



UFR SCIENCES & TECHNIQUES CÔTE BASQUE



Université de Pau et des Pays de l'Adour

Licence de Biologie des Organismes

LA TOXOPLASMOSE

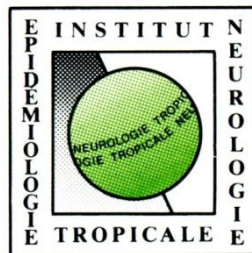
ÉTUDE ÉPIDEMIOLOGIQUE CHEZ LES FEMMES INFECTÉES EN COURS DE GROSSESSE EN LIMOUSIN

LEDIEN Julia

Stage effectué du 5mars au 11 mai 2012 au

Laboratoire de Parasitologie-Mycologie
INSERM UMR 1094 Neuroépidémiologie Tropicale
Facultés de Médecine et de Pharmacie
2 rue du Dr Marcland
87 000 LIMOGES

Sous la direction de Mr Philippe VIGNOLES et de Mme le Pr. Marie-Laure DARDE



«Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'Entreprise ou du Laboratoire d'accueil»

REMERCIEMENTS

Je voudrais remercier M. Pierre-Marie PREUX de m'avoir accueillie au sein de son équipe INSERM.

Je remercie également Mme le Pr Marie-Laure DARDE de m'avoir permis de réaliser mon stage dans son laboratoire de Parasitologie Mycologie et de m'avoir encadrée et conseillée tout au long de mon stage.

Un grand merci à M. Philippe VIGNOLES, mon maître de stage pour sa patience, son soutien et ses conseils judicieux pour mener à bien ce projet.

Merci beaucoup à M. Farid BOUMEDIENE pour son aide précieuse dans mon travail et sa gentillesse.

J'aimerais aussi remercier M. Gilles DREYFUSS de m'avoir permis de m'installer dans son laboratoire.

Merci à MM Daniel AJZENBERG et Bertrand COURTIOUX ainsi qu'à tous les membres de l'équipe TOXO pour leur soutien et leurs conseils.

Merci également à Adnan, Elie, Faten, Félicité, Karim, Martine, Moustafa, Nadia, Nour, Patcharee, Paula, Rima et Roseline pour leur accueil et leur soutien.

.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	1
SOMMAIRE	2
INTRODUCTION.....	3
MATERIEL ET METHODES	5
1) Constitution de la base de données	5
2) Données INSEE et gouvernementales	5
3) Utilisation de la géographie du Limousin	6
4) Analyse de la base de données.....	7
5) Modélisation	8
RESULTATS	9
1) Étude descriptive de l'échantillon.....	9
2) Étude de la répartition spatiale des cas	10
3) Étude de l'effectif des séroconversions en fonction du temps.....	11
4) Étude climatique	13
5) Adaptation à un modèle sinusoïdal	15
DISCUSSION	17
1) Les séroconversions en cours de grossesse et l'habitat	17
2) La cyclicité annuelle et pluriannuelle des séroconversions	17
CONCLUSION	19
BIBLIOGRAPHIE	20
ANNEXES	21
Annexe 1 : Étude descriptive.....	21
Annexe 2 : Étude géographique des séroconversions en Limousin	25
Annexe 3 : Les séroconversions au cours du temps	28

INTRODUCTION

L'infection par le toxoplasme chez l'homme est généralement bénigne ou asymptomatique mais elle peut causer des atteintes cérébrales et oculaires chez les patients immunodéprimés ou bien s'il y a eu infection congénitale, lorsque la mère est infectée pendant la grossesse.

Au vu du risque encouru par le fœtus, il est indispensable de dépister les femmes enceintes et si elles sont séronégatives, de surveiller toute séroconversion pendant la grossesse. C'est pourquoi, lors de sa première grossesse, une femme doit se soumettre à un test de dépistage pour la toxoplasmose. Si elle est séropositive et donc qu'elle possède des anticorps antitoxoplasmiques, il n'y a pas de risque pour le fœtus. En revanche si elle est séronégative, elle devra faire des tests de dépistage régulièrement tout au long de sa grossesse. En cas de séroconversion en cours de grossesse, les patientes sont généralement traitées par Rovamycine® et si le passage transplacentaire est avéré, elle pourra recevoir un traitement anténatal et son enfant pourra également suivre un traitement postnatal.

En dehors des sérologies mensuelles réalisées chez les femmes enceintes séronégatives, des conseils hygiéno-diététiques leur sont prodigués afin de prévenir l'acquisition de l'infection à partir des différentes sources de contamination par ce parasite ubiquitaire.

Toxoplasma gondii est un parasite protozoaire intracellulaire responsable d'une anthroponose cosmopolite. Le toxoplasme a un cycle hétéroxène facultatif qui comporte une phase sexuée sur son hôte définitif et une phase asexuée sur un ou plusieurs hôtes intermédiaires. Il possède un grand panel d'hôtes intermédiaires car à peu près tous les animaux à sang chaud (homéothermes) peuvent être infectés. Ils hébergent dans leurs tissus (muscles, système nerveux) des kystes contenant des centaines ou des milliers de parasites latents, les bradyzoïtes. En revanche, il est plus spécifique pour son hôte définitif car il ne peut s'agir que d'un membre de la famille des félinés. Il assure la reproduction sexuée du parasite qui aboutit à la formation d'oocystes émis dans ses fèces et dispersés dans l'environnement (eau, terre, végétaux). Les chats se contaminent essentiellement par ingestion de petits animaux, hôtes intermédiaires (rongeurs, oiseaux, ...). Les hôtes intermédiaires peuvent se contaminer soit par ingestion d'oocystes présents dans l'environnement, soit par ingestion d'autres hôtes intermédiaires (cas des carnivores).

Chez l'homme, les sources de contamination sont donc représentées par la viande consommée insuffisamment cuite et par les fruits et légumes souillés par de la terre. La part respective des différentes sources de contamination n'est pas connue. Elle est approchée par des enquêtes évaluant les facteurs de risque ((Cook et al., 2000), (Boyer et al., 2005), (Barbosa et al., 2009), (Avelino et al., 2003)).

La prévalence de la toxoplasmose varie d'une espèce et d'une région à l'autre. En France la séroprévalence humaine était de 54% en 1995 et de 44% en 2003 (Eurosurveillance). Il faut noter qu'il y a néanmoins une forte variation régionale qui est encore mal expliquée.

Nous avons choisi d'évaluer indirectement les facteurs de risque géo-climatiques d'acquisition de la toxoplasmose, en nous intéressant à la population de femmes enceintes infectées en cours de grossesse.

Il est particulièrement intéressant d'étudier les séroconversions chez les femmes enceintes car les dépistages réguliers nous permettent de savoir à quel moment elle s'est infectée par le toxoplasme. Ce n'est pas le cas avec les personnes séropositives car les anticorps sont acquis pour la vie.

Le Limousin est une région assez rurale avec peu de grandes villes. On y compte vingt exploitations agricoles pour mille habitants, soit plus du double de la moyenne nationale (Agreste Limousin). Cette région constitue donc un bon réservoir pour les oocystes dans le sol. D'ailleurs, en Limousin, la séroprévalence est assez élevée par rapport aux autres régions de France. La voie tellurique pour la contamination par le toxoplasme n'est donc pas à négliger dans cette région. On peut, par conséquent, se demander si la ruralité constitue un facteur de risque pour l'acquisition de la toxoplasmose en Limousin.

Les objectifs de cette étude sont de déterminer s'il y a plus de séroconversions en milieu rural qu'en milieu urbain et dans un deuxième temps d'étudier l'évolution des séroconversions au cours du temps pour trouver des facteurs et des modèles expliquant le phénomène.

Après la présentation du matériel et des méthodes utilisées, les résultats seront présentés sous forme d'études permettant la description de l'échantillon et de l'évolution des séroconversions au cours du temps, l'analyse des données de manière spatiale et de l'influence du climat et enfin l'adaptation d'un modèle aux valeurs observées. La dernière partie portera sur une discussion des résultats obtenus, interprétation des tendances observées et comparaison avec certaines études déjà réalisées sur un sujet similaire.

MATERIEL ET METHODES

1) Constitution de la base de données

En France, au début de chaque grossesse, un test de dépistage de la toxoplasmose est réalisé. Si la femme est séropositive, elle n'aura pas à se soumettre à d'autres tests. En revanche si elle est séronégative, elle devra faire des tests de dépistage régulièrement tout au long de sa grossesse. En effet, si la patiente s'infecte au cours de sa grossesse et donc fait une séroconversion, il y a un risque pour l'enfant. Pour chaque séroconversion en cours de grossesse, on effectue une étude sur le liquide amniotique et/ou une analyse du placenta après l'accouchement. Ces analyses sont effectuées par le CHRU de Limoges (au laboratoire de parasitologie) quand les accouchements ont lieu en Limousin. Donc on peut considérer que l'on tend à l'exhaustivité pour les séroconversions en Limousin. Il y a néanmoins quelques femmes qui vont accoucher à Clermont-Ferrand. On dispose donc au CHRU de Limoges d'un dossier médical pour chaque femme ayant fait une séroconversion en cours de grossesse avec l'adresse de cette dernière au moment des examens. Nous allons donc utiliser ces adresses pour déterminer dans quel environnement habite la patiente.

Ce travail a été réalisé en collaboration avec des chercheurs de Marseille qui étudient également l'hypothèse selon laquelle la ruralité constituerait un facteur de risque pour l'infection par le toxoplasme. Pour nous calquer sur leur travail, nous avons choisi la même période temporelle, de 1998 à 2011 et extrait les mêmes informations des dossiers médicaux: les quatre premières lettres du nom qui serviront d'identifiant, l'âge de la patiente à l'accouchement ou à l'interruption de grossesse, le moment de la séroconversion (en semaines d'aménorrhée), le mois calendaire de séroconversion, l'année de diagnostic, la présence d'immunodépression chez la patiente, la prise de traitement par Rovamycine®, la prise de traitement anténatal, la prise de traitement postnatal, la présence de toxoplasmose congénitale, le génotype du toxoplasme s'il y a eu toxoplasmose congénitale, la présence de symptôme chez l'enfant et l'adresse de la mère au moment de la séroconversion.

2) Données INSEE et gouvernementales

D'autres données ont été recueillies, notamment grâce aux sites internet de l'INSEE et du gouvernement: le nombre de naissances annuelle, le nombre et le type de commerces, la population en 1999 dans toutes les communes du Limousin, les données GPS et le réseau d'adduction d'eau (nom de l'installation et nom du responsable de distribution) correspondant à chaque adresse de patiente. J'ai également associé chaque commune du Limousin à son altitude moyenne, sa superficie et sa densité de population.

