

**Projet de Fin d'Etudes**

## **Analyse des pratiques spatiales dans le secteur rural :**

### **Exploration et test de la Loi de Zipf**



**CLOUET Fabien**  
**MOY Yolaine**

**2017-2018**

**Directeurs de recherche**  
**ANDRIEU Dominique**  
**BAPTISTE Hervé**



# **Analyse des pratiques spatiales dans le secteur rural : Exploration et test de la Loi de Zipf**

**ANDRIEU Dominique  
BAPTISTE Hervé  
2017-2018**

**CLOUET Fabien  
MOY Yolaine**

# AVERTISSEMENT

---

Cette recherche a fait appel à des lectures, enquêtes et interviews. Tout emprunt à des contenus d'interviews, des écrits autres que strictement personnel, toute reproduction et citation, font systématiquement l'objet d'un référencement.

Les auteurs de cette recherche ont signé une attestation sur l'honneur de non plagiat.



# Formation par la recherche, Projet de Fin d'Etudes en génie de l'aménagement et de l'environnement

La formation au génie de l'aménagement et de l'environnement, assurée par le département aménagement et environnement de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, associe dans le champ de l'urbanisme, de l'aménagement des espaces fortement à faiblement anthropisés, l'acquisition de connaissances fondamentales, l'acquisition de techniques et de savoir faire, la formation à la pratique professionnelle et la formation par la recherche. Cette dernière ne vise pas à former les seuls futurs élèves désireux de prolonger leur formation par les études doctorales, mais tout en ouvrant à cette voie, elle vise tout d'abord à favoriser la capacité des futurs ingénieurs à :

- Accroître leurs compétences en matière de pratique professionnelle par la mobilisation de connaissances et de techniques, dont les fondements et contenus ont été explorés le plus finement possible afin d'en assurer une bonne maîtrise intellectuelle et pratique,
- Accroître la capacité des ingénieurs en génie de l'aménagement et de l'environnement à innover tant en matière de méthodes que d'outils, mobilisables pour affronter et résoudre les problèmes complexes posés par l'organisation et la gestion des espaces.

La formation par la recherche inclut un exercice individuel de recherche, le projet de fin d'études (P.F.E.), situé en dernière année de formation des élèves ingénieurs. Cet exercice correspond à un stage d'une durée minimum de trois mois, en laboratoire de recherche, principalement au sein de l'équipe Dynamiques et Actions Territoriales et Environnementales de l'UMR 7324 CITERES à laquelle appartiennent les enseignants-chercheurs du département aménagement.

Le travail de recherche, dont l'objectif de base est d'acquérir une compétence méthodologique en matière de recherche, doit répondre à l'un des deux grands objectifs :

- Développer toute ou partie d'une méthode ou d'un outil nouveau permettant le traitement innovant d'un problème d'aménagement
- Approfondir les connaissances de base pour mieux affronter une question complexe en matière d'aménagement.

**Afin de valoriser ce travail de recherche nous avons décidé de mettre en ligne sur la base du Système Universitaire de Documentation (SUDOC), les mémoires à partir de la mention bien.**

# REMERCIEMENTS

---

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin dans l'achèvement de ce projet de fin d'études :

- Monsieur BAPTISTE, directeur de recherche de ce PFE et Maître de conférences en Aménagement de l'espace et Urbanisme à l'école Polytechnique de l'Université de Tours, pour nous avoir guidés depuis le début et qui a toujours répondu à nos interrogations ;
- Monsieur ANDRIEU, directeur de recherche de ce PFE et géographe-cartographe dans la Recherche en Sciences Humaines et Sociales à la Maison des Sciences de l'Homme Val de Loire, pour avoir pris de son temps afin de nous aider et qui a su nous donner de précieux conseils ;
- L'équipe de recherche de l'UMR CITERES de Tours en charge des projets MOUR et MOBITER, pour avoir récolté toutes les données que nous avons utilisées.

# Sommaire

---

## Contenu

Introduction .....	8
I. Loi de Zipf .....	9
A. Les origines de la loi .....	9
B. L'utilisation de la loi.....	11
C. Liens avec notre sujet .....	12
II. Les données .....	12
A. Informations générales .....	12
1. Rural isolé.....	13
2. Rural polarisé .....	14
B. Protocole utilisé .....	14
III. Relation entre la loi de Zipf et les données.....	15
A. Profils types de chaque secteur .....	15
B. Analyse des données .....	18
1. Graphiques des points d'arrêt .....	18
2. Cartographie des points d'arrêt.....	24
3. Types de comportements.....	31
C. Application de la loi de Zipf ? .....	34
Conclusion .....	36
Annexes.....	38
Table des illustrations .....	83

## Introduction

L'étude de la mobilité est importante dans l'aménagement d'un territoire, les transports occupent une place de plus en plus grande dans la qualité de la vie quotidienne et cela pose de nouveaux problèmes dans les aménagements urbains. Les milieux ruraux sont peu desservis par les transports en commun (moins de lignes, moins d'horaires, moins d'arrêts et moins de destinations), leur éloignement des grandes villes et donc de certains équipements, services, emplois, engendre le recours à des moyens motorisés et individuels de déplacement, qui sont plus rapides et adaptés aux besoins de chacun. La voiture occupe donc une place importante dans la mobilité quotidienne des individus vivant dans ces milieux ruraux.

Il est alors essentiel d'étudier les mécanismes de la pratique de la mobilité de ces habitants afin de comprendre leurs comportements, dans l'objectif de mettre en place des actions et de trouver des solutions, des aménagements pour rendre la mobilité plus efficace et durable sur ces territoires. C'est de cette façon qu'il est possible de prévoir et d'adapter le développement d'infrastructures, de réseaux routiers, de transports doux et collectifs, et également prévoir l'évolution du territoire concerné et des équipements et services qu'il abrite. En effet dans ces milieux, les individus n'ont pas forcément les mêmes comportements en fonction de leur emploi, de leur âge, de leurs activités, de leur lieu de résidence... Ces différentes composantes, si elles ne sont pas prises en compte, peuvent constituer un frein à la compréhension de la mobilité et à l'organisation des réseaux routiers et des moyens de transport sur ces territoires, et par conséquent l'efficacité des nouvelles infrastructures en serait diminuée.

Les pratiques de la mobilité sont étudiées ici par le suivi quotidien d'individus grâce à la localisation GPS, pendant une semaine type (qui ne comporte donc pas de déplacements inhabituels). Ces participants sont des habitants répartis dans 3 communautés de communes de milieu rural, situées à l'Ouest de l'agglomération tourangelle : la Communauté de Communes Touraine Nord-Ouest, la Communauté de Communes du Pays d'Azay-le-Rideau, et la Communauté de Communes du Bouchardais. Les données étudiées font partie des projets MOUR (Mobilité et Urbanisme Rural) et MOBITER (Mobilité et Dynamique des Territoires Ruraux), réalisés entre 2011 et 2015.

Les déplacements de ces individus sont représentés par des traces GPS, c'est-à-dire une base de données qui peut se représenter de manière cartographique avec des points. Chacun de ces points symbolise un enregistrement de la position du GPS, et comporte les informations de localisation spatiale (élévation, longitude et latitude), et temporelle (date, heure). A partir de ces informations il est possible de calculer d'autres données telles que la distance parcourue, la durée du déplacement, la vitesse, ou la distance à vol d'oiseau entre l'origine et le point concerné. C'est cette dernière donnée, la distance euclidienne entre le domicile et un lieu comportant un arrêt significatif de l'individu, que nous allons utiliser pour l'analyse de la pratique de la mobilité. En effet ces lieux, ainsi représentés par des points d'arrêt, constituent un intérêt pour l'individu (soit une étape, soit une finalité dans ses déplacements), et ont donc une importance dans la mobilité sur ces territoires. Ces distances sont représentées dans des graphiques, ce qui permet d'étudier et de comparer l'éloignement des zones fréquentées par ces individus par rapport à leur domicile.

De plus, l'étude de la mobilité par des graphiques permet de dissocier les déplacements d'un individu de son contexte géographique. Les analyses des comportements peuvent ainsi se faire sans entrer dans les détails de la vie privée de la personne (nom du lieu fréquenté...), qui peut rester anonyme. Cependant le retour à la carte permet de mieux préciser les analyses et hypothèses, il est donc nécessaire.

Les différentes distances entre points d'arrêt et domicile peuvent être étudiées de façon chronologique (en suivant le déplacement de l'individu) ou de façon ordonnée (du plus loin au plus proche par exemple). Cette classification ordonnée des points permet de mettre en

évidence des distances récurrentes dans la mobilité d'un individu. Elle amène également la loi de Zipf et son application sur les villes, celles-ci sont classées par démographie décroissante. Ainsi les lieux classés par ordre décroissant de distance par rapport au point de départ pourraient suivre la loi de Zipf. Il est alors intéressant d'analyser la pratique de la mobilité en faisant le lien avec cette loi, et de voir si la loi de Zipf est applicable aux données que nous avons ainsi que ce qu'elle peut apporter dans la compréhension de la mobilité dans les espaces ruraux en périphérie de Tours.

Avec cette étude, certains types de comportements peuvent être mis en évidence, tels que la fréquentation systématique ou non de Tours. L'ordonnancement des distances entre les lieux fréquentés, où l'individu suivi effectue un arrêt, et le domicile permet de mettre en évidence des profils types de mobilité, avec des distances plus redondantes que d'autres. Ces distances sont à "relativiser" et différencier par une analyse spatiale des lieux leur correspondant, en effet, deux positions enregistrées à une même distance ne désignent pas forcément le même lieu.

## I. Loi de Zipf

### A. Les origines de la loi

La loi de Zipf, ou **loi rang/taille** a été énoncée par le chercheur américain Georges Kingsley Zipf en 1949 suite à une réflexion sur la fréquence d'apparition des mots dans le livre Ulysse de James Joyce. Ses analyses lui ont permis de faire ressortir deux observations **empiriques**. La première affirme que la fréquence d'apparition d'un mot est liée à sa taille. Plus un mot est petit, plus il a de chance d'apparaître (BULLY, 1969). La seconde observation est que certains mots sont plus utilisés que d'autres et que leur fréquence d'apparition est liée à leur rang (BULLY, 1969). C'est cette partie de la loi qui va nous intéresser par la suite.

Voici un exemple concret de cette loi : si le mot le plus utilisé d'un livre apparaît 6000 fois alors le mot qui arrive au rang 2 apparaît environ 3000 fois, soit moitié moins, celui qui est au rang 3 apparaît environ 2000 fois, soit trois fois moins, celui qui est au rang 4 apparaît environ 1500 fois, etc... La formule mathématique qui en découle est :  $f(n) = \frac{K}{n}$  où K représente la valeur de l'élément qui est au rang 1, et n représente le rang (SAVOY).

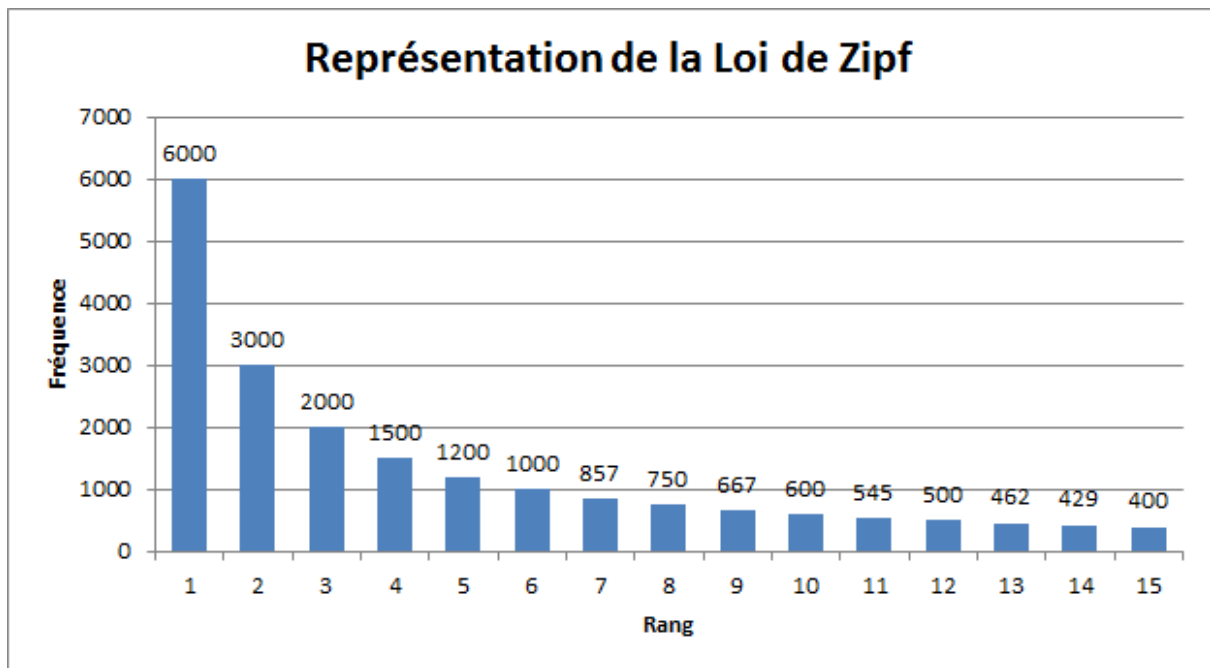


Figure 1 Représentation de la Loi de Zipf

On voit qu'une courbe se dessine et qu'elle a une forme particulière, la pente de la courbe est très forte au début et diminue grandement au fur et à mesure que l'on avance dans les rangs jusqu'à s'aplatir presque complètement. Si l'on fait des essais avec certaines courbes de tendance, il s'avère que celle qui correspond le plus est la courbe logarithmique, comme on peut le voir ci-dessous.

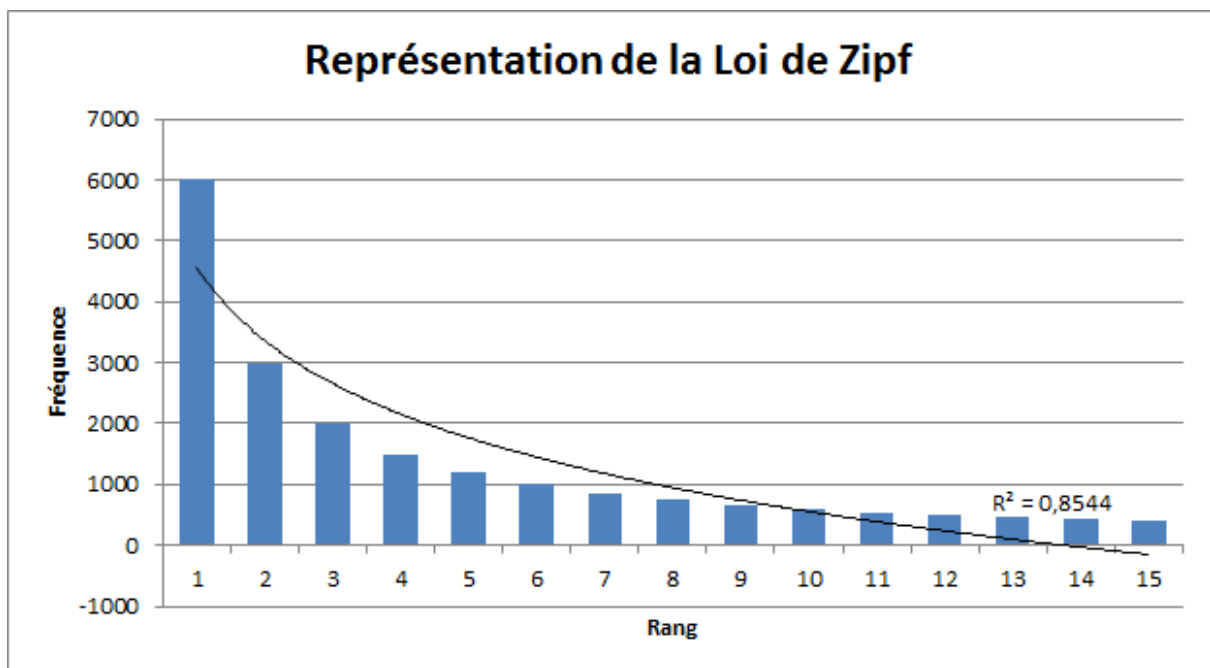


Figure 2 Représentation de la Loi de Zipf avec courbe de tendance logarithmique

La courbe logarithmique sera donc un bon indice à considérer pour savoir si la loi de Zipf est applicable.

Suite à ces observations, de nombreux scientifiques, mathématiciens ou même littéraires se sont penchés sur la question, à la recherche d'explications ou de nouveaux sujets d'application pour cette loi.

## B. L'utilisation de la loi

La toute première utilisation de la Loi de Zipf était donc portée sur le domaine linguistique. Mais elle peut être employée dans de nombreux autres sujets, comme par exemple l'analyse d'images, la politique ou la géographie.

En politique, la loi a été utilisée pour analyser les discours de McCain et Obama en 2008 pour mieux en connaître le contenu, savoir quels mots étaient le plus souvent employés et dans quel but (SAVOY).

Rank	McCain'08		Obama'08	
	Word	f( $\omega$ )	Word	f( $\omega$ )
1	the	7759	the	13027
2	and	6157	and	10950
3	to	5413	to	9072
4	of	4773	that	7446
5	in	3137	of	6985
6	a	2940	we	6203
7	I	2345	a	5562
8	that	2243	in	5340
9	we	2160	is	4986
10	for	1762	I	4216

Figure 3 Mots les plus utilisés des discours de McCain et Obama avec leur fréquence (SAVOY)

Le cas de la géographie nous intéresse plus particulièrement car il traite de la taille des villes dans un environnement donné. La loi de Zipf, dans ce cas, affirme que lorsque l'on trie les villes par ordre décroissant de démographie, le rang sera inversement proportionnel au nombre d'habitants qui y résident (Géoconfluences, 2003).

Par exemple, aux Etats-Unis, la ville la plus peuplée est New York, la seconde est Los Angeles avec environ moitié moins d'habitants, la troisième est Chicago avec trois fois moins d'habitants, etc... (NEWITZ, 2013). Mais cela fonctionne grâce à plusieurs conditions, la première est que les villes analysées et l'environnement dans son ensemble doivent avoir une très grande population, la seconde est que les villes doivent faire partie d'une même économie et que celle-ci soit bien intégrée (BRU, 2013). Aux Etats-Unis, ces conditions sont remplies, d'où les résultats convaincants, mais dans l'Union européenne par exemple ce n'est pas le cas car l'Euro est encore

trop jeune. En France non plus la loi ne s'applique pas : Paris arrive en première place avec 2,2 millions d'habitants, vient ensuite Marseille avec 860 000 habitants, puis Lyon avec 500 000, etc... Ici, le problème vient de la démographie qui est trop faible (BRU, 2013) mais qui est aussi trop dispersée. En France il y a 68 millions d'habitants pour 35 000 communes alors qu'aux Etats-Unis il y a le même nombre de villes pour 326 millions d'habitants d'où une meilleure répartition.

Le thème de la géographie peut donc être utilisé pour vérifier la Loi de Zipf mais au niveau du territoire et de son organisation. Nous allons maintenant voir si elle peut être employée au niveau des habitants et de leur mobilité.

### C. Liens avec notre sujet

La Loi de Zipf peut avoir de multiples domaines d'application dont la géographie et l'aménagement du territoire. Dans ce projet nous allons parler de la mobilité des individus au sein de différents territoires ruraux. Le but est de voir s'il existe une possibilité d'appliquer la Loi de Zipf à ce sujet.

Grâce à la banque de données fournie, nous allons chercher quels éléments pourraient être susceptibles de suivre cette loi. Il serait intéressant de savoir si la mobilité des individus suit une règle particulière ou si l'on retrouve une même tendance chez chacune des personnes qui ont participé à l'étude. Les éléments qui pourraient être étudiés sont la répartition des points d'arrêt, des points d'enregistrement ou la distance domicile-points d'arrêt par exemple. Cela pourrait permettre de faire plus facilement des prédictions dans les futures études traitant de la mobilité, mais aussi de mieux comprendre le comportement et la mobilité des habitants de différents types de territoires.

## II. Les données

### A. Informations générales

Les données étudiées sont des coordonnées spatiales et temporelles de positions GPS d'individus. La position (longitude et latitude) ainsi que la date et l'heure sont relevées environ toutes les 1 à 3 secondes, ces relevés se font quotidiennement pendant 7 jours en moyenne. Les individus ainsi suivis par GPS, qui sont au nombre de 57, sont originaires d'une des trois communautés de communes suivantes, toutes en milieu rural et situées à l'Ouest de l'agglomération de Tours : 14 individus sont issus de la Communauté de Communes Touraine Nord-Ouest (CCTNO), 15 de la Communauté de Communes du Pays d'Azay-le-Rideau (CCPAR) et 28 de la Communauté de Communes du Bouchardais (CCB). Ces milieux sont de deux types : la CCB est un milieu rural isolé tandis que la CCTNO et la CCPAR sont des milieux ruraux polarisés. La distance entre le domicile des individus suivis et Tours s'échelonne entre 17 et 55 km. Les personnes ayant participé à cette étude ont la caractéristique d'être de différentes situations familiales et professionnelles (en couple, seules, avec ou sans enfants, actives ou sans emploi), et sont toutes majeures (18 à 75 ans).



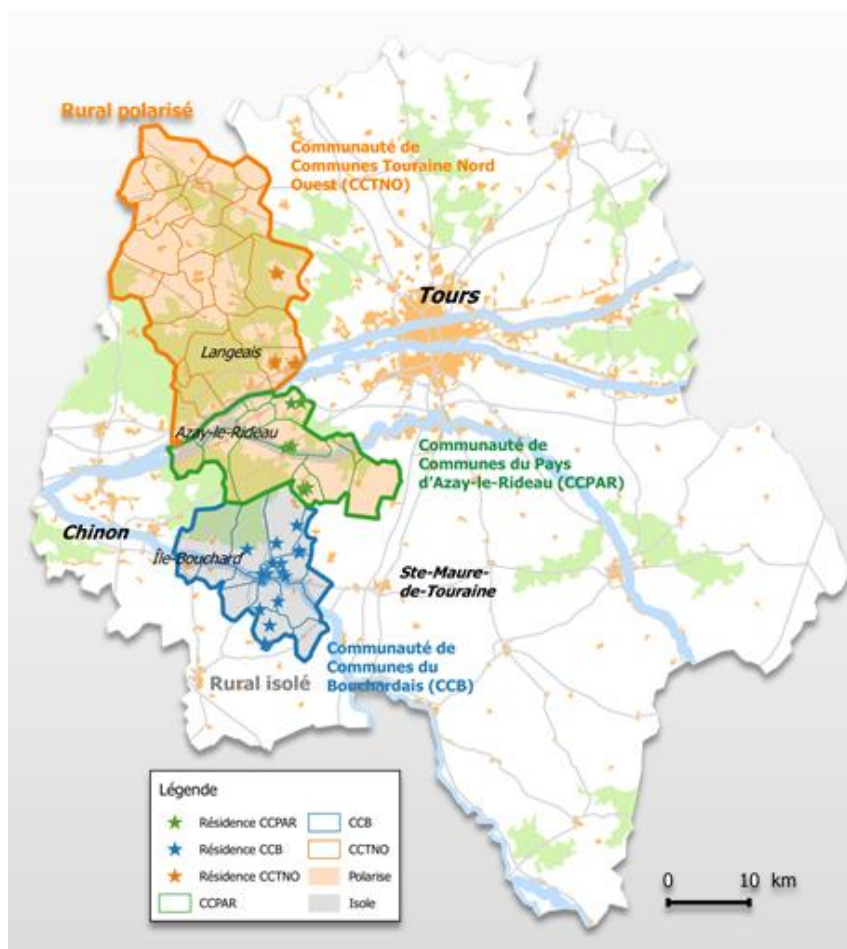


Figure 4 Carte des communautés de communes (Source : Proxi Communication, BAPTISTE, FEILDEL, 2015)

### 1. Rural isolé

La Communauté de Communes du Bouchardais (CCB) constitue un espace rural isolé. C'est-à-dire que les communes y sont isolées et ne font pas partie des grandes aires urbaines, cet espace constitue notamment une campagne agricole à faible influence urbaine. Les densités y sont faibles, la population assez âgée et éloignée de l'emploi. Dans cet espace, ce sont 28 individus qui ont été suivis, 14 hommes et 14 femmes. La majorité de cet échantillon est active (5 retraités, 3 sans emploi) et en couple (2 personnes sont seules). Sur ces 20 actifs, 4 sont itinérants, 8 travaillent à moins de 10 km du domicile (comme les 3 agriculteurs qui travaillent sur place), et 6 travaillent à une distance comprise entre 30 et 50 km. Les lieux de résidence de ces individus se situent entre 41 et 55 km de Tours.

## 2. Rural polarisé

Les Communautés de Communes Touraine Nord-Ouest (CCTNO) et du Pays d'Azay-le-Rideau (CCPAR) constituent un espace polarisé. Les communes font partie de la couronne du pôle urbain de Tours, leur croissance résidentielle est importante et l'économie y est dynamique. Ces deux communautés de communes peuvent être étudiées ensemble, en effet elles possèdent les mêmes caractéristiques et forment un ensemble homogène. 29 personnes issues de ce milieu rural polarisé ont participé à cette étude, 11 hommes et 18 femmes qui sont en majorité des actifs (2 sont sans emploi et 2 sont retraités). Les domiciles de ces individus se situent entre 17 et 36 km de Tours, ces distances séparant les domiciles et Tours sont plus faibles que pour la CCB ; la CCTNO et la CCPAR sont donc plus proches de Tours. Les résidences sont globalement localisées entre 10 et 34 km du lieu de travail, 6 individus travaillent à une distance comprise entre 0 et 2 km de leur résidence et un individu travaille à 96 km.

### B. Protocole utilisé

Afin d'appliquer la loi de Zipf à l'analyse de la mobilité par suivi GPS, la distance séparant les points d'arrêt du lieu de résidence des individus suivis est représentée graphiquement. Nous postulons que tous les individus issus d'un même type de milieu rural (polarisé ou isolé) possèdent un comportement similaire.

Ce sont les points d'arrêt que nous avons considérés ici, et non l'ensemble des points d'enregistrement. En effet, l'étude de ces points d'arrêt permet de voir les lieux d'intérêts pour chaque individu suivi, et d'en étudier la relation spatiale avec le lieu de résidence, afin d'analyser la mobilité des individus au sein de ce territoire. Nous nous sommes concentrés sur l'étude de la distance euclidienne (c'est-à-dire la distance à vol d'oiseau) par rapport au lieu de résidence, et non la distance par route ni temporelle. La distance euclidienne permet d'appréhender la position des points de localisation sans prendre en compte le chemin suivi par route, ainsi c'est l'éloignement des points par rapport au domicile qui est mis en évidence, et non la distance parcourue sur le chemin choisi pour atteindre chaque lieu, ni le temps pour l'atteindre.

Les points d'arrêt se situent à différentes distances du domicile, et parfois cette distance est très élevée. Dans le cas des grands déplacements présents dans certains enregistrements, nous avons exclu les distances des points d'arrêt qui ne correspondent pas à de la mobilité quotidienne ou récurrente. Un seuil maximal de kilomètres séparant les points d'arrêt et le domicile est déterminé. Ce seuil est de 60 km, ce qui englobe Tours dans le périmètre atteignable depuis les différents domiciles.

De même, un seuil de distance minimale est déterminé. Les points d'arrêt se trouvant à moins de 100 mètres du domicile ne sont pas associés à un déplacement significatif de l'individu, et peuvent notamment être issus d'une approximation des coordonnées GPS enregistrées due à la présence de la personne dans son domicile, c'est ce que l'on appelle des points erratiques.

La distance au domicile des points d'arrêt retenus est alors représentée graphiquement en ordonnée, et le rang de chaque point d'arrêt est placé en abscisse par ordre décroissant de la

distance. C'est la forme des courbes obtenue qui est analysée. Il faut cependant prendre en compte dans les comparaisons que le nombre de points d'arrêt varie d'un individu à l'autre.

En premier lieu, l'ensemble des points d'arrêt enregistrés pendant toute la période de suivi, ordonnés du plus éloigné au plus proche de leur domicile respectif, de tous les individus confondus d'un même milieu (isolé ou polarisé), est représenté dans un même graphique. On obtient alors un profil type de mobilité, d'un côté en milieu rural isolé et d'un autre côté en milieu rural polarisé. Ce profil type peut alors être analysé, il sera ensuite comparé aux graphiques individuels de chaque individu afin de déterminer s'ils ont effectivement un comportement similaire (dans un même milieu rural), ou au contraire lesquels se rapprochent de ces modèles types. Le but final est de comprendre la mobilité de chacun et de voir si l'on retrouve une similitude entre eux.

De même à l'échelle de chaque individu pris séparément. Les points d'arrêt effectués par un individu sur la totalité de la période de suivi sont représentés sur un même graphique, et ordonnés du plus éloigné au plus proche du domicile de la personne en question. Cette approche individuelle permet de décomposer le modèle type réalisé avec l'ensemble des points d'arrêt, et d'identifier les caractéristiques des différentes courbes.

Les points d'arrêt sont également représentés géographiquement grâce au logiciel ArcGIS. Des cercles de distance (tous les 5 ou 10 km) autour du domicile permettent de situer les arrêts par rapport au lieu de résidence, à vol d'oiseau. Cela permet de différencier sur la carte des points situés à une même distance mais à des localisations différentes, qui ne désignent donc pas le même endroit, et donc signifient que plusieurs lieux distincts ont été fréquentés. L'intérêt est aussi de connaître la dépendance des individus à Tours, privilégient-ils la métropole ou bien une ville plus proche mais moins bien pourvue en services ? S'arrêtent-ils uniquement près de leur domicile ou vont-ils uniquement à Tours ? etc...

Les renseignements relevés sur chaque individu (situation professionnelle, localisation du domicile, type de milieu rural) permettent de compléter l'analyse et l'interprétation de la mobilité.

### III. Relation entre la loi de Zipf et les données

#### A. Profils types de chaque secteur

La **distance euclidienne** entre les points d'arrêt et le domicile est calculée à l'aide des coordonnées enregistrées par le GPS. La formule utilisée est :

**Distance euclidienne** =  $ACOS( SIN( RADIANS( LatOrigine) ) * SIN( RADIANS( LatDest) ) + COS( RADIANS( LatOrigine) ) * COS( RADIANS( LatDest) ) * COS( RADIANS( LongOrigine - LongDest) ) )$   
\* 6371

Où LatOrigine et LongOrigine sont respectivement la latitude et la longitude du point d'origine (la résidence de l'individu), et LatDest et LongDest la latitude et longitude du point d'arrêt étudié. Ces coordonnées nous avaient été données dès le début du projet. Nous avons donc pu créer des fichiers excel pour chaque personne avec tous les points d'arrêt enregistrés pendant la semaine puis un fichier excel global avec les points d'arrêt de tous les individus.

L'ensemble des points d'arrêt des milieux ruraux isolé et polarisé est représenté dans les **graphiques** suivants :

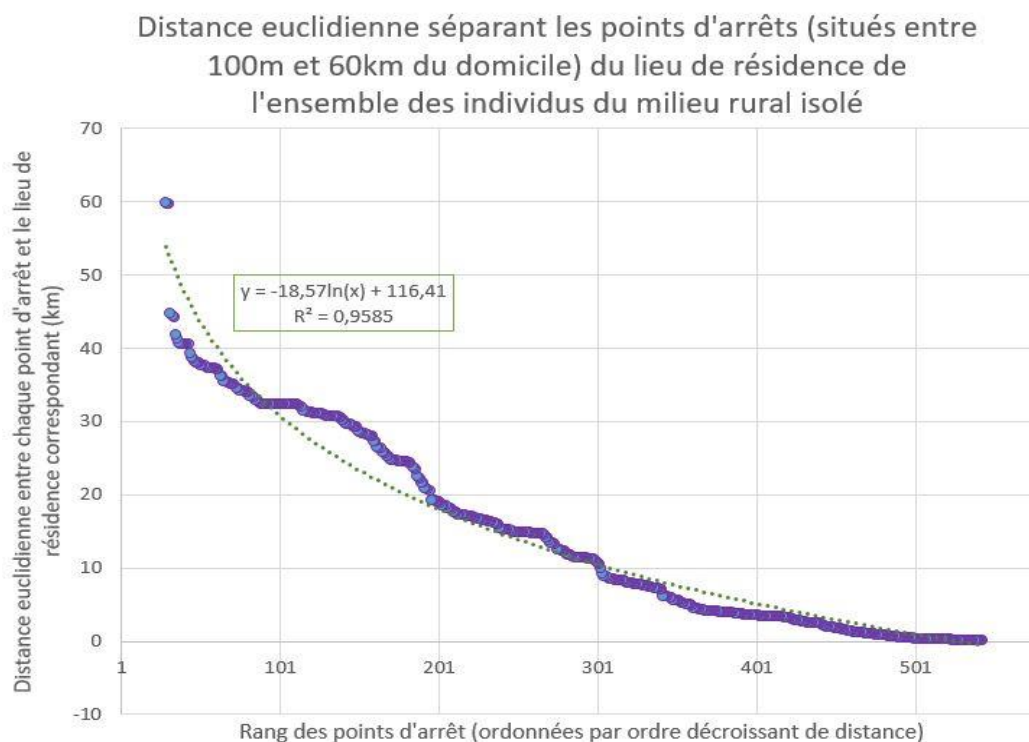


Figure 5 Profil type pour le secteur rural isolé

Cette courbe représente l'ensemble des points d'arrêt (au nombre de 515) des individus suivis en milieu rural isolé se situant à plus de 100 m et à moins de 60 km du domicile associé. Elle a une tendance logarithmique. En effet, le coefficient de détermination ( $R^2$ ) de la courbe de tendance est de 0,96 environ, ce qui veut dire que la tendance logarithmique explique environ 96% de la mobilité des individus de ce type de milieu, c'est celle qui explique le mieux les variations de cette courbe.

On constate un palier vers 32-33 km du domicile, les individus effectuent plus fréquemment des arrêts à cette distance de leur résidence. Un écart à la courbe de tendance est révélé pour les points d'arrêt des rangs 100 à 200. En effet les écarts entre les distances des points compris entre une trentaine de kilomètres et 25 km du domicile sont plus faibles que les écarts de distances entre les autres points d'arrêt. Cela forme un palier vers 32-33 km. Les points d'arrêt plus proches du domicile suivent la tendance logarithmique, et forment un palier vers 0 km (100 m). On observe également quelques points qui se détachent à 59-60 km du

domicile alors que des points d'arrêt sont présents régulièrement entre 0 et 44 km. Ce petit groupement de points, à l'écart des autres, peut être dû à un nombre réduit d'individus et donc constituer une exception au profil type moyen de mobilité sur le territoire rural isolé. Ils sont cependant conservés dans ce profil qui constitue un modèle par rassemblement de tous les points de moins de 60 km.

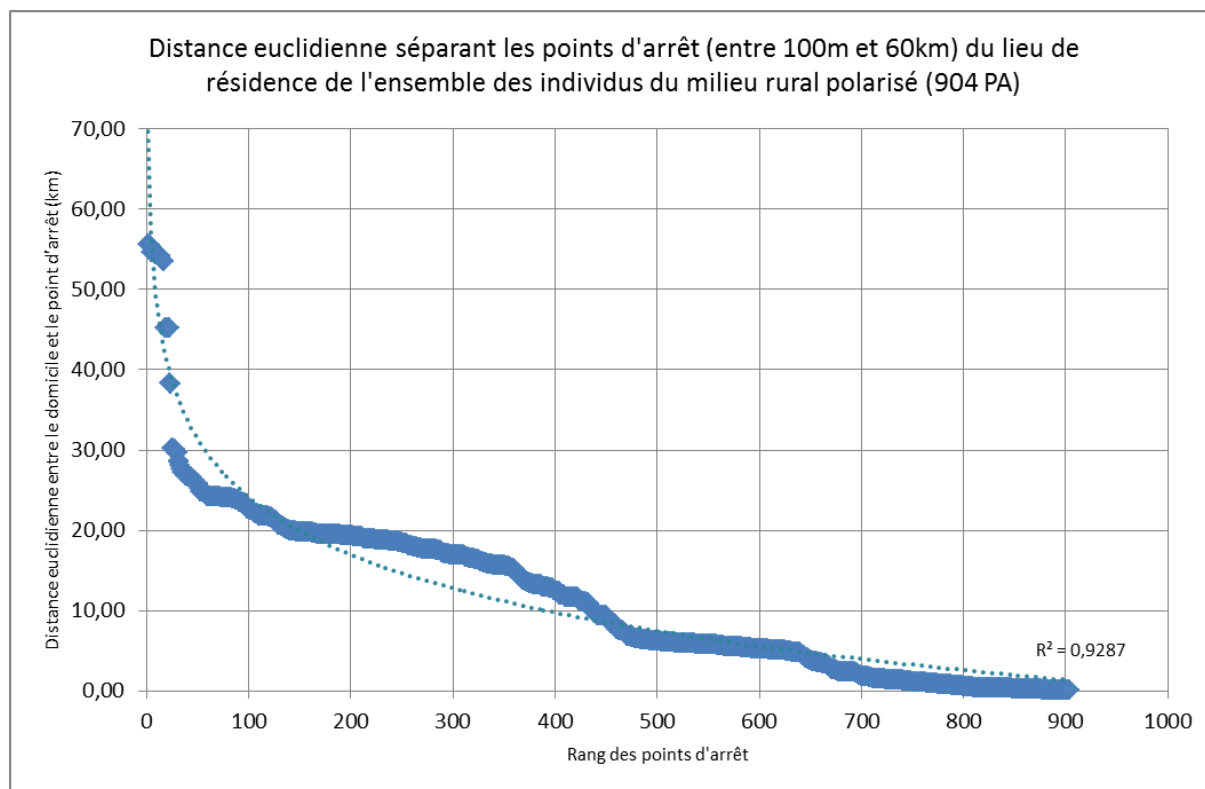


Figure 6 Profil type pour le secteur rural polarisé

Cette courbe représente la totalité des points d'arrêt (904 points), classés par ordre décroissant, des 29 personnes vivant dans le secteur rural polarisé. Les caractéristiques que l'on peut relever sont multiples.

Tout d'abord, nous nous sommes rendu compte que la courbe avait une forme particulière donc nous avons cherché quelle courbe de tendance y correspondait le plus. Il s'avère que la courbe logarithmique est celle qui explique au mieux la courbe obtenue avec un coefficient de détermination ( $R^2$ ) de 0,93 ce qui est très proche de 1. Ensuite, le nombre de points d'arrêt au-dessus de 20 kilomètres du domicile est relativement faible (environ 15% de la courbe). Ce qui signifie que les individus privilégient les déplacements peu lointains. De plus, la moitié des points d'arrêt se trouvent à moins de 10 kilomètres du domicile, ce qui confirme cette théorie.

On observe aussi deux paliers, le premier est à 5 kilomètres et le deuxième est autour de 0 kilomètre. Cela signifie que ces distances sont prisées par les individus et qu'une grande partie des déplacements se fait dans un périmètre assez restreint autour du domicile.

Le nombre de points d'arrêt est plus faible pour les individus du milieu rural isolé que ceux du milieu rural polarisé, les personnes effectuent moins d'arrêts entre 100 m et 60 km de leur domicile. Nous obtenons deux profils types des milieux ruraux, isolé et polarisé.

La question est de savoir si ces profils types représentent bien les profils individuels au sein de ces territoires ?

Grâce à ces distances euclidiennes, nous avons pu rentrer les données dans le logiciel ArcGIS afin d'obtenir la cartographie des points d'arrêt de chaque individu. L'étude de la **répartition spatiale** des points d'arrêt autour du domicile permet de mitiger les ensembles de points qui forment des paliers sur les graphiques. En effet les points qui se trouvent à une même distance du domicile ne se situent pas forcément au même endroit sur la carte, et ne correspondent donc pas à un même lieu.

## B. Analyse des données

### 1. Graphiques des points d'arrêt

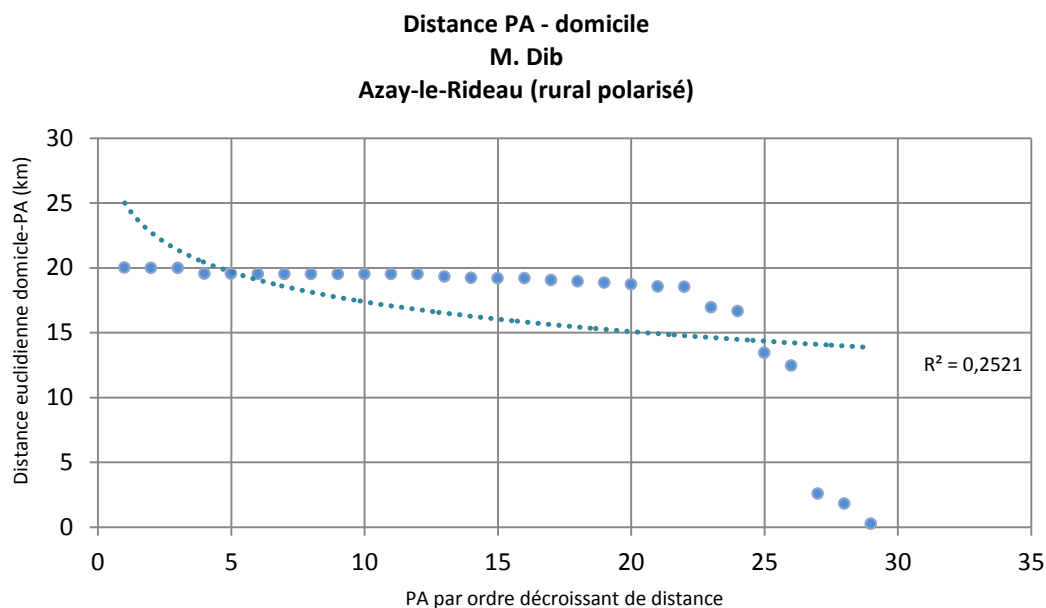
La première analyse sera descriptive et prendra en compte la comparaison entre les graphiques des points d'arrêt des individus et le profil type de chaque secteur.

Il ressort 4 **catégories** d'individus : avec une ressemblance nulle, faible, moyenne, ou forte au profil type. Cette ressemblance est jugée selon certains critères comme par exemple le coefficient de détermination, la présence de paliers aux mêmes distances ou une part équivalente de points d'arrêt au-dessus de 20 kilomètres par exemple. Une forte ressemblance équivaut à une courbe qui reprend la majorité des grandes caractéristiques de la courbe type, une ressemblance moyenne sera pour quelques caractéristiques reprises, une faible ressemblance sera pour une caractéristique reprise et aucune sera pour une courbe totalement différente.

Dans le milieu rural isolé, 13 individus ne présentent pas de similarité, 5 ont une faible ressemblance, 9 une ressemblance moyenne, et 1 possède une forte similarité avec le profil type.

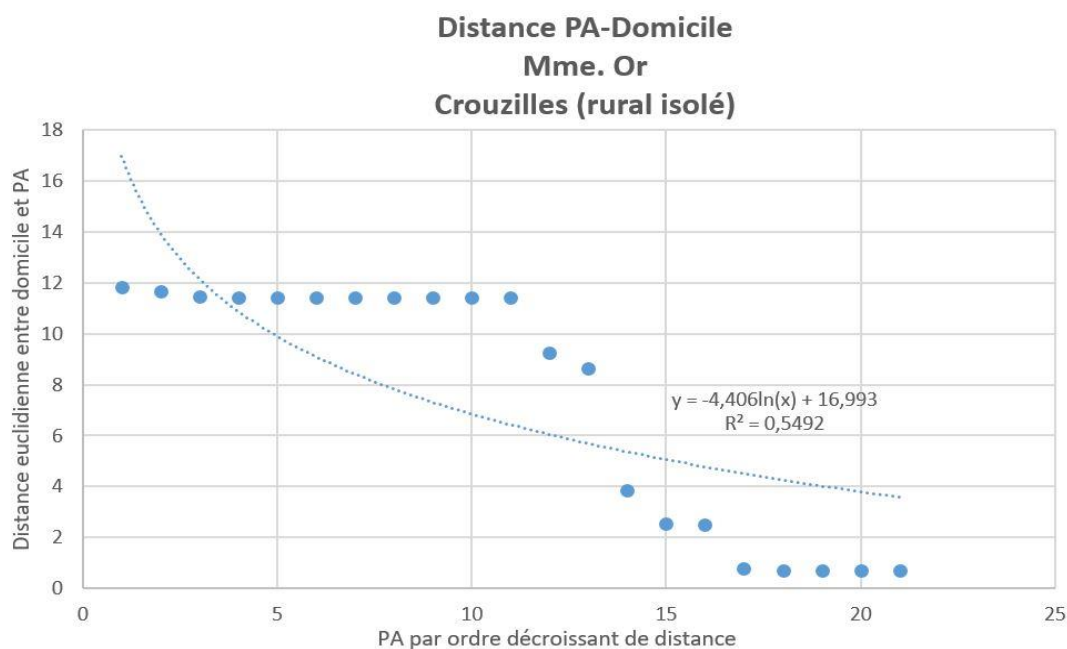
Dans le milieu polarisé, 5 individus n'ont aucune ressemblance, 6 en ont une faible, 6 ont une ressemblance moyenne et 12 en ont une forte. Ci-dessous un graphique pour chaque catégorie et chacun des deux milieux étudiés avec une explication.

*Aucune ressemblance :*



**Figure 7 Graphique "Aucune ressemblance" secteur polarisé**

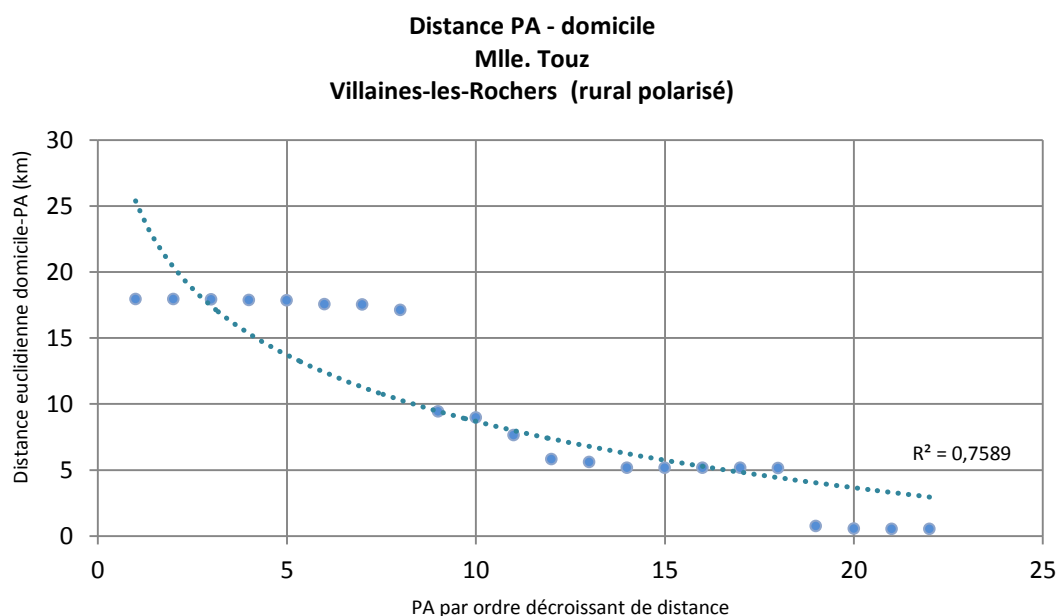
Si l'on compare ce graphique avec celui du profil type vu précédemment, on voit bien qu'ils n'ont rien en commun. Leurs coefficients de détermination sont complètement différents (0.25 pour celui-ci contre 0.93 pour le profil type). Il y a bien un palier mais il est à 20 kilomètres et correspond à la quasi-totalité des points d'arrêt. La part de points se trouvant près du domicile est faible comparée aux autres (seulement 3 points à moins de 10 km).



**Figure 8 Graphique "Aucune ressemblance" secteur isolé**

Sur ce profil du milieu rural isolé, la distance la plus élevée n'est que de 12 km, de plus il y a un écart important avec la courbe de tendance logarithmique entre 11 et 4 km, avec un palier proche de 12 km. Cette courbe ne ressemble pas au profil type de mobilité en milieu rural isolé.

*Faible ressemblance :*



**Figure 9 Graphique "Faible ressemblance" secteur polarisé**

Ce graphique a très peu de points communs avec le profil type mais à l'inverse du précédent, il a une caractéristique commune avec celui du secteur rural polarisé : le palier à 5 km. Pour le reste, tout est différent, le coefficient de détermination, le palier à 18 km présent ici mais pas dans le profil type et aucun point au-dessus de 20 km.



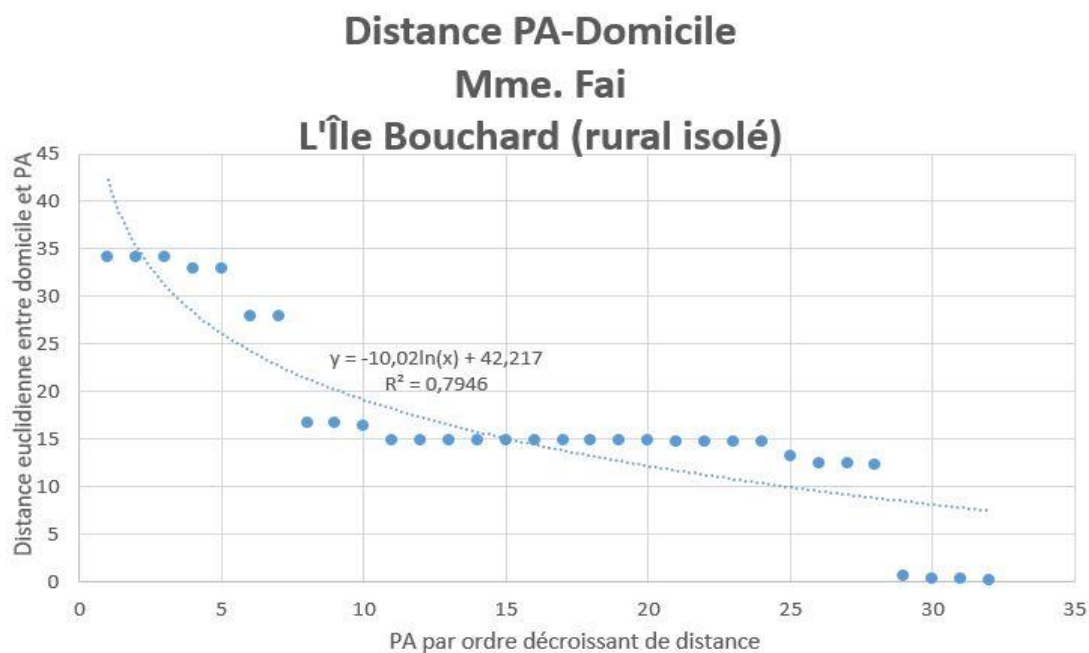


Figure 10 Graphique "Faible ressemblance" secteur isolé

Ici, la distance maximale atteint 35 km, ce qui est plus proche du profil type. On constate un écart à la courbe de tendance semblable à celui du profil type entre 33 et 17 km, avec un petit palier vers 33 km et une chute de la distance entre 27 et 17 km, ainsi que des points proches de 0 km. Cependant le palier à 15 km est important dans la mobilité de cet individu et concerne presque la moitié des points, ce qui n'est pas le cas du profil type.

*Ressemblance moyenne :*

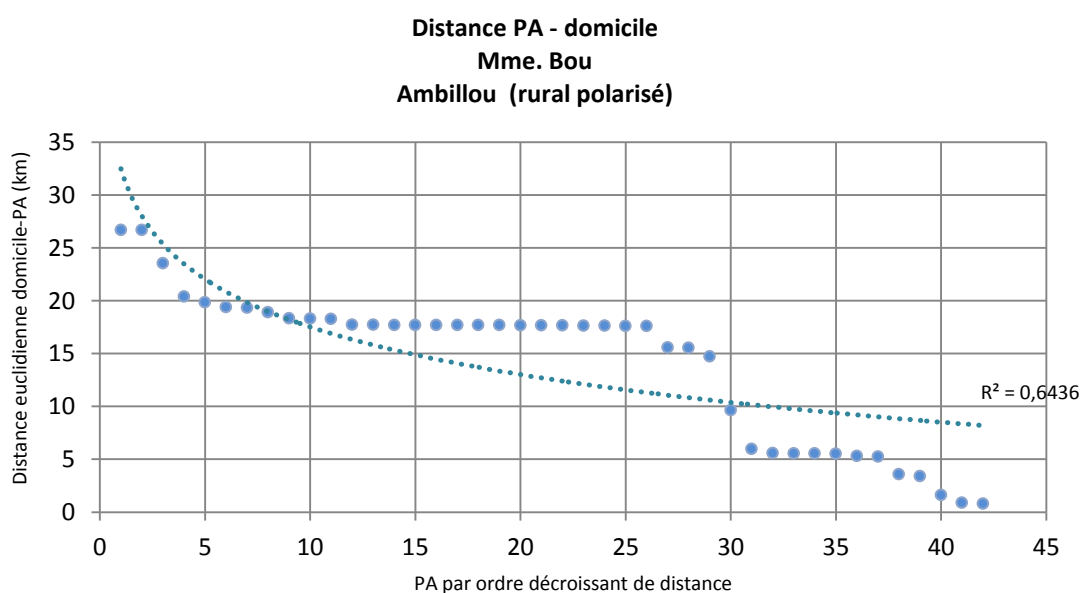


Figure 11 Graphique "Ressemblance moyenne" secteur polarisé

Sur ce graphique nous pouvons apercevoir quelques éléments communs avec le profil type comme le palier à 5 km, le petit palier autour de 0 km ou la part de points au-dessus de 20 km. En revanche, d'autres éléments les éloignent comme le long palier à 18 km ou le coefficient de détermination. Mais dans l'ensemble, nous pouvons affirmer qu'il y a quelques similitudes. A partir de cette catégorie, il faut mettre en parallèle la carte des points d'arrêt pour chaque individu.

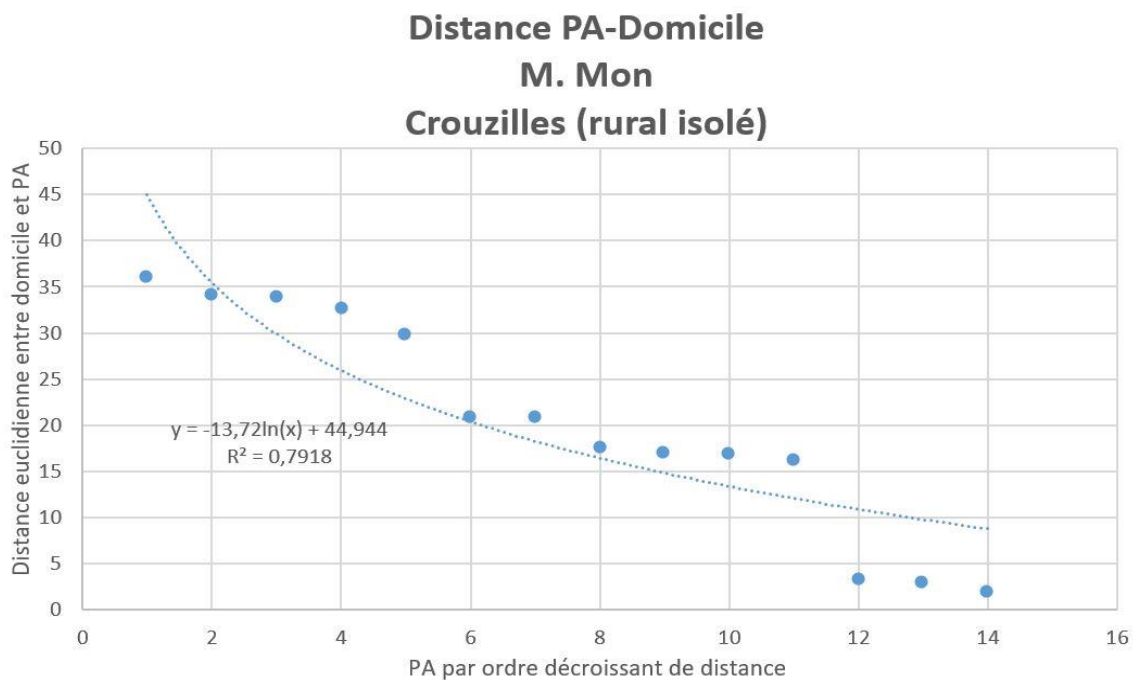


Figure 12 Graphique "Ressemblance moyenne" secteur isolé

Ici la ressemblance avec le profil type isolé est moyenne, il y a bien un écart à la courbe de tendance vers 33-20 km, mais le palier vers 17 km suivi de l'absence de points d'arrêt jusqu'à 3 km diffère du profil type.

*Forte ressemblance :*

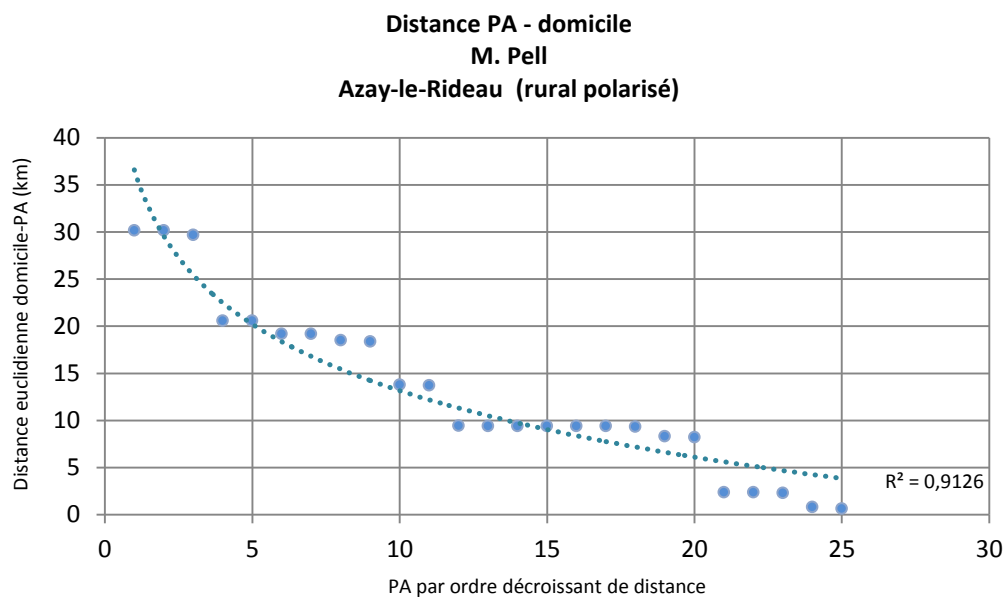


Figure 13 Graphique "Forte ressemblance" secteur polarisé

Ce graphique a presque toutes les mêmes caractéristiques que le profil type, à commencer par des coefficients de détermination très proches, une faible part de points d'arrêt au-dessus de 20 km, un palier à 0 km. Le palier à 10 km peut aussi être comparé à celui à 5 km du profil type. En d'autres termes, cet individu représente un profil type du secteur rural polarisé.

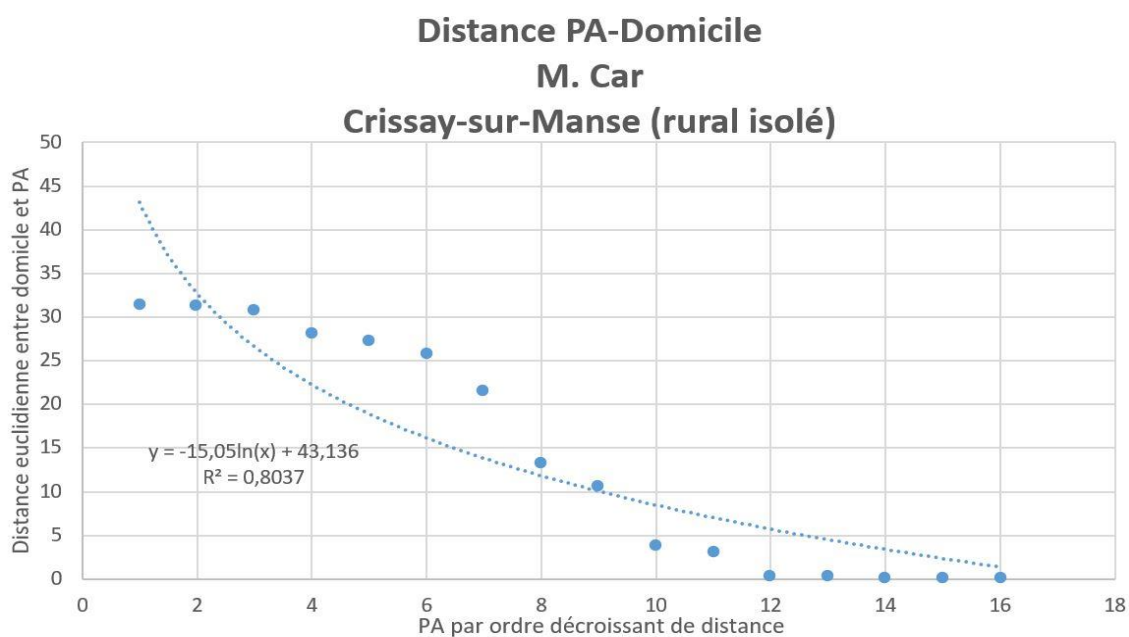


Figure 14 Graphique "Forte ressemblance" secteur isolé

Sur ce graphique, la présence du palier vers 32 km et l'écart à la courbe de tendance entre 32 et 17 km rappellent le profil type. On retrouve également des points proches de 0 km tout comme le profil type du milieu rural isolé. Cependant la distance maximale des points d'arrêt est plus faible que dans le profil type. Cet individu se rapproche du profil type du milieu rural isolé, mais il ne lui est pas totalement semblable.

Les deux milieux ruraux ont donc des profils types semblables. On retrouve une diminution rapide sur les premiers 10% de la courbe puis une diminution lente jusqu'autour de 0 km. La seule différence est la présence du palier à 5 km pour le secteur polarisé alors qu'il n'est pas présent dans le secteur isolé. Au niveau individuel, les habitants du secteur isolé ont des courbes qui diffèrent du profil type alors que ceux du secteur polarisé s'en rapprochent plus. Le nombre d'individus qui ont une forte ressemblance avec le profil type est plus grand dans le secteur polarisé que dans le secteur rural. La totalité des graphiques sont en annexe et rangés par secteur.

Maintenant que les graphiques ont été faits et analysés, il est temps de passer à la cartographie des points d'arrêt.

## 2. Cartographie des points d'arrêt

Grâce aux données des points d'arrêt de chaque individu il nous a été possible de créer une cartographie de leurs déplacements à l'aide du logiciel ArcGIS dans le but de savoir quels territoires sont privilégiés et si les points sont dispersés ou s'ils sont tous concentrés en un même endroit. La comparaison entre secteur rural isolé et polarisé peut aussi nous aider à mieux comprendre le comportement des individus selon leur territoire. Le but étant ensuite de regrouper les comportements similaires et de les nommer.

Voici quelques exemples de cartographies pour le secteur rural polarisé avec une courte analyse pour chacun. L'étoile verte correspond au domicile, les points rouges sont les points d'arrêt et les cercles représentent les distances euclidiennes au domicile (5 km, 10 km, 20 km, 30 km...).

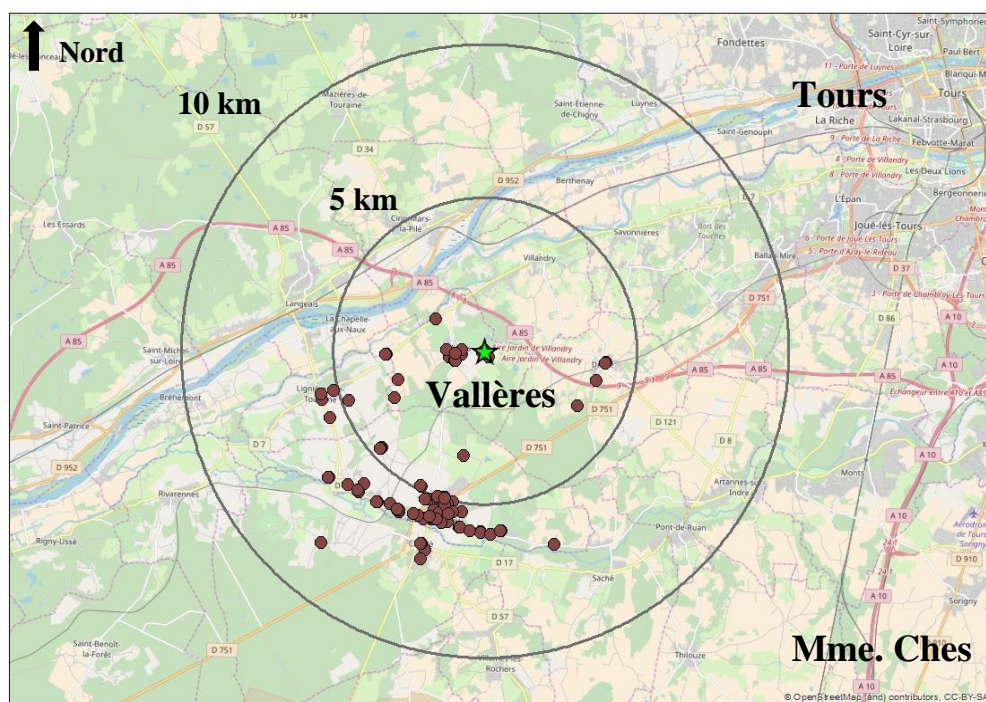


Figure 15 Carte 1 secteur polarisé

Sur cette carte, l'individu (Mme. Ches) privilégie le secteur local, tous ses déplacements sont à moins de 10 km du domicile. Tours n'a aucun impact sur ses déplacements, même pour les loisirs ou les courses. Il y a un nombre important de points d'arrêt, ce qui signifie que la personne est mobile et même en se déplaçant autant elle ne va pas à Tours. Son type de comportement sera "Local".

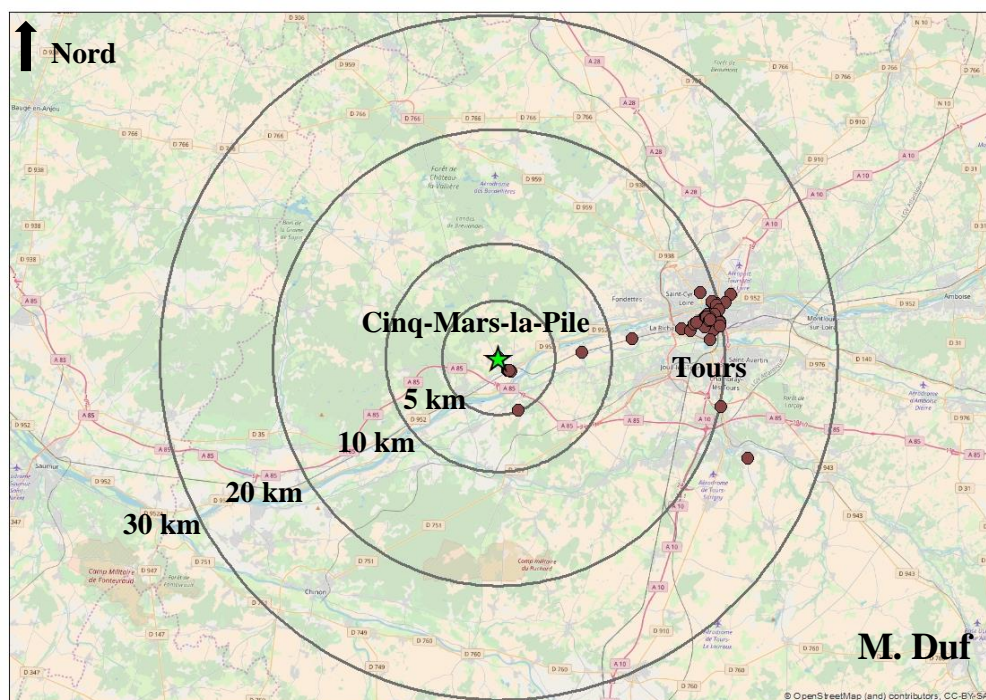


Figure 16 Carte 2 secteur polarisé



Cet individu (M. Duf), à l'inverse du précédent, privilégie grandement Tours et très peu le secteur local. Son comportement sera plus considéré comme “Métropolitain”.

Nous avons vu les comportements “Local” et “Métropolitain”, il faut maintenant voir ceux qui sont entre les deux.

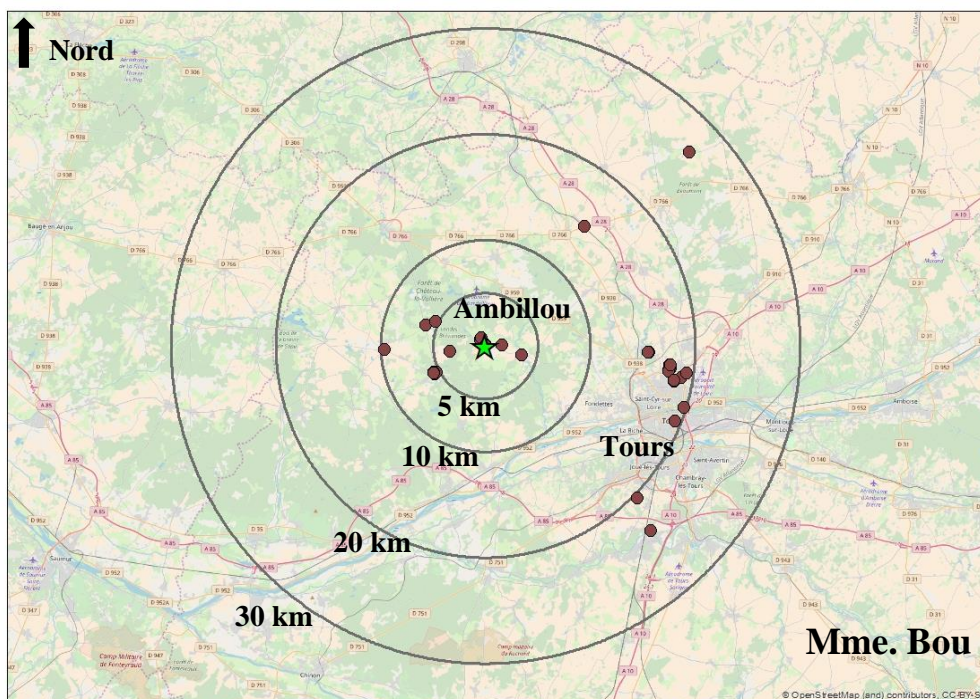


Figure 17 Carte 3 secteur polarisé

Cet individu (Mme. Bou) a autant de points d'arrêt proches de son domicile qu'à Tours. Elle ne privilégie aucun des deux territoires, elle a un comportement “Hybride”.

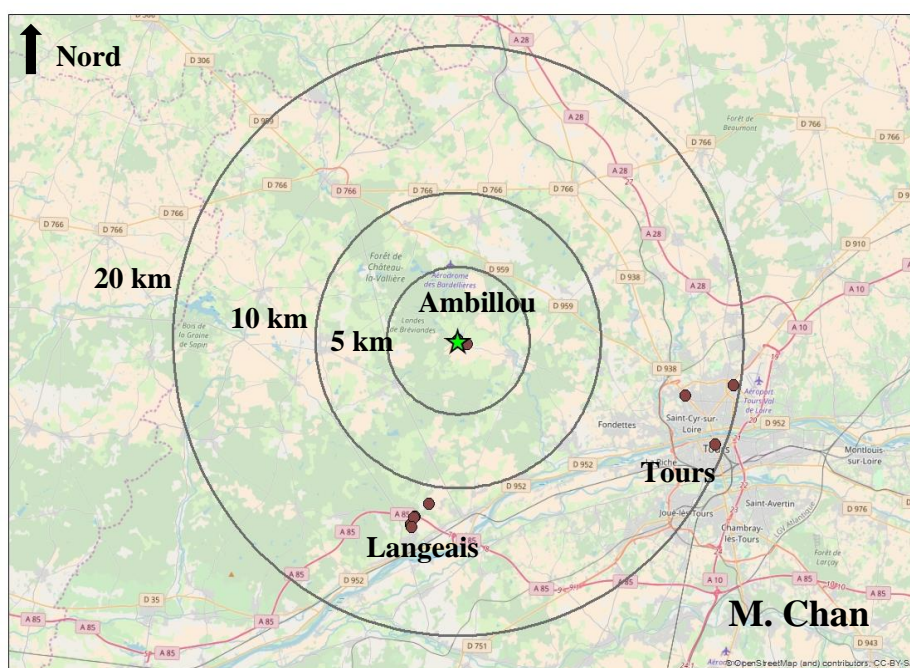


Figure 18 Carte 4 secteur polarisé

Enfin, il y a les individus comme celui-ci (M. Chan) qui ont peu de points d'arrêt mais qui vont un peu partout, il y en a à Tours, près du domicile et même dans une autre "grande" ville (Langeais). Ce comportement peut être considéré comme "Polyvalent".

Les cartes suivantes représentent les différentes mobilités des individus du milieu rural isolé, les cercles représentent la distance à vol d'oiseau tous les 5 km, puis au-delà de 30 km tous les 10 km, l'étoile symbolise le domicile et les points les zones d'arrêt :

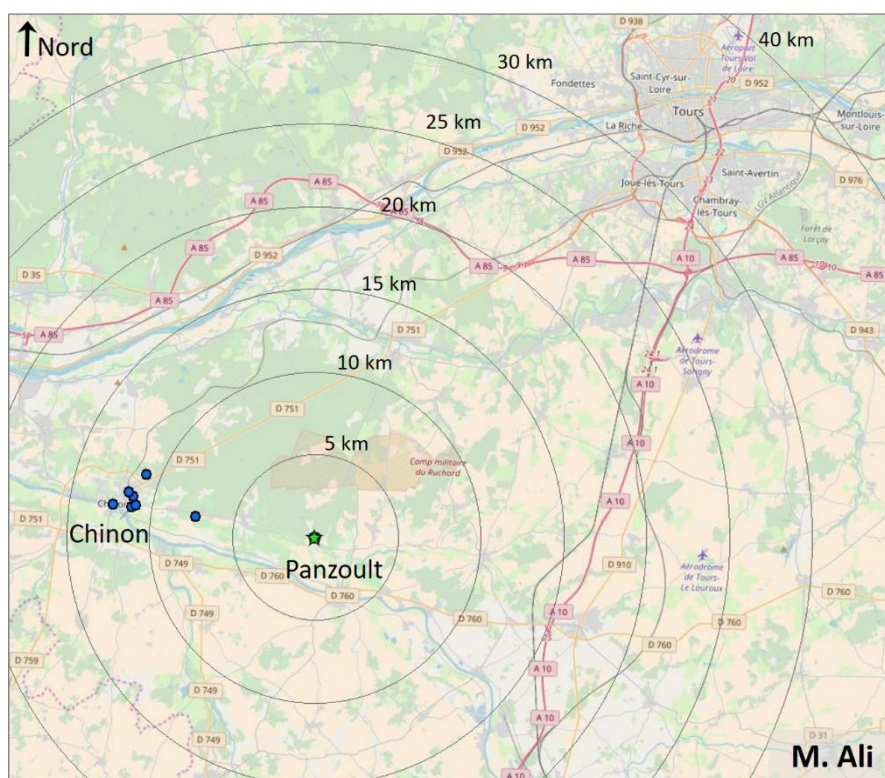


Figure 19 Carte 1 secteur isolé

Cet individu (M. Ali) ne fréquente principalement qu'une autre commune, située à une dizaine de km, en plus de celle de sa résidence, et ne fréquente pas du tout Tours dans sa mobilité quotidienne. Sa mobilité est qualifiée de locale.



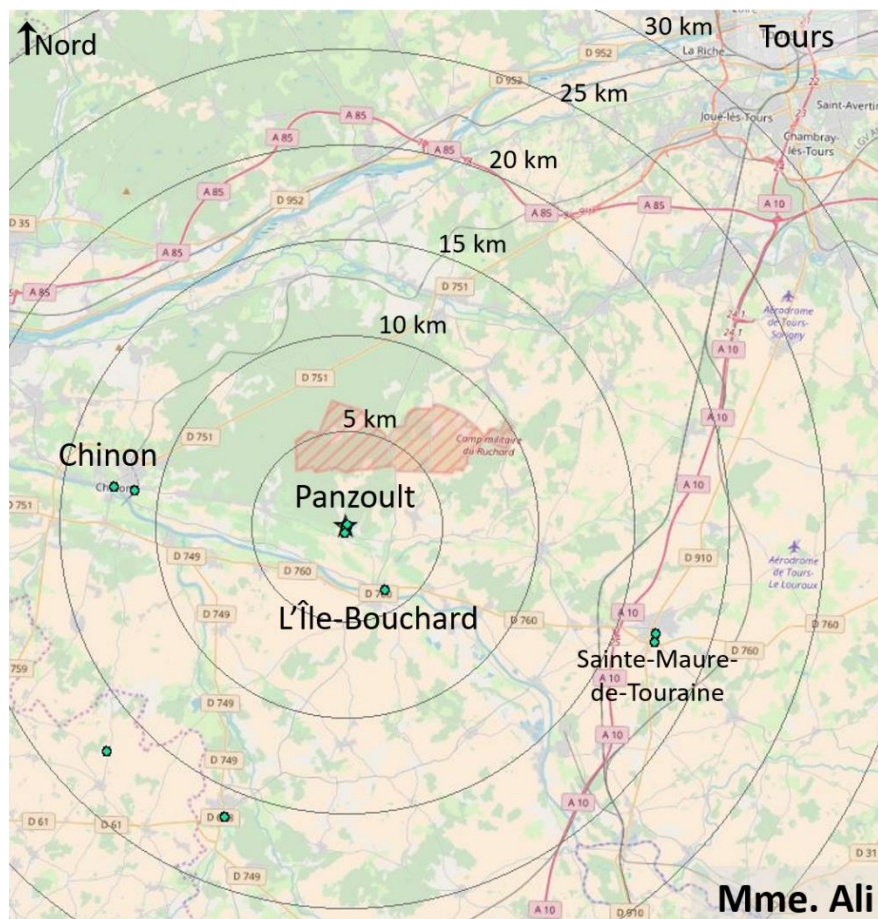


Figure 20 Carte 2 secteur isolé

Cette carte représente la mobilité d'un individu (Mme. Ali) qui fréquente plusieurs communes aux alentours de sa commune d'origine (entre 10 et 20 km). Cependant il ne se déplace jamais à Tours et privilégie les autres communes, moins grandes et plus proches. Son comportement est local territorialisé.



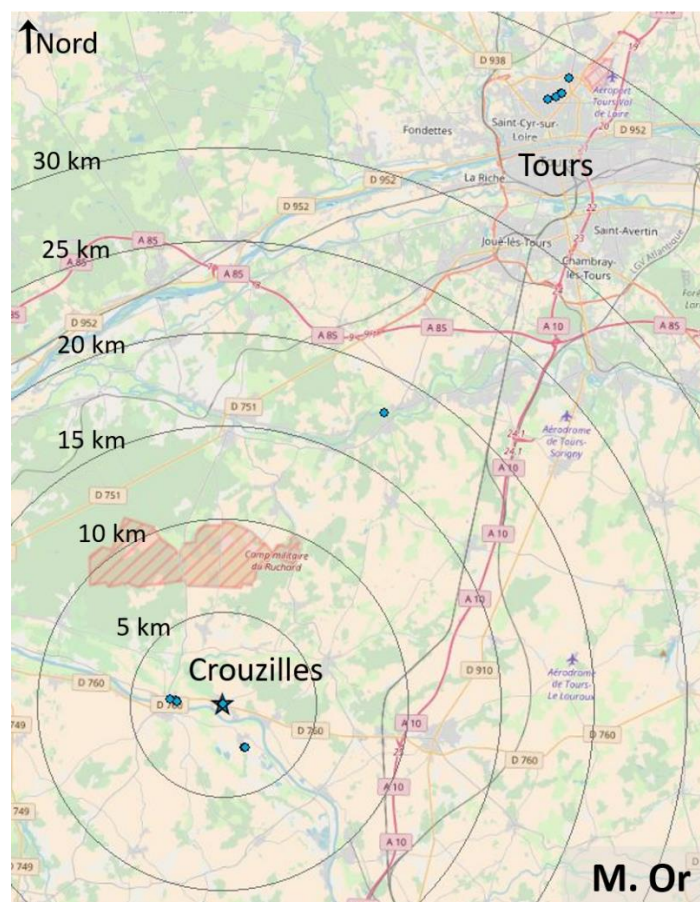


Figure 21 Carte 3 secteur isolé

La mobilité de cet individu (M. Or) comporte des arrêts à moins de 5 km de son domicile mais aussi quelques arrêts à Tours. Son comportement peut être identifié comme local métropolitain.

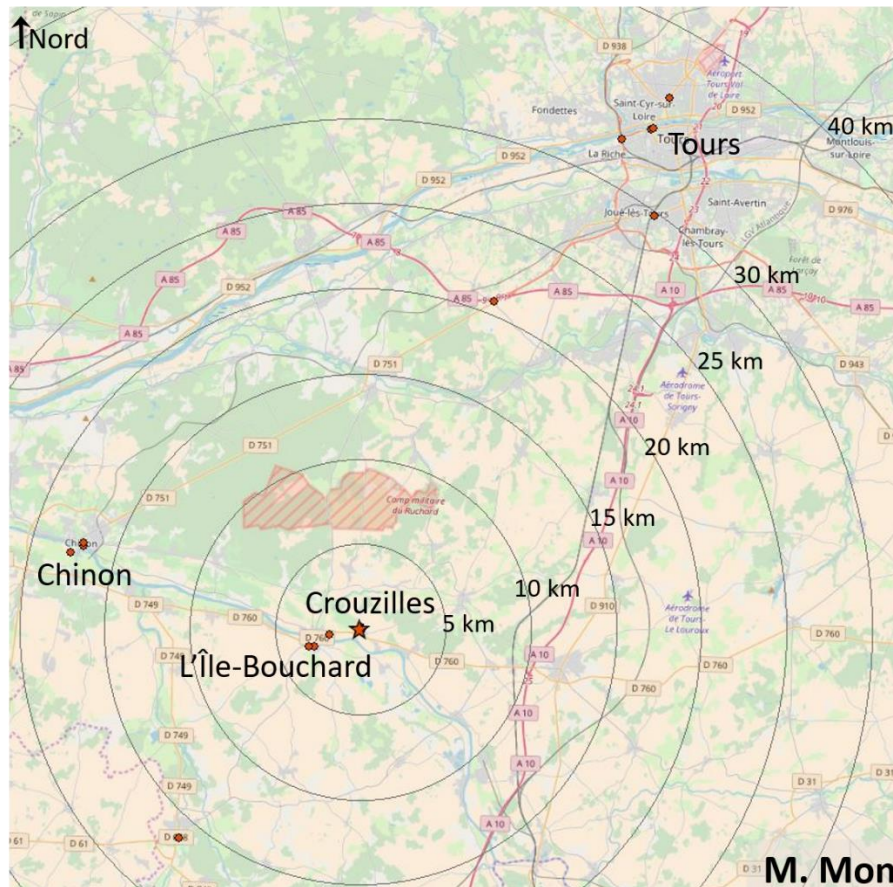


Figure 22 Carte 4 secteur isolé

D'autres comportements sont semblables à celui-ci. L'individu (ici M. Mon) fréquente Tours, mais aussi des villes autour de son domicile ainsi que sa commune de résidence. Il est métropolitain.

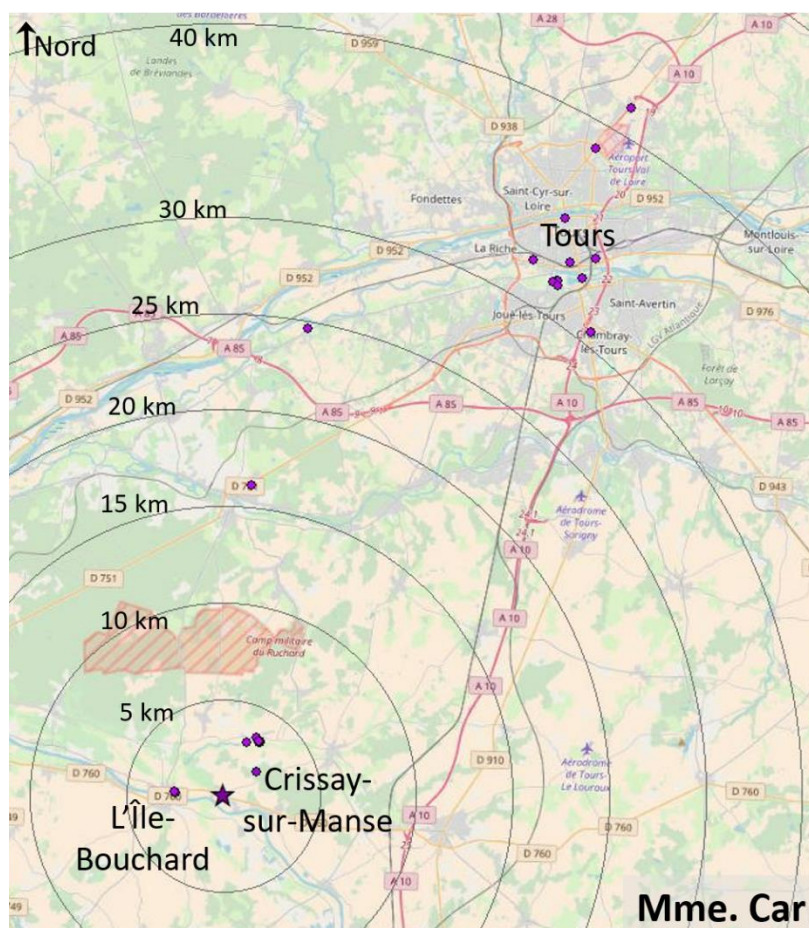


Figure 23 Carte 5 secteur isolé

Ici, les arrêts sont présents en grand nombre à Tours, contrairement au métropolitain qui fréquente également d'autres grandes villes et au local métropolitain qui fréquente aussi beaucoup le secteur proche de sa résidence, cet individu (Mme. Car) présente principalement des arrêts concentrés dans l'agglomération de Tours. Son comportement est métropolitain polarisé.

La totalité des cartes est en annexe et elles sont rangées par secteur.

### 3. Types de comportements

En fonction du type de commune dans lequel se localisent les points d'arrêt (Tours, la commune de résidence, une autre commune), différents comportements peuvent ressortir. Les termes utilisés pour définir les types de comportements s'appuient sur le PowerPoint "*Proxi communication*" de M. Baptiste et M. Feildel.

Les différents types de comportements sont :

- **Aucun** signifie qu'il n'y a pas de points d'arrêt dans cette zone ;
- **Peu** signifie que quelques points s'y trouvent ;
- **Beaucoup** signifie qu'il y a un nombre important de points dans cette zone (proportionnellement au nombre total de points d'arrêt pour l'individu analysé).

Le triplet Aucun-Aucun-Aucun n'est pas possible car il désignerait soit quelqu'un qui ne sort pas de son domicile, soit quelqu'un qui fréquente des lieux situés à une distance de moins de 100 m du domicile, soit un individu ne se trouvant que dans un lieu au-delà de 60 km du domicile, ces points étant des données que nous n'avons pas pris en compte.

Pour le secteur rural polarisé, nous pouvons faire un tableau des différents comportements que l'on y trouve. Pour la colonne "Autres villes", les termes Aucun et Peu ont été regroupés, d'une part pour diminuer le nombre de comportements mais surtout car la part que ces points représentent est trop faible par rapport au total.

Tours	Domicile	Autres villes	Types de comportements	Nombre d'individus
Aucun	Beaucoup	Aucun/Peu	Local	3
Peu	Aucun	Aucun/Peu	Métropolitain modéré	1
Peu	Peu	Aucun/Peu	Hybride modéré	4
Peu	Beaucoup	Aucun/Peu	Local modéré	7
Beaucoup	Peu	Aucun/Peu	Métropolitain	9
Beaucoup	Beaucoup	Aucun/Peu	Hybride	4
Beaucoup	Beaucoup	Beaucoup	Polyvalent	1

Tableau 1 Types de comportements du secteur polarisé

Le comportement "Local" représente un individu qui a la quasi-totalité de ses points d'arrêt proches de son domicile. Il ne va pas en métropole ni dans une ville autour. Le terme "Métropolitain modéré" correspond à une personne qui va uniquement à Tours mais très peu souvent. Un "Hybride modéré" va occasionnellement à Tours et près de chez lui, il n'y a aucune préférence entre les deux territoires. Le comportement "Local modéré" représente un individu qui passe beaucoup de temps près de chez lui mais qui va aussi quelques fois à Tours pour les loisirs ou activités qu'il ne peut pas pratiquer autour de chez lui. Un "Métropolitain" ira presque uniquement à Tours et de manière régulière, il utilisera le territoire autour de chez lui pour quelques besoins basiques comme la boulangerie par exemple. Le comportement "Hybride" signifie que l'individu va régulièrement à Tours et autour de chez lui, il n'a aucune préférence entre les deux. Enfin, un "Polyvalent" ira dans tous les territoires sans faire de préférence.

Au sein du secteur rural polarisé, la plupart des individus avaient au moins un ou deux points d'arrêt à Tours, pareil pour la zone près de leur domicile. En revanche, pour les autres



viles “importantes”, les points d’arrêt se font plus rares. La proximité de cette zone avec Tours rend inutile les autres villes comme Chinon, Langeais ou l’île Bouchard par exemple. Les habitants du secteur rural polarisé préfèrent en majorité aller à Tours pour les courses, le shopping ou les loisirs. Pour les individus qui vont dans ces autres villes, le nombre de points d’arrêt est toujours très faible et cette part représente peu par rapport à celle de Tours ou de la zone du domicile. Les chiffres montrent que le type “Métropolitain” est le plus représenté. Viennent ensuite les “Locaux modérés” qui vont occasionnellement à Tours et plus souvent autour de leur domicile. Les individus “Hybrides” et “Hybrides modérés” sont relativement nombreux.

Finalement, on retrouve autant de métropolitains, modérés ou non, que de locaux, modérés ou non. Cela signifie qu’une partie des individus du secteur rural polarisé est attachée à son territoire local, certains préfèrent rester près de chez eux pour leurs activités même si le choix est plus limité qu’à Tours. Les raisons peuvent être multiples : écologiques, économiques ou comportementales par exemple. Il faudrait faire une enquête plus poussée pour avoir ces réponses. L’autre partie des individus préfère aller à Tours où ils peuvent trouver tout ce dont ils ont besoin, au risque de faire plus de route, de payer le parking, de mettre plus de temps, etc... Les avantages et inconvénients de chaque type de comportement changeront d’un individu à l’autre, selon l’emploi, la taille du ménage ou le revenu par exemple. Les hybrides, modérés ou non, sont au nombre de 8 et ne veulent pas choisir entre être locaux ou métropolitains, ils vont à Tours pour les besoins qu’ils ne trouvent pas près de chez eux et ils restent dans leur commune ou autour pour les besoins qui y sont disponibles.

Tours	Domicile	Autres villes	Types de comportements	Nombre d’individus
Aucun	Peu	Beaucoup	Local	6
Aucun	Peu	Peu	Local territorialisé	3
Aucun	Beaucoup	Peu	Local territorialisé	2
Peu	Peu	Peu	Local métropolitain	2
Peu	Beaucoup	Peu	Métropolitain	3
Peu	Peu	Beaucoup	Métropolitain	6
Beaucoup	Peu	Peu	Métropolitain	5
Beaucoup	Beaucoup	Peu	Métropolitain polarisé	1

Tableau 2 Types de comportements dans le secteur isolé

Le terme de local désigne un individu qui fréquente sa commune de résidence et principalement une autre ville proche de son lieu de résidence. Local territorialisé décrit quelqu'un qui fréquente en plus de sa commune résidentielle plusieurs autres communes proches de son domicile. Un métropolitain est un individu qui fréquente sa commune ainsi que des communes proches de son domicile, mais également l'agglomération de Tours. Une personne locale métropolitaine fréquente sa commune de résidence mais aussi l'agglomération de Tours, mais en moindre mesure. Enfin, le comportement de métropolitain polarisé désigne un individu fréquentant sa commune de résidence et l'agglomération de Tours.

Le comportement le plus représenté dans le milieu rural isolé est le comportement métropolitain (12 individus). Ces individus fréquentent Tours ainsi que les communes situées autour de leur résidence. Cependant, 11 autres individus ont plutôt un comportement soit local, soit local territorialisé, c'est-à-dire qu'ils ne fréquentent que leur commune et celles aux alentours. On constate donc que Tours ne possède pas un poids forcément très important dans la mobilité quotidienne de ce type de milieu, mais qu'elle est tout de même présente. En revanche les communes telles que Chinon, L'Île-Bouchard, ou encore Sainte-Maure-de-Touraine, qui possèdent différents équipements (centres commerciaux, hôpitaux, loisirs...), apparaissent régulièrement dans l'analyse de la localisation des points d'arrêt. En effet, Tours se situe vers 30-40 km de ce milieu rural isolé, cette analyse des comportements montre que les individus de la CCB ont tendance à fréquenter, voire favoriser, les zones plus proches de leur domicile, et que ceux qui fréquentent Tours incluent tout de même ces zones dans leur vie quotidienne. Ces différents types de comportements peuvent être dûs soit aux volontés des individus, soit à des contraintes telles que le travail, la nécessité d'un service particulier (loisirs, médical, commerces...). Tout comme pour les individus du milieu rural polarisé, une étude plus poussée sur les motivations des individus permettrait de comprendre les raisons des déplacements qu'ils effectuent ainsi que les raisons qui poussent certains à ne pas fréquenter certaines zones (telles que Tours ou à l'inverse les plus petites communes en périphérie de Tours).

On constate que dans ces deux milieux ruraux, il y a des individus qui incluent fortement l'agglomération de Tours dans leurs mobilités et d'autres qui se concentrent plus sur les communes proches de chez eux ou de moins grande importance que Tours. Ceux qui se déplacent le plus souvent à Tours (catégorie "Beaucoup") sont les habitants du secteur rural polarisé (14 individus contre 6) car l'agglomération est plus proche. Les habitants du secteur rural isolé se dirigent plutôt vers des villes comme Chinon ou l'Île Bouchard par exemple. Dans le secteur rural polarisé, peu d'habitants ont des points d'arrêt entre Tours et la zone autour de leur domicile, ce qui implique une chute rapide dans les graphiques. Cela conduit à des courbes qui ne ressemblent pas totalement à celle de la Loi de Zipf et des courbes logarithmiques avec un coefficient de détermination éloigné de 1. Le secteur rural isolé ne rencontre pas ce problème car il est plus éloigné de Tours que le polarisé et de ce fait, les habitants préfèrent se déplacer dans les villes plus proches de chez eux.

### C. Application de la loi de Zipf ?

Dans notre cas, la Loi de Zipf est un outil qui peut nous apporter des informations sur la pratique spatiale des individus. Mais peut-elle expliquer cette pratique? C'est dans cette optique

et pour répondre à cette question que nous avons fait les cartes, les graphiques et les tableaux vus dans la partie précédente. Nous sommes partis des coordonnées des points d'arrêt puis nous avons calculé la distance euclidienne entre le domicile et ces points d'arrêt. Le but étant de mieux connaître les mobilités de chacun et surtout de chaque secteur pour ensuite vérifier si des comportements se répètent ou non.

Les graphiques nous ont donnés une bonne idée de la distance des déplacements de chaque individu. Les courbes pour le profil type de chaque secteur ressemblaient fortement à celle de la Loi de Zipf, le  $R^2$  était proche de 1 et la forme était semblable. Nous avons donc cherché à savoir si individuellement, les courbes ressemblaient au profil type de leur secteur puis nous les avons triées selon le niveau de similitude. Grâce à cela nous avons pu mettre de côté les individus qui ont une mobilité qui peut être "comparée" à la loi de Zipf.

Mais n'avoir que les graphiques n'est d'aucune utilité sans la cartographie des points d'arrêt. C'est ce que nous avons fait ensuite grâce au logiciel ArcGIS. Il nous a alors été possible de connaître les destinations des individus pour chacun de leur point d'arrêt. L'intérêt était de voir l'importance de la métropole dans le secteur rural. Comme avec les graphiques, nous avons trié les individus selon leur comportement, s'ils fréquentaient souvent ou non Tours, la zone autour de leur domicile et les autres villes de taille relativement élevée.

Le rapport avec la Loi de Zipf est, ici, dans la distance entre les points d'arrêt et le domicile. Le but était de voir si la dispersion des points d'arrêt formait une courbe particulière qui pouvait ressembler à celle de la Loi de Zipf. C'est-à-dire une courbe avec un maximum relativement élevé, une diminution rapide et une stagnation à de petites distances, c'est ce que la courbe logarithmique démontre sur les graphiques lorsqu'elle est proche de 1. Et finalement, le but était de savoir si grâce à cette loi, on pouvait expliquer les pratiques spatiales d'un individu ou d'un espace donné. Maintenant que l'on a extrait un maximum d'informations des distances domicile-points d'arrêt, nous pouvons répondre à cette question. La réponse est non, il n'est pas possible d'expliquer les pratiques spatiales d'un individu uniquement grâce à la Loi de Zipf.

Suite à nos recherches nous avons pu extraire de précieuses informations quant à la mobilité des individus mais elles méritent d'être complétées par d'autres données comme par exemple la catégorie socio-professionnelle des personnes, le lieu de travail, la durée des voyages, etc... Si l'on veut aller encore plus loin, il faudrait connaître la motivation derrière chaque déplacement ou le lieu précis de chaque arrêt et non uniquement une adresse approximative. Tout cela requiert de passer plus de temps à récolter les données, plus de temps à les travailler et encore plus de temps à les analyser. Cela pourrait faire une bonne idée de thèse. De plus, il faudrait un panel d'individus encore plus important pour avoir un meilleur échantillon. Grâce à cela, il serait certainement possible de donner une meilleure explication de la pratique spatiale.

Ces pistes peuvent servir de base afin de continuer les recherches sur la Loi de Zipf. Cette loi a un potentiel dans l'analyse des pratiques spatiales mais il faudrait coupler plusieurs données ensemble et pas uniquement les distances entre le domicile et les points d'arrêt.

## Conclusion

Notre projet porte sur une loi assez peu connue en France et qui ne repose sur aucun réel fondement : la Loi de Zipf. Cette loi empirique peut être utilisée dans de nombreux domaines sans que l'on ne sache vraiment pourquoi. Nous avons essayé de l'appliquer à l'aménagement du territoire et plus particulièrement au domaine des transports et mobilités. L'objectif était tout d'abord de comprendre cette loi et de savoir l'expliquer. Puis grâce aux données fournies par les projets MOUR et MOBITER, nous avons cherché à savoir s'il était possible d'appliquer cette loi aux pratiques spatiales des individus de deux territoires ruraux, l'un isolé et l'autre polarisé. Pour ce faire, nous avons décidé d'utiliser la distance entre le domicile et les points d'arrêt de chacun. Ce choix nous a paru le plus intéressant car ces distances permettent de connaître la mobilité des individus, quelles villes ils fréquentent et à quelle fréquence. Grâce à ces données nous avons pu produire des graphiques de ces distances rangées par ordre décroissant et des cartes montrant les différents points d'arrêt. Les informations récoltées ont pu nous aider à comprendre l'intérêt de la Loi de Zipf dans ce domaine.

Suite aux analyses de la partie III