*, **8**, 1321-1324.