3) Utilisation de la géographie du Limousin

Pour étudier la répartition des séroconversions dans le Limousin, j'ai travaillé avec un géographe, M. Farid Boumédiène (équipe Geolab, Université de Limoges). Grâce aux outils de cartographie, il a découpé tout le Limousin suivant l'occupation des sols (tissu urbain dense, prairie, zone industrielle...) et associé chaque patiente au paysage qui l'environne. L'unité géographique choisie était à la base la commune mais un découpage plus vaste a été créé : le bassin de vie, notamment en ce qui concernait les commerces. Un bassin de vie est une unité géographique où tous les habitants partagent les mêmes équipements : s'il n'y a pas de supermarché dans une commune les habitants de celle-ci vont faire leurs courses dans la commune voisine.

Nous désirions obtenir les données météorologiques de toutes les communes du Limousin par mois et par année mais cela représentait beaucoup trop de données. Nous avons donc découpé le Limousin en cinq zones climatiques, chacune étant associée à une station météo. Pour cela nous nous sommes appuyés sur une carte du climat en Limousin. La tendance principale est que le climat est à peu près homogène sauf sur le plateau des Millevaches où il pleut plus et où il fait plus froid que dans le reste de la région. Il fallait donc que ce plateau forme une unité géographique à part entière. Des polygones ont été tracés pour découper la région en cinq zones climatiques ayant des caractéristiques de températures et de pluviométries similaires. Les arrêtes de ces polygones ont été placées à équidistance des stations météo voisines (méthode de Voronauï). Nous avons donc choisi les stations météo de Brive, Guéret, Limoges, Peyrelevade et Tulle (*Figure 1-Annexe 2*). Ainsi, Peyrelevade se situe sur le plateau des Millevaches, Brive au sud du plateau. Tulle permet d'observer le dégradé climatique entre le plateau et Brive. Limoges se trouve à l'Ouest et Guéret au nord. Chaque patiente a ensuite été associée à une station météo.

Nous avons ensuite utilisé la méthode des clusters pour estimer l'incidence des séroconversions en cours de grossesse en Limousin. Nous avons besoin du nombre de naissance dans l'unité géographique que l'on utilise (la commune). Cette information n'était disponible que pour la période 2001-2010 par conséquent, nous avons dû restreindre l'étude à ces dix années. En fin de compte, nous avons conservé 177 cas pour faire l'étude. Le fait d'avoir enlevé six cas sans adresses provoque une petite sous-estimation de l'incidence. Si nous voulons comparer notre taux d'incidence à celui d'autres régions de France, il nous faudra le calculer avec les 183 cas.

4) Analyse de la base de données

a- Le SIR

Le SIR (Standardized Incidence Ratio) correspond au nombre de cas observés divisés par le nombre de cas attendu. S'il est supérieur à 1, on a une sur-incidence alors que s'il est inférieur à 1, on a alors une sous-incidence. Pour calculer le nombre de cas attendu, on considère que le Limousin est homogène. On additionne les naissances et les cas de séroconversions des dix années prises en compte. On a alors 177 cas pour 71023 naissances soit 2.49 séroconversions pour 1000 naissances. On détermine ensuite le nombre de séroconversions attendues pour une unité géographique en fonction du nombre de naissance dans celle-ci. Nous avons calculé le SIR par commune mais la grande différence dans le nombre de naissance dans les petites et dans les grandes communes rendait les résultats inexploitable. Nous avons alors calculé le SIR par canton, unité géographique qui découpe une grande commune urbaine et rassemble les petites communes rurales. Nous avons également calculé le SIR entre les communes rurales et les communes urbaines (suivant les critères de l'INSEE) et entre les stations météo.

b- Autres analyses statistiques

J'ai d'abord fait une étude descriptive en utilisant les logiciels R-commander et Excel. L'étude des séroconversions au cours du temps m'a amené à calculer le pourcentage de séroconversions dans les naissances par an. En effet, grâce au pourcentage de séroconversions, on peut comparer des années et des zones indépendamment du nombre de naissances qui varie d'une zone ou d'une année à l'autre.

Une ANOVA et un test *a posteriori* (PLSD de Fisher) ont été réalisés entre les mois de l'année pour étudier la saisonnalité.

5) Modélisation

En étudiant l'évolution des séroconversions pendant la période d'étude (2001-2010), nous avons pu observer l'évolution réelle des séroconversions (SC) au cours du temps (T) et ainsi d'établir un modèle pouvant expliquer au mieux les valeurs observées. L'équation de base est

$$SC = a \sin(k(T - d)) + c \quad (\text{Equation 1})$$

sachant que :

a correspond à l'amplitude des oscillations (en pourcentage de séroconversion)

k correspond à l'intervalle de temps nécessaire pour compter une longueur d'onde, un cycle (en radian année⁻¹)

d correspond au nombre d'unité dont la courbe s'est déplacée vers la gauche ou la droite à partir de sa position initiale (en année)

c correspond au nombre d'unité dont la courbe s'est déplacée vers le haut ou le bas à partir de sa position initiale (en pourcentage de séroconversion)

T correspond au nombre d'année

Pour savoir si les valeurs attribuées aux variables sont proches de la réalité, nous avons utilisé la méthode des moindres carrés. Nous avons ainsi pu calculer la somme des carrés des écarts résiduels (SCE_R) puis la somme des carrés des écarts factoriels (SCE_F) et la somme des carrés des écarts totaux (SCE_T). A partir de ces résultats, nous avons également calculé le coefficient de détermination ($R^2 = \frac{SCE_F}{SCE_T}$) et le coefficient de corrélation ($r = \sqrt{R^2}$).

RESULTATS

1) Étude descriptive de l'échantillon

L'échantillon compte 249 patientes dont 237 avec une adresse identifiable. Ces patientes ont toutes fait une séroconversion en cours de grossesse entre janvier 1998 et mars 2012.

Certaines données n'étaient pas disponibles, notamment pour les adresses, 12 patientes ne les avaient pas renseignées. De même, il y a 3 données manquantes pour l'âge de la mère, 11 pour le mois de séroconversion, 3 pour la présence de symptômes et une pour la prise de traitement postnatal.

L'âge moyen de l'échantillon est de 28,09 ans avec un écart-type de 5,77 et un intervalle de confiance à 0,72. Le maximum est de 44 ans et le minimum de 15 ans, ce qui nous donne une étendue de 29 ans. Les quantiles sont représentés dans le *tableau 1-annexe 1* et la répartition des âges dans la *figure 2-annexe 1*. La boîte à moustache est symétrique donc cette variable semble normale. Ceci est confirmé par la *figure 3-annexe 1* et un test de Shapiro (p -value= 0,5254).

Le mois de séroconversion correspond au mois de l'année où la patiente s'est infectée par le toxoplasme. Chaque mois de l'année est représenté par son numéro calendaire (1-12). Le *Tableau 2-annexe 1* présente l'effectif et la fréquence des séroconversions pour chaque mois de l'année (les années ont été cumulées). Les mois d'août, septembre et décembre sont les mois où il y a le plus de séroconversions en Limousin. A l'inverse, en avril, il y a peu de séroconversions. La répartition des séroconversions au cours de l'année n'est pas homogène, chaque mois ne dispose pas du même risque de séroconversion. Si on calcule la moyenne des séroconversions par mois de 1998 à 2012 (*Figure 4-Annexe 1*), on peut voir, qu'il y a significativement plus de séroconversions en août qu'en avril et en janvier.

Les séroconversions sont étudiées entre janvier 1998 et mars 2012. Les effectifs ne sont pas constants d'une année à l'autre (*Tableau 3-Annexe 1*). Le faible taux de séroconversion en 2012 s'explique par le fait que ces valeurs ne concernent que trois mois de l'année (l'échantillonnage a pris fin en mars 2012). Le faible nombre de séroconversions en 1998 n'est pas normal, il y a sans doute un manque d'exhaustivité pour cette année et peut être aussi pour 1999. 2001 et 2009 sont les années où il y a eu le plus de séroconversions. La *figure 5-annexe 1* représente l'effectif des séroconversions par an.

Sur les 249 patientes, 91,16% (227 patientes) ont suivi un traitement par Rovamycine®, 8,84% (22 patientes) ont suivi un traitement anténatal et 14,06% (35 enfants) ont eu un enfant qui a reçu un traitement postnatal (*figure 6-Annexe 1*)

La proportion d'immunodéprimées dans l'échantillon est de 1,61%, ce qui correspond à 4 patientes (*Figure 7-Annexe 1*).

Parmi les 249 grossesses, 9 ont donné lieu à des enfants ayant des symptômes attribués à la toxoplasmose de leur mère. Cela représente 3,61% des grossesses étudiées. Pour 1,20% des

cas (3 patients), on ignore si l'enfant a présenté des symptômes (*Figure 8-Annexe 1*). Les enfants ne peuvent être symptomatiques que lorsqu'il y a passage du parasite de la mère à l'enfant par voie transplacentaire, c'est-à-dire lorsqu'il y a toxoplasmose congénitale.

Il y a 37 Toxoplasmoses congénitales sur les 249 grossesses donc 14,86% des séroconversions ont permis au toxoplasme de passer à l'enfant (*Figure 9-Annexe 1*).

2) Étude de la répartition spatiale des cas

L'utilisation d'une carte d'occupation sur laquelle on projette les points correspondants aux adresses des patientes nous a permis d'associer chaque séroconversion à un environnement résidentiel. Sur les 45 types de zones proposés par le descriptif, seulement 9 correspondaient à des environnements où il y avait eu des séroconversions (*Tableau 4 Annexe 2*). Si on regroupe ces paysages en trois catégories, on note qu'il y a 110 séroconversions en zone rurale, 13 en zone urbaine dense et 114 en zone urbaine moins dense. Ces valeurs ne peuvent être interprétables que si on les compare au nombre de naissances dans chaque zone mais cela n'est pas possible car une commune peut être découpée en différentes zones. En effet, le tissu urbain continu correspond aux centres des agglomérations et le tissu urbain discontinu à la périphérie des centres des agglomérations. Or nous ne disposons que du nombre de naissances par commune. Seule la méthode des clusters nous permettra de tester s'il y a une différence d'incidence entre différentes zones.

Le calcul du SIR dans chaque canton nous a permis d'obtenir la *figure 10-annexe 2*. Pour chaque calcul de SIR, le canton a été pris en compte indépendamment des cantons qui l'entourent. Aucun des résultats n'est significatif à 5%, nous manquons probablement de puissance statistique. En revanche, on observe une tendance. En effet, les cantons en sur-incidence ne sont pas éparpillés aléatoirement sur la carte, ils sont regroupés entre eux. Ainsi, l'incidence est plus importante sur le plateau des Millevaches. On peut donc estimer que l'existence d'un lien entre la zone d'habitation et les séroconversions est probable.

Le calcul du SIR entre les communes considérées comme rurales ou urbaines par l'INSEE ne permet pas de dire qu'il y a plus de risque de se contaminer en habitant une commune rurale. En effet les SIR étaient de 1,01 pour les communes rurales et 0,99 pour les communes urbaines.

Le SIR a également été calculé pour les différentes zones météo. Comme précédemment, aucun des résultats n'est significatif. On note néanmoins une légère sous-incidence dans la zone météo de Guéret (SIR= 0,75) et une légère sur-incidence dans la zone météo de Tulle (SIR = 1,38). Les zones météo de Limoges (SIR= 0,93), Peyrelevade (SIR= 1,02) et Brive (SIR= 1,15) se calquent sur l'incidence régionale. Le découpage des zones météo était sans doute trop grand pour distinguer des variations plus petites dans chaque zone.

L'étude cartographique nous a permis de mettre en évidence qu'il existe une variable environnementale qui influence l'incidence des séroconversions et donc de la toxoplasmose en Limousin.

3) Étude de l'effectif des séroconversions en fonction du temps

Le but de cette étude est d'observer l'évolution des séroconversions au cours du temps et de déterminer s'il y a une cyclicité des infections.

La *figure 11-annexe 3* représente les courbes superposées des effectifs des séroconversions en fonction du mois de l'année mais comme nous l'avons vu dans l'étude descriptive, le nombre de séroconversions n'est pas le même chaque année (*figure 5-Annexe 1*). Il a donc fallu calculer la proportion qu'apportait chaque mois dans l'année et ce pour toutes les années (effectif du mois x de l'année A/ effectif total de l'année A*100). Ainsi, la *figure 12-annexe 3* nous montre que les courbes, même réajustées, ne se superposent pas. Il n'y a donc pas de cyclicité annuelle très marquée. En revanche, la *figure 4-annexe 1*, représentant le nombre moyen de séroconversions par mois calendaire, montre qu'il y a plus de séroconversions en août qu'en janvier et qu'en avril. De plus, on constate que le mois de mai est le mois le plus fluctuant. Pour nous assurer de la fiabilité de ces observations, nous avons réalisé une ANOVA. L'effectif cumulé des séroconversions entre 2001 et 2011 des différents mois calendaires forme les 12 échantillons qui ont été comparés entre eux. Ainsi, on peut mettre en évidence un effet significatif du mois de l'année (p-value = 0,033). Le test PLSD de Fisher nous a permis de préciser les différences significatives entre les mois. Août apparaît significativement différent des autres mois sauf par rapport à juillet, septembre et décembre. Il y a donc significativement plus de séroconversions en août que dans pratiquement tous les autres mois de l'année. Le mois d'avril est, quant à lui, significativement différent des mois de juillet, août et septembre. Il y a donc significativement moins de séroconversions en avril qu'en juillet, août et septembre. On peut rassembler les mois par groupes de ressemblance et noter la différence moyenne entre les groupes.

GROUPES DE RESSEMBLANCE DES MOIS POUR LES SEROCONVERSIONS EN LIMOUSIN

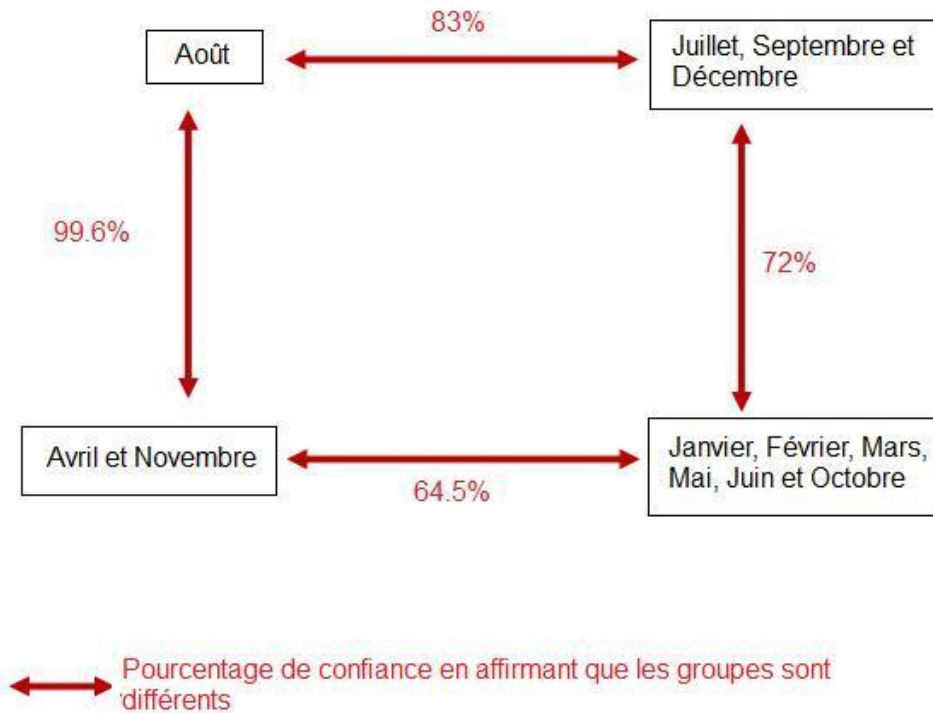


Figure 13 : Groupe de ressemblance des mois calendaires pour les séroconversions en Limousin

La représentation des effectifs des séroconversions en fonction du temps (*Figure 14-Annexe 2*) nous a permis d'observer une tendance qui pourrait s'expliquer par une cyclicité pluriannuelle ou par un biais d'échantillonnage. Cette tendance pourrait également être causée par une variation dans le nombre total des naissances en Limousin. En effet, plus il y a de naissances, plus il y a de potentielles infections toxoplasmique durant la grossesse. Il était donc intéressant de regarder si la courbe des naissances totales en Limousin évoluait de la même manière que celle des séroconversions (*Figure 15-Annexe2*). C'est le cas, sauf pour 2002 et 2006. Le nombre de séroconversions par an est lié au nombre de naissance mais il semblerait que ce ne soit pas la seule explication aux variations observées.

Le calcul du pourcentage de séroconversion dans les naissances par an permet d'avoir des données plus précises. En moyenne, les séroconversions représentent 0,26% des naissances par an avec un maximum de 0,33%, un minimum de 0,18% et une médiane de 0,27%. L'étendue (max-min) est de 0,15%.

En représentant les valeurs des pourcentages de séroconversions seules sur un graphique, l'échelle nous permet de voir de faibles variations qui ne sont pas dues au nombre fluctuant des naissances totales. On observe donc bien cyclicité pluriannuelle des séroconversions en Limousin.

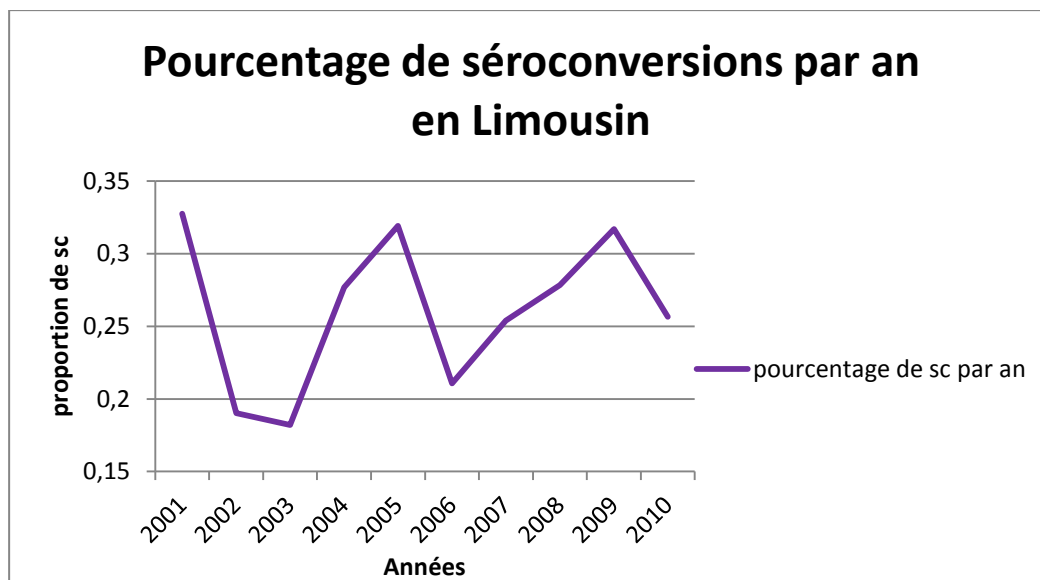


Figure 16 : Evolution du pourcentage de séroconversion par an

4) Étude climatique

Le climat est le premier paramètre environnement que nous avons tenté d'associer aux séroconversions en Limousin. En effet, l'infection par le toxoplasme peut se faire de manière tellurique par le biais d'ingestion d'oocystes présents dans la terre. Ces oocystes sont donc soumis aux aléas climatiques.

Nous disposons des précipitations cumulées et de la température moyenne par mois entre 1998 et 2011. La représentation de ces informations sur un graphique le rendait illisible. Nous avons donc simplifié les données en représentant les précipitations cumulées par an et le pourcentage de séroconversion (*figure 17*) ainsi que les températures moyennes annuelle et le pourcentage de séroconversion (*figure 18*).

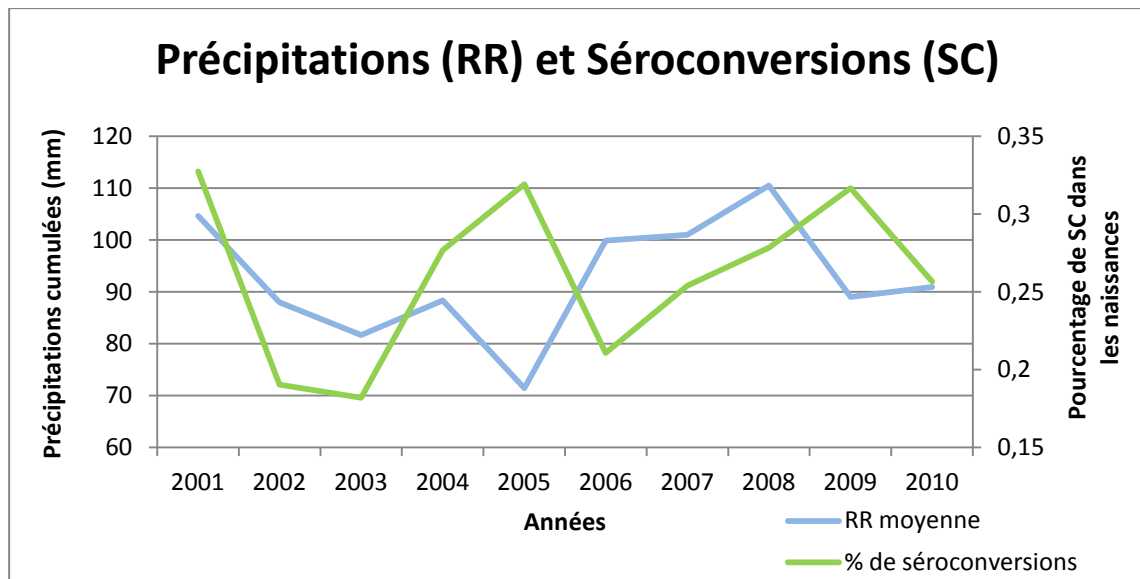


Figure 17 : *Coubes des précipitations et du pourcentage de séroconversions par an*

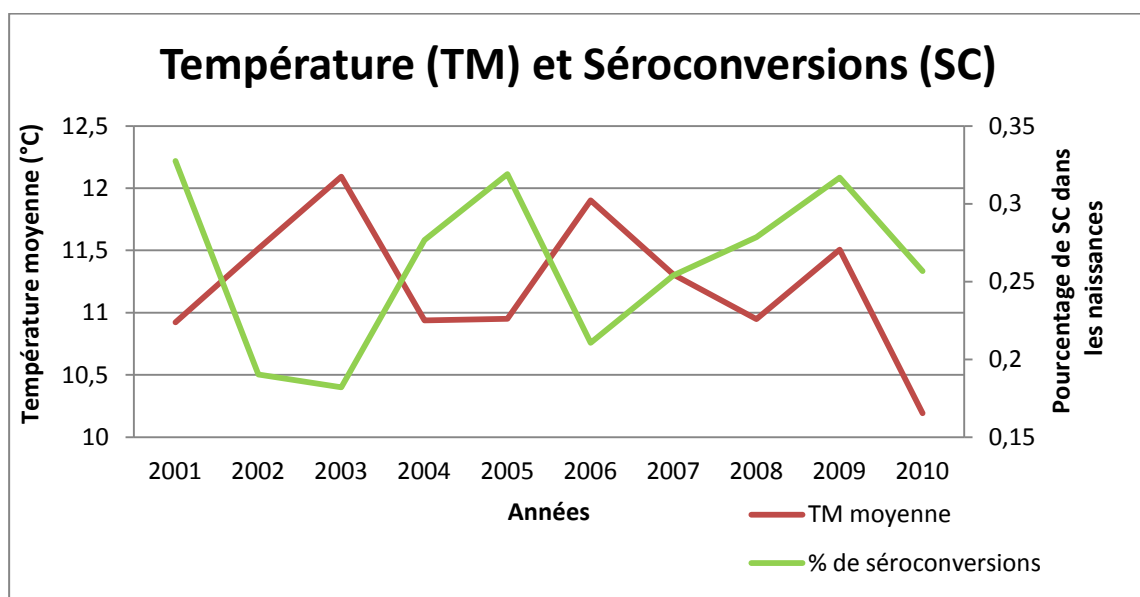


Figure 18 : *Courbes des moyennes des températures et du pourcentage de séroconversion par an*

La courbe des précipitations semble indépendante de celle du pourcentage de séroconversion mais ce n'est pas le cas pour la courbe des températures moyennes. En effet, les courbes des températures moyennes et des séroconversions semblent être en opposition de phase. Pour s'en assurer, nous avons représenté l'inverse des températures moyennes et les pourcentages de séroconversion sur un même graphique (figure 19).

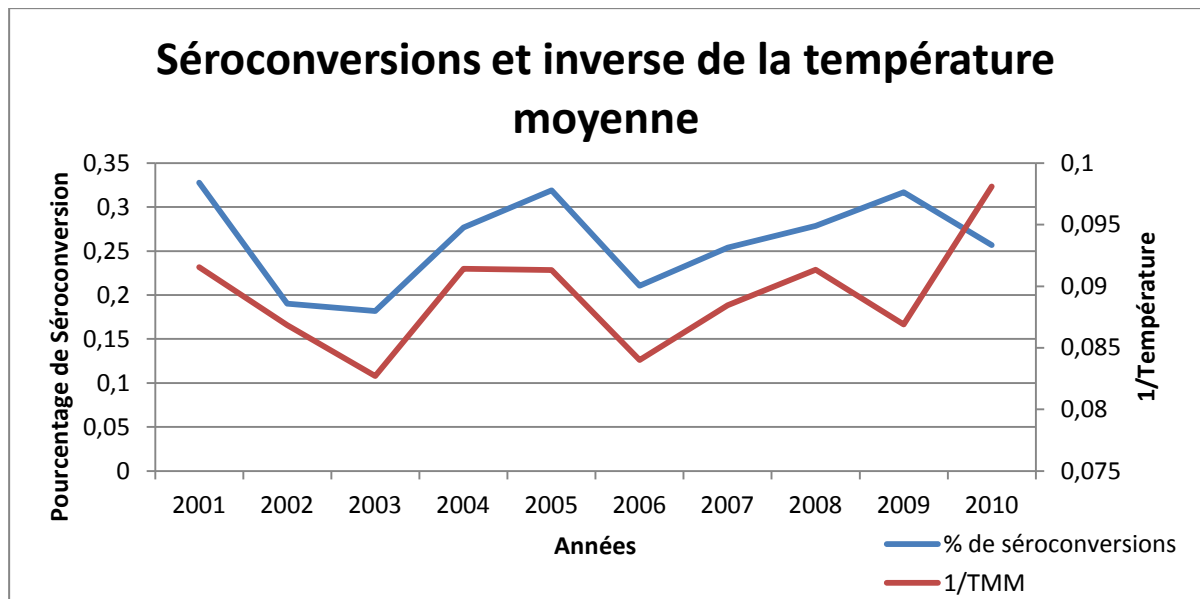


Figure 19 : Courbes de l'inverse des températures moyennes et du pourcentage de séroconversion par an

Les deux courbes évoluent de la même manière sauf pour 2009 et 2010 (on note également un écart en 2002). Il y a donc probablement une influence de la température sur les séroconversions. La régression linéaire entre ces deux variables donne un coefficient de détermination de 0,28. Si l'on retire les valeurs de 2009 et 2010, on obtient un coefficient de détermination de 0,8 (ce qui est significatif pour $\alpha = 5\%$). Il semblerait que les températures aient une influence sur les séroconversions mais qu'il y ait également d'autres facteurs à prendre en compte.

Si on regarde plus en détail les variations de la température moyenne et du pourcentage de séroconversions, on note qu'il y a des chutes de séroconversions quand il y a de hautes températures moyennes, notamment en 2003 et en 2006, deux années de canicule.

5) Adaptation à un modèle sinusoïdal

Le pourcentage de séroconversions dans les naissances semble osciller de manière sinusoïdale au cours des années (figure 16).

En partant de l'équation (1), nous avons estimé les valeurs de chaque paramètre pour que cette courbe se superpose à celle du pourcentage de séroconversion (figure 20).

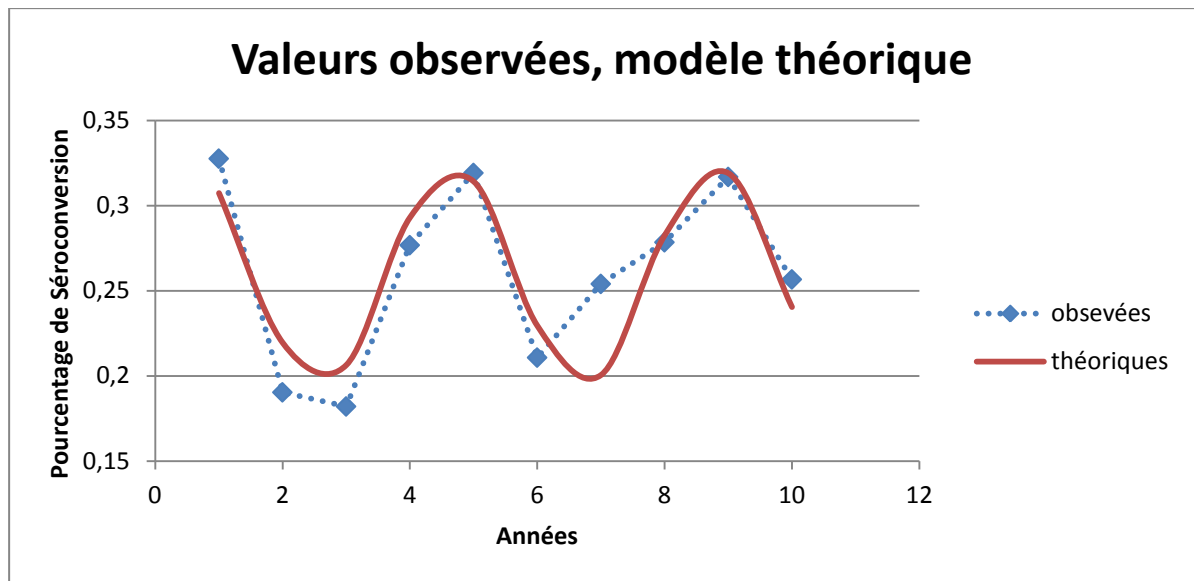


Figure 20 : Courbes du modèle sinusoïdal et du pourcentage de séroconversion en Limousin

Les valeurs correspondantes sont :

- $a = -0,064$ pourcent de séroconversions
- $k = 1,525 \text{ rad.an}^{-1}$
- $d = 1,567$ années
- $c = 0,259$ pourcent de séroconversion

Donc, on peut dire que la moyenne et la médiane du pourcentage des séroconversions est 0,259 (valeur identique à celle du taux moyen calculée en Limousin sur la période d'étude) et que les valeurs oscillent à plus ou moins 0,064 autour de cette valeur. Un cycle s'effectue en 4,12 années (l'axe des abscisses est en valeurs angulaire alors que le k de l'équation est en radian.an^{-1} , il faut donc la convertir : $k' = \frac{2\pi}{k}$).

Ce modèle permet d'expliquer 77,71% des valeurs observées ($R^2 = 0,7771$) avec un coefficient de corrélation de 0,88. Ce modèle représente assez bien l'évolution du pourcentage de séroconversions parmi les naissances en Limousin. En effet, il est significatif au risque d'erreur de 1%.

Ceci confirme les observations sur une cyclicité pluriannuelle des séroconversions en cours de grossesse et donc des infections par le toxoplasme en Limousin.

DISCUSSION

1) Les séroconversions en cours de grossesse et l'habitat

Il semblerait qu'il n'y ait pas plus de risque de s'infecter par le toxoplasme en habitant dans une commune rurale puisque les SIR des communes urbaines et rurales sont égaux à un. Ceci signifie que l'incidence dans une commune urbaine ou dans un environnement rural est la même que dans l'ensemble de la région.

Il faut néanmoins noter que l'on compare des communes dans leur intégralité. Elles sont soit urbaines, soit rurales. Or la ville de Limoges n'est pas constituée que de zones de tissu urbain dense. Le descriptif commune rurale/commune urbaine ne représente pas bien l'environnement dans lequel les patientes ont évolué. Le descriptif d'occupation des sols (*Tableau 1-Annexe 3*) aurait été beaucoup plus précis pour comparer les paysages car il ne tient pas compte des limites communales mais le calcul d'un SIR nécessite le nombre de naissances dans la zone géographique étudiée. Les naissances ne sont connues que par commune donc ce calcul n'était pas possible.

Il faut également prendre en compte le fait qu'il faut moins de dix minutes en voiture à partir des grandes agglomérations pour aller dans une zone très rurale. Il est donc possible que les personnes habitant en zone très urbaine passent du temps en zone rurale, chez des proches ou grâce à un pied-à-terre.

En revanche, lorsque l'on compare les SIR des différents cantons du Limousin, bien que ce ne soit pas significatif, on observe une tendance. Ainsi, certaines zones et le plateau des Millevaches en particulier ont une incidence plus importante que l'incidence régionale.

Le risque d'infection serait donc moins lié au paysage environnant l'habitat de la patiente qu'à la partie du Limousin dans laquelle elle habite. Cette variation géographique du risque de séroconversion ne peut pas être expliquée par la consommation de viandes crues ou mal cuites car tous les habitants du Limousin consomment la même viande (ils achètent au supermarché de la viande provenant du Limousin ou importée). Il n'y a donc que l'infection par voie tellurique qui puisse expliquer ce phénomène.

2) La cyclicité annuelle et pluriannuelle des séroconversions

Nos résultats nous permettent de dire qu'il y a une saisonnalité des séroconversions en Limousin. En effet, on observe significativement plus de séroconversions pendant les mois d'été.

D'autres études ont montré qu'il y avait une saisonnalité des séroconversions humaine, il y aurait plus de séroconversions entre octobre et avril que dans le reste de l'année (Serbie, Bobić et al., 2010). Les auteurs expliquent ce rythme annuel par l'émission d'oocystes dans

l'environnement qui suit le cycle naturel des félidés. En effet, les félidés vont majoritairement expulser des oocystes à la fin de l'automne et en hiver car les rongeurs naissent en été et ont de fortes chances de s'infecter avant l'automne, moment où vont naître les chatons. Les jeunes chats ont donc une grande probabilité de s'infecter à la fin de l'automne ou en hiver, ils expulseront des oocystes jusqu'au printemps. Le nombre d'oocystes dans l'environnement décroît donc à partir du printemps (avril) jusqu'à l'automne suivant avec de grosses pertes durant l'été car les oocystes sont soumis aux aléas climatiques et ne survivent pas très bien à la sécheresse. Ainsi, les ruminants s'infectent majoritairement en automne et en hiver (données non publiées). La consommation de cette viande par les humains expliquerait la saisonnalité observée.

Ces données ne sont pas en accord avec nos observations, en Limousin, il y a plus de séroconversions humaines en été. L'infection des humains par consommation de viande infectée devrait donc être à peu près constante tout au long de l'année. L'infection par voie tellurique semble plus probable.

En Limousin, le grand nombre de séroconversions en été peut donc s'expliquer par la consommation de viande moins cuite qu'en hiver, notamment lors de barbecues et de méchouis ou par la consommation de fruits et légumes du jardin.

Nos résultats nous ont permis de mettre en évidence une cyclicité pluriannuelle des séroconversions. Un tel phénomène a déjà été décrit, notamment au Canada où un cycle de 6 ans a été observé chez l'homme (Tizard et al., 1976). Ces variations sont liées aux variations des conditions climatiques. Au Canada, ils mettent en relation ce cycle avec la pluviométrie.

En Limousin, les variations sont sans doute liées à la pluviométrie mais la température est le facteur principal que l'on peut associer aux séroconversions. Il vaut d'ailleurs noter que nous observons un cycle de quatre ans et non six. Ceci peut s'expliquer par des différences climatiques entre le Canada et le Limousin.

Les conditions climatiques influencent la survie des oocystes dans le sol. La chaleur provoque le dessèchement des oocystes alors que l'humidité les protège de l'assèchement. La survie des oocystes est maximale entre -6°C et 50°C. Ainsi, il y a une moins bonne survie des oocystes durant les étés chauds et une désactivation pendant les hivers très froids. L'humidité est également à prendre en compte pour estimer la survie des oocystes. Ceci est en accord avec nos observations, pendant les années de canicules (2003 et 2006) on peut observer une chute des séroconversion. En 2010, il y a aussi eu une baisse des séroconversions mais probablement à cause d'une température moyenne plus froide donc un hiver plus rude que les autres.

Le fait que les séroconversions humaines en Limousin suivent les aléas climatiques auxquels sont soumis les oocystes appuie encore l'hypothèse d'un grand nombre de contaminations par voie tellurique.

CONCLUSION

Notre travail avait pour objet d'analyser l'évolution des séroconversions par le toxoplasme en cours de grossesse en Limousin afin de mettre en évidence les facteurs pouvant expliquer le phénomène observé.

Cette étude nous a permis d'observer une saisonnalité des séroconversions, avec un plus fort taux de contamination en été. Nous avons montré l'existence d'un cycle pluriannuel avec des pics de séroconversions tous les quatre ans. Les outils de cartographie nous ont permis de montrer une inégalité territoriale de l'incidence des séroconversions. En effet, le plateau des Millevaches, zone très rurale avec un climat plus froid et humide que dans le reste de la région, présente une incidence globalement plus élevée que dans les autres zones étudiées.

Nous avons tenté de mettre en relation les altitudes, les densités de population et les surfaces des communes avec les séroconversions. D'après des analyses complémentaires, le paramètre qui semble influencer les séroconversions est la densité de la population mais nous nous heurtons au même problème que pour le calcul du SIR par commune. En effet, dans les communes où il y a très peu de naissances, l'apparition d'une séroconversion a un poids important sur l'incidence alors que ce n'est pas le cas dans les villes plus grandes. Ces résultats doivent être affinés par des analyses complémentaires en utilisant, par exemple, une unité géographique plus grande que la commune, à savoir le canton.

En ce qui concerne le climat, s'il était assez aisé de comprendre l'influence de la température sur la survie des oocystes, l'influence des précipitations est plus difficile à mettre en évidence. En effet grâce à une analyse en composantes principales, on a noté une influence positive ou négative des précipitations suivant la température.

Ces données nous montrent qu'un lien entre les séroconversions, le climat et la géographie du limousin semble exister. Or seuls les oocystes sont soumis aux aléas climatiques. De même, la disparité géographique ne peut pas s'expliquer uniquement par la consommation de viande. La voie de contamination tellurique n'est donc pas à négliger en Limousin.

Pour approfondir ce travail, il faudrait comparer notre modèle de l'évolution des séroconversions à celui des séries temporelles et à celui de la dynamique de contamination du sol par les oocystes qui est actuellement en cours d'élaboration à l'Université de Lyon 1.

Enfin, il sera également intéressant de comparer nos résultats avec ceux qu'obtiendront les chercheurs de Marseille. En effet, la région Limousin et la région PACA sont totalement différentes. D'abord au niveau du climat, le Limousin ayant un climat semi-continental froid et humide et la région PACA étant réputée pour son climat méditerranéen et ses périodes de sécheresses. D'autre part, les deux régions n'ont pas du tout la même densité de population, on attend plus de cas en région PACA du fait qu'il y a plus d'habitants. Les deux régions diffèrent aussi sur le plan de l'urbanisation. La région PACA compte plusieurs très grandes villes alors qu'il n'y a guère que Limoges et Brive qui peuvent être considérées ainsi en Limousin.

BIBLIOGRAPHIE

Eurosurveillance, Volume 15, Issue 25, 24 June 2010

Agreste Limousin numéro 63-septembre 2011

Avelino, M.M., Campos, D., Jr, do Carmo Barbosa de Parada, J., and de Castro, A.M. (2003). Pregnancy as a risk factor for acute toxoplasmosis seroconversion. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 108, 19–24.

Barbosa, I.R., de Carvalho Xavier Holanda, C.M., and de Andrade-Neto, V.F. (2009). Toxoplasmosis screening and risk factors amongst pregnant females in Natal, northeastern Brazil. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 103, 377–382.

Bobić, B., Klun, I., Nikolić, A., Vujanić, M., Živković, T., Ivočić, V., and Djurković-Djaković, O. (2010). Seasonal Variations in Human Toxoplasma Infection in Serbia. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 10, 465–469.

Boyer, K.M., Holfels, E., Roizen, N., Swisher, C., Mack, D., Remington, J., Withers, S., Meier, P., McLeod, R., and the Toxoplasmosis Study Group (2005). Risk factors for *Toxoplasma gondii* infection in mothers of infants with congenital toxoplasmosis: Implications for prenatal management and screening. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 192, 564–571.

Cook, A.J., Gilbert, R.E., Buffolano, W., Zufferey, J., Petersen, E., Jenum, P.A., Foulon, W., Semprini, A.E., and Dunn, D.T. (2000). Sources of toxoplasma infection in pregnant women: European multicentre case-control study. *European Research Network on Congenital Toxoplasmosis. BMJ* 321, 142–147.

Tizard, I.R., Fish, A., and Quinn, J.P. (1976). Some observations on the epidemiology of toxoplasmosis in Canada. *J Hyg (Lond)* 77, 11–21.

ANNEXES

Annexe 1 : Étude descriptive

Q0	Q1	Q2	Q3	Q4
15	25	28	31	44

Tableau 1 : Quantiles de la variable âge de la mère

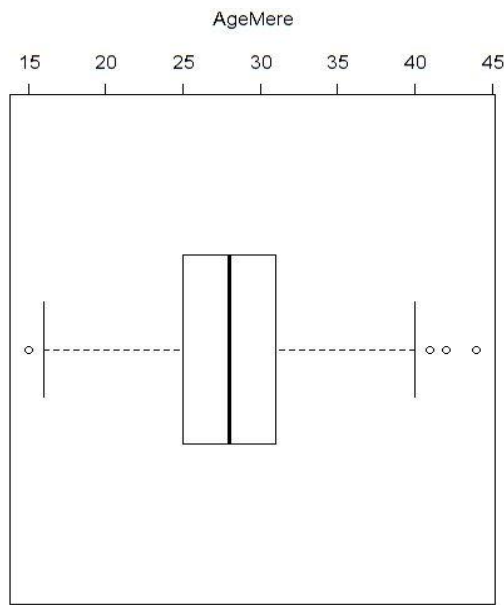


Figure 2 : Boite à moustache de la répartition des âges des mères

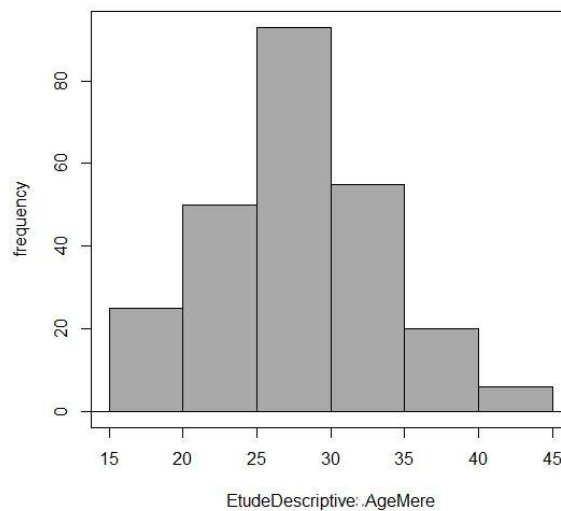


Figure 3 : Histogramme de la répartition des âges des mères

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	nd
Effectif	16	16	21	12	18	18	21	31	25	16	18	26	11
Fréquence	6,43	6,43	8,43	4,82	7,23	7,23	8,43	12,45	10,04	6,43	7,23	10,44	4,42

Tableau 2 : Effectifs et fréquences de séroconversions par mois calendaire

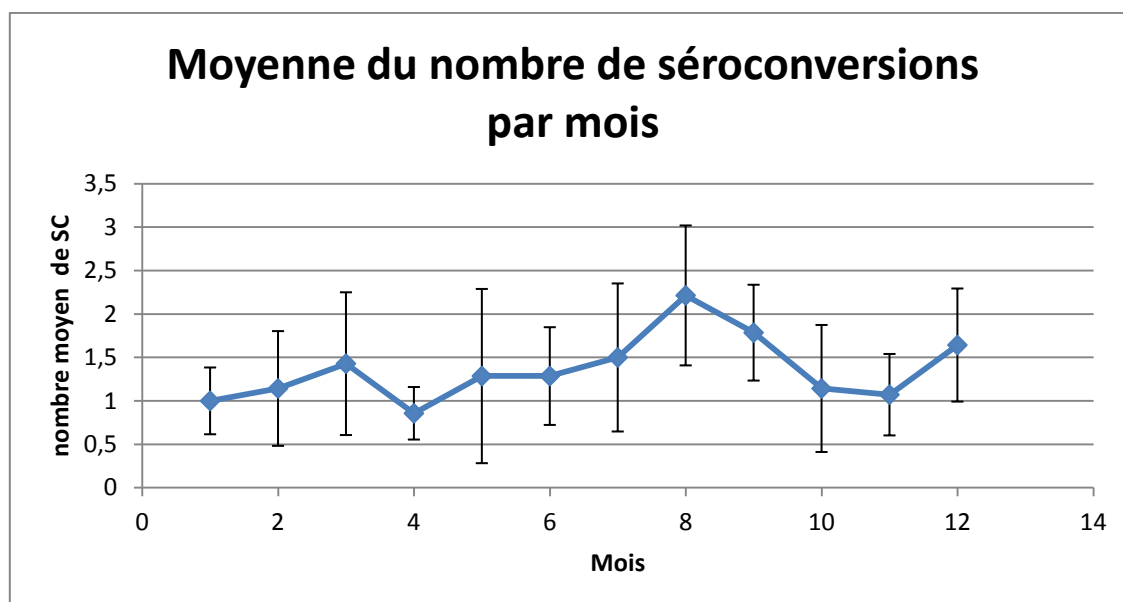


Figure 4 : Nombre de séroconversions moyen par mois calendaire

Année	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Effectif	9	13	22	23	13	12	19	22	15	18	20	23	18	14	8
Fréquence	3,61	5,22	8,84	9,24	5,22	4,82	7,63	8,84	6,02	7,23	8,03	9,24	7,23	5,62	3,21

Tableau 3 : Effectifs et fréquences de séroconversion par année

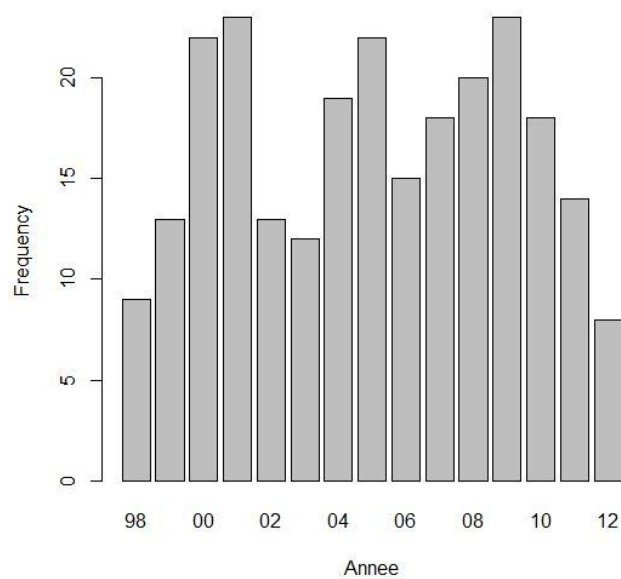


Figure 5: Diagramme en barre des effectifs de séroconversion par an

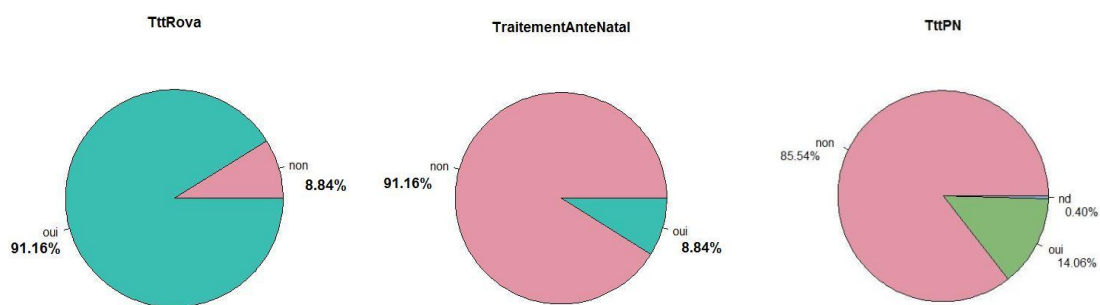


Figure 6 : Diagrammes circulaires des traitements administrés.
 Traitement par Rovamicine® (A), traitement anténatal (B) et traitement postnatal (C).

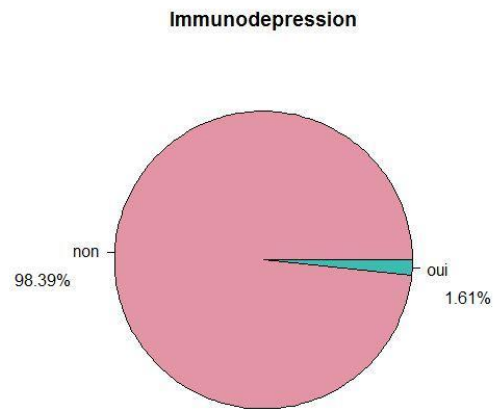


Figure 7 : Diagramme circulaire de l'immunodépression

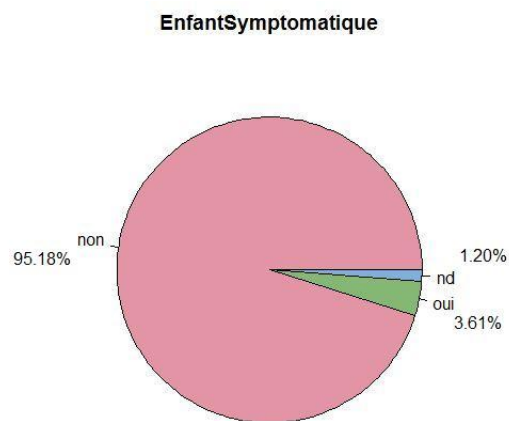


Figure 8 : Diagramme circulaire de la proportion d'enfants symptomatiques

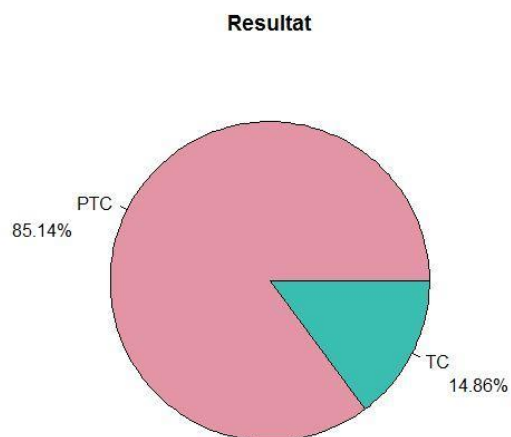


Figure 9 : Diagramme circulaire des résultats pour les enfants

Annexe 2 : Étude géographique des séroconversions en Limousin

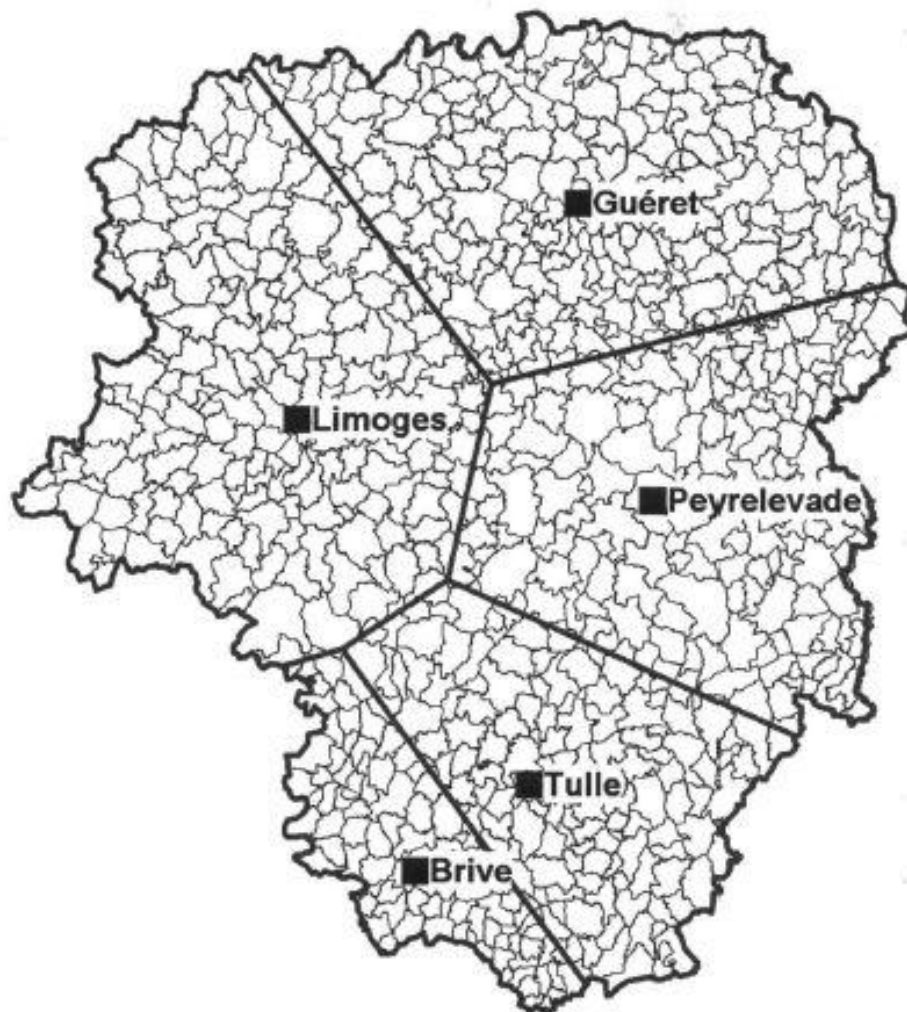


Figure 1 : Carte du découpage de la région en zone météorologique

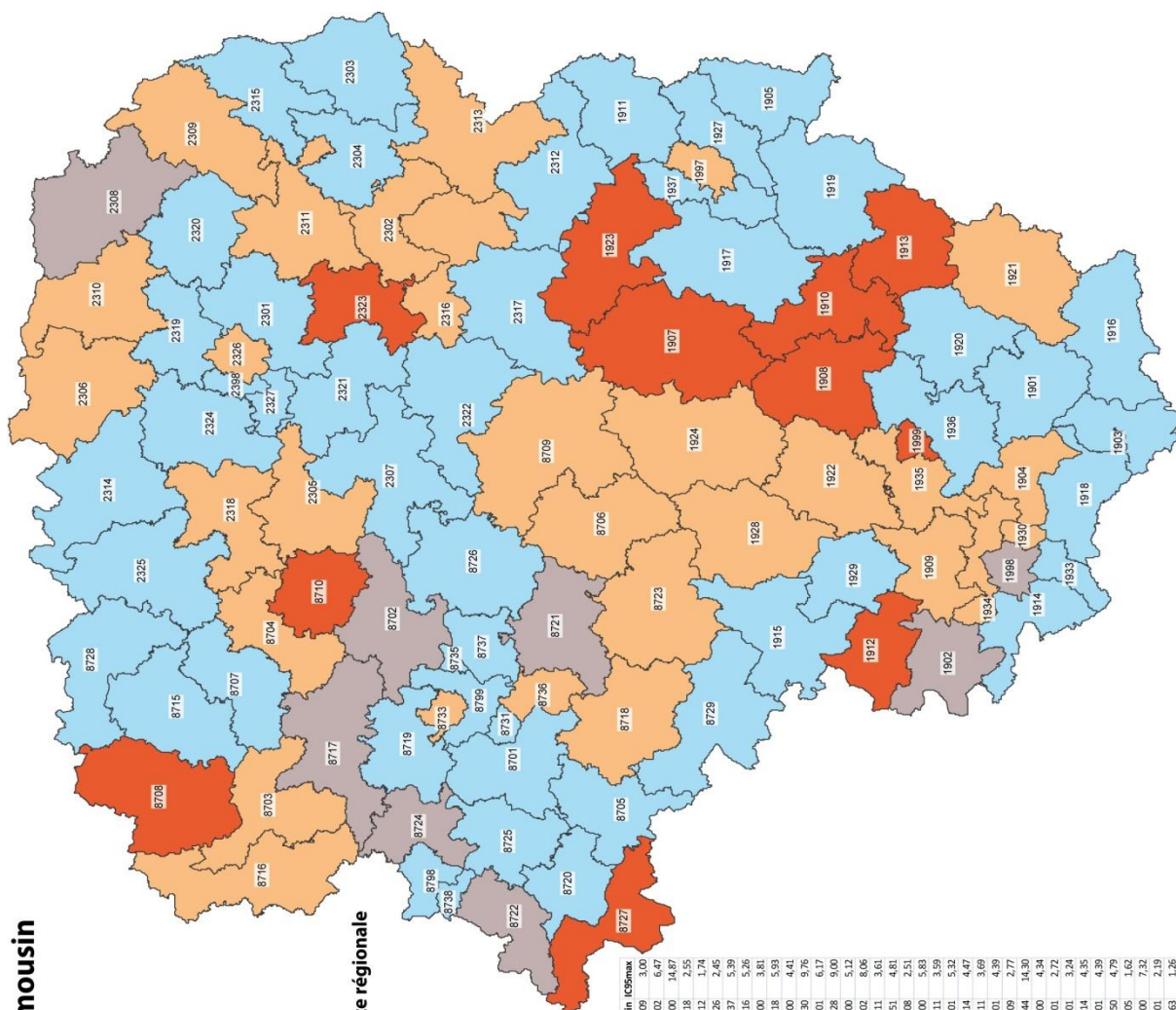
Descriptif	Nombre de Séroconversions
Aéroports	0
Chantiers	0
Cours et voies d'eau	0
Cultures annuelles associées aux cultures permanentes	0
Décharges	0
Equipements sportifs et de loisirs	0
Espaces verts urbains	0
Estuaires	0
Extraction de matériaux	0
Forêts de conifères	0
Forêts de feuillus	3
Forêts et végétation arbustive en mutation	0
Forêts mélangées	0
Glaciers et neiges éternelles	0
Lagunes littorales	0
Landes et broussailles	1
Marais intérieurs	0
Marais maritimes	0
Marais salants	0
Mers et océan	0
Oliveraies	0
Pelouses et pâturages naturels	0
Périmètres irrigués en permanence	0

Descriptif	Nombre de Séroconversions
Plages, dunes et sables	0
Plans d'eau	0
Prairies	47
Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	0
Rizières	0
Roches nues	0
Système culturaux et parcellaires complexes	33
Territoires agricoles avec présence importante de végétation naturelle	14
Terres arables hors périmètres d'irrigation	12
Territoires agroforestier	0
Tissu urbain continu	13
Tissu urbain discontinu	111
Tourbières	0
Végétation clairsemée	0
Végétation sclérophylle	0
Vergers et petits fruits	0
Vignobles	0
Zones incendiées	0
Zones industrielles ou commerciales	3
Zones intertidales	0
Zones portuaires	0

Tableau 4 : Descriptif de l'occupation des sols et séroconversions associées

Incidence de la séroconversion à la toxoplasmose en Limousin chez les femmes enceintes entre 2001 et 2010

Incidence raisonnée en fonction du nombre de naissance annuelle



Cantons sur-incidents

SIR entre 2 et 4

SIR entre 1,05 et 2

Cantons proche de l'incidence régionale

SIR entre 0,95 et 1,05

Cantons sous-incidents

SIR < à 0,95

NOM	Code	Cas observés	Cas attendus	SIR	IC50min	IC95max
ARGENTAT	1901	1	1,30	0,77	0,01	4,30
AYEN	1902	2	2,08	0,96	0,11	3,47
BEAULIEU-SUR-DORDOGNE	1903	0	0,86	0,00	0,00	4,28
BEYAT	1904	1	0,80	1,25	0,02	6,93
BORT-LES-ORGUES	1905	0	1,04	0,00	0,00	3,51
BUGEAT	1907	1	0,33	3,01	0,04	16,76
CORREZE	1908	3	0,77	3,89	0,78	11,28
DOZENAC	1909	5	2,73	1,83	0,59	4,27
EGLTONS	1910	4	1,72	2,32	0,62	5,94
ETOURDENE	1911	0	0,56	0,00	0,00	6,50
JULIAC	1912	3	1,23	2,43	0,49	7,11
JAPLEAU	1913	1	0,31	3,19	0,04	17,78
LIJAC	1914	2	2,15	0,93	0,08	4,28
LIMOGES	1915	1	1,39	0,71	0,01	4,01
MERCOEUR	1916	0	0,59	0,00	0,00	6,35
METAC	1917	1	1,19	0,84	0,01	4,66
METZAC	1918	1	1,09	0,92	0,01	5,11
NEUVIC	1919	0	0,75	0,00	0,00	4,89
LA ROCHE-CANILLAC	1920	0	0,79	0,00	0,00	4,63
SAINT-PRIVAT	1921	1	0,72	1,38	0,02	7,68
SELIHAC	1922	3	1,51	1,99	0,40	5,80
SOMMAY	1923	1	0,43	2,30	0,03	12,79
TREIGNAC	1924	1	0,78	1,28	0,02	7,13
USSEL-EST	1927	0	0,43	0,00	0,00	8,48
USSEL-OUEST	1928	2	1,42	1,41	0,16	5,08
VIGEVES	1929	0	0,86	0,00	0,00	4,07
BRIVE-LA-GAILLARDE	1930	1	0,59	1,71	0,02	9,50
MALENTORT-SUR-CORRIZE	1934	6	3,31	1,81	0,66	3,94
TULLE (campagne nord)	1935	2	1,76	1,14	0,13	4,10
TULLE (campagne sud)	1936	1	2,00	0,50	0,01	2,79
USSEL	1937	4	2,82	1,42	0,58	3,63
USSEL-EST	1938	1	1,45	0,75	0,02	4,01
TULLE	1939	14	3,24	2,09	0,84	4,31
LA GAILLARDE	1940	0	1,02	0,00	0,00	3,61
LA COURTINE	1941	0	1,52	1,32	0,15	4,75
ALBISSON	1942	0	0,65	0,00	0,00	5,61
ALZACLES	1943	0	0,53	0,00	0,00	6,96
BELEGGARDE-EN-MARCHE	1944	1	0,53	1,90	0,02	10,58
BENEVENT-L'ABAYE	1945	1	0,85	1,18	0,02	6,55
BONNAT	1946	1	1,44	0,69	0,01	3,85
BOUSSAC	1947	1	0,99	1,01	0,01	5,62
CHAMBRON-SUR-VOLEIZE	1948	1	0,83	1,20	0,02	6,67
CHATELUS-MALVALEIX	1949	1	0,58	1,73	0,02	9,60
CHERNAILLES	1950	1	0,90	1,11	0,01	6,20
LA COURTINE	1951	0	0,42	0,00	0,00	8,77
CROCQ	1952	1	0,67	1,48	0,02	8,24
DUAL LE PALESTEL	1953	1	1,17	0,86	0,01	4,78
EAUX-LES-BAINS	1954	0	0,61	0,00	0,00	5,97
FELETTIN	1955	1	0,74	1,35	0,02	7,49
GERTOUX-PIGROLES	1956	0	0,29	0,00	0,00	12,58
LE GRAND-BOURG	1957	1	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1958	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1959	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1960	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1961	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1962	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1963	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1964	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1965	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1966	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1967	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1968	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1969	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1970	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1971	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1972	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1973	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1974	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1975	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1976	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1977	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1978	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1979	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1980	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1981	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1982	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1983	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1984	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1985	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1986	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1987	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1988	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1989	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1990	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1991	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1992	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1993	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1994	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1995	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1996	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1997	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1998	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	1999	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	2000	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	2001	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	2002	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	2003	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	2004	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	2005	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	2006	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	2007	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	2008	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	2009	0	0,83	1,20	0,02	6,66
LE GRAND-BOURG	2010	0	0,83	1,20	0,02	6,66

Figure 10 : Incidence des séroconversions à la toxoplasmose en Limousin par canton

Annexe 3 : Les séroconversions au cours du temps

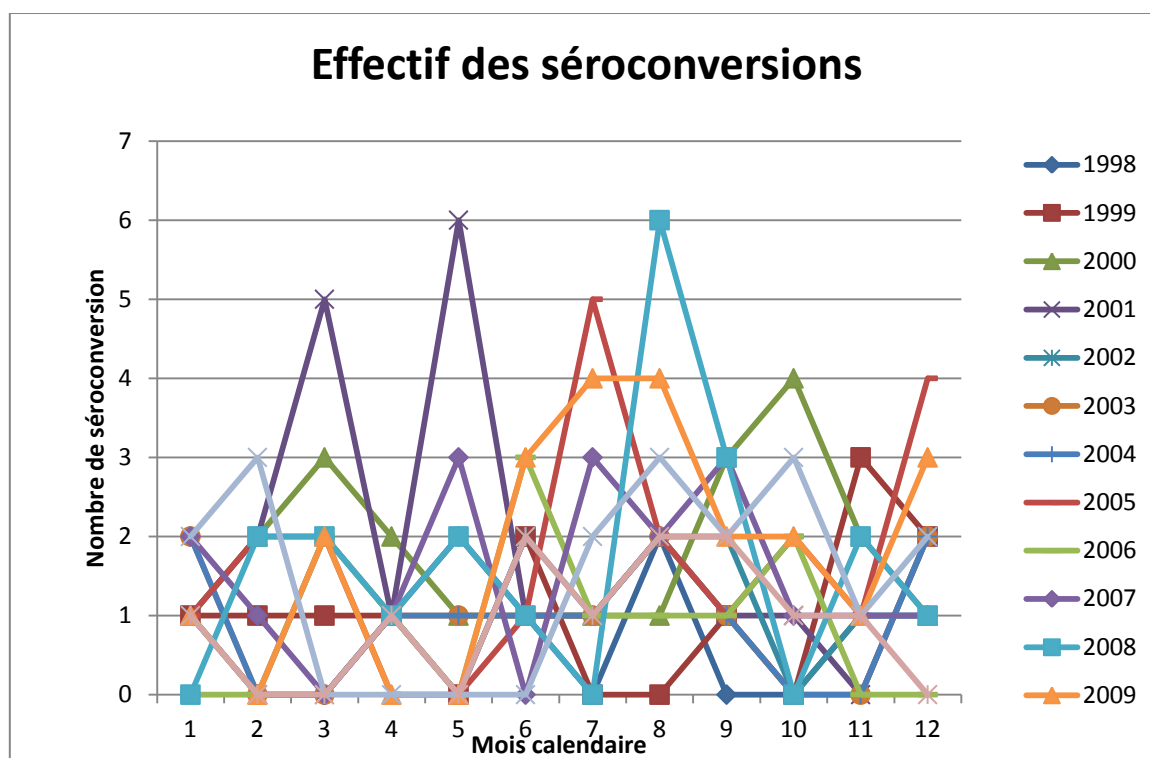


Figure 11 : Courbes annuelles des effectifs de séroconversion en fonction du mois

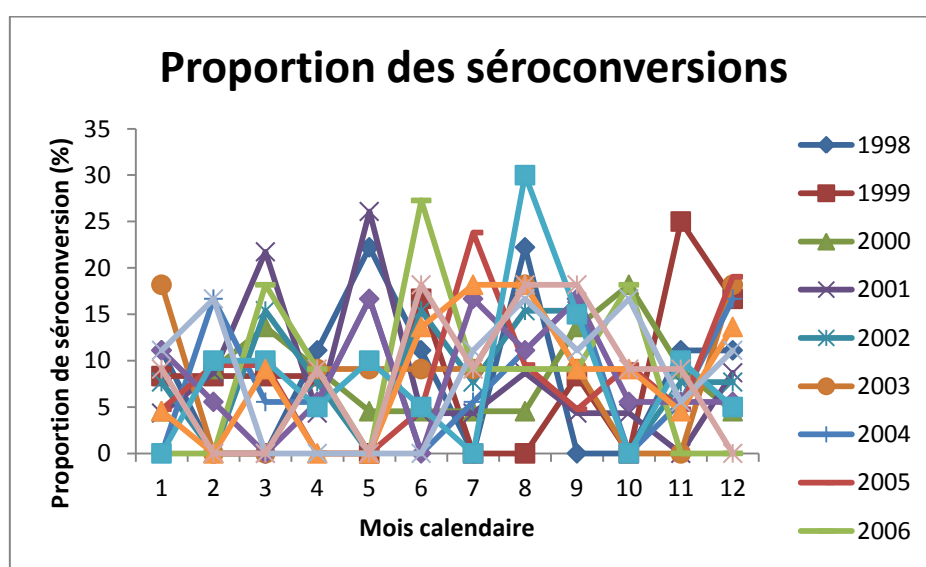


Figure 12 : Courbes de la proportion de séroconversion annuelle en fonction du mois de l'année

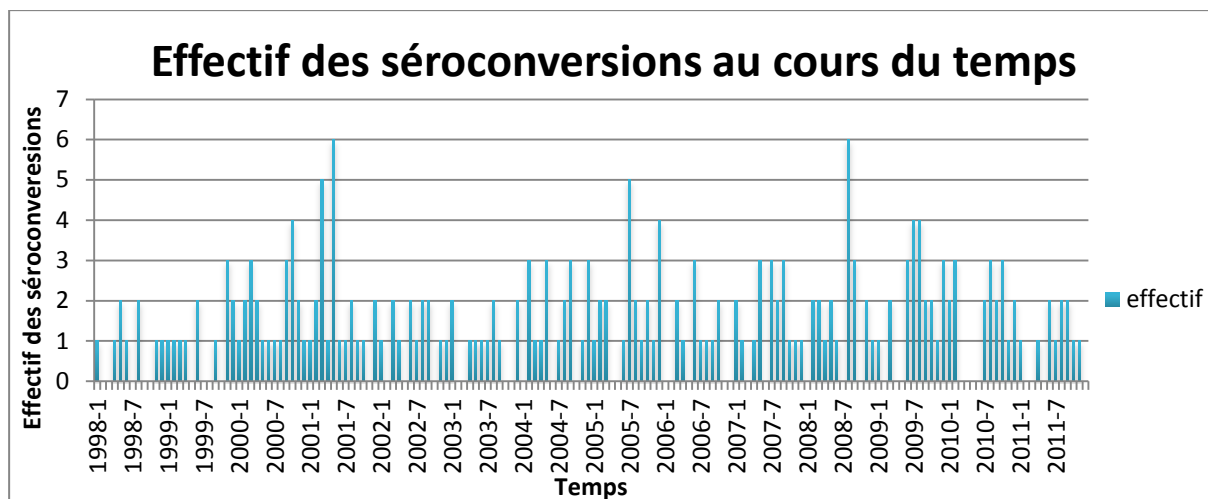


Figure 14 : Graphique représentant l'effectif des séroconversions en fonction de la période (année-mois)

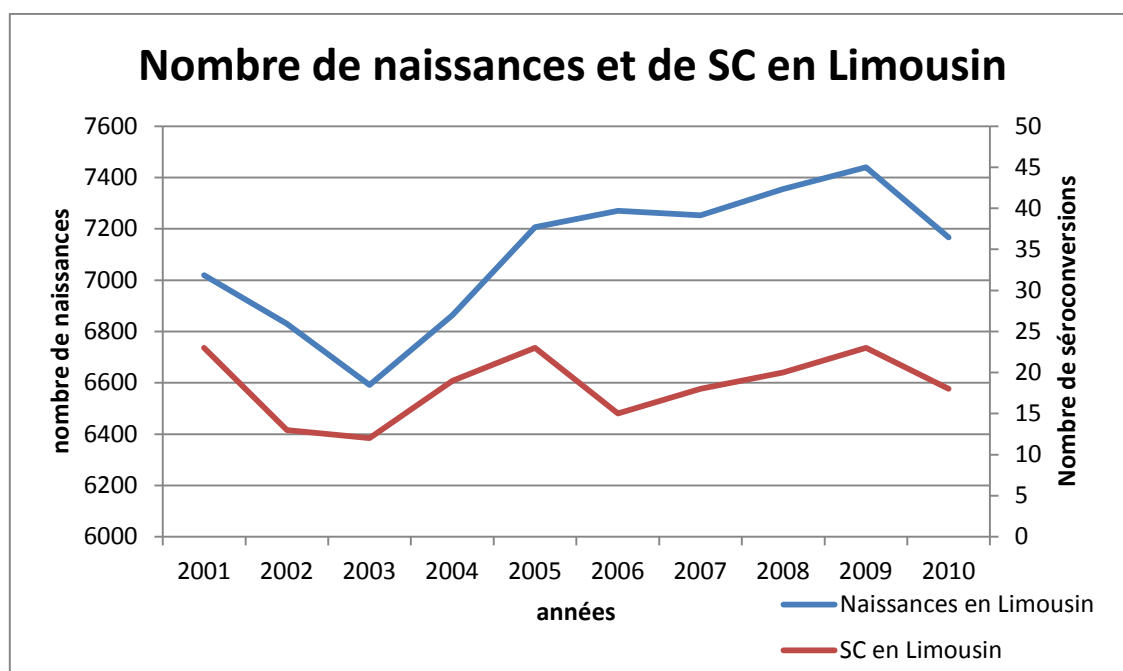


Figure 15 : Évolution du nombre de naissances et du nombre de séroconversions (SC) en Limousin

Résumé :

L'objectif principal de cette étude était de trouver les facteurs influençant la contamination humaine par le toxoplasme. A travers des études temporelles, climatiques et spatiales, nous avons tenté de mettre en évidence l'influence de certaines variables telles que la température, l'environnement résidentiel et les précipitations. Toutes ces études sont appuyées sur des tests statistiques et des graphiques et sont enrichies par des éléments apportés par la cartographie.

Les voies de contaminations par le toxoplasme étant multiples (viande, fruits et légumes), nous avons mis en évidence la voie principale de transmission du parasite à l'homme en Limousin, à savoir, la voie tellurique.

Mots clefs :

Toxoplasmose, épidémiologie, Limousin, climat, cartographie, incidence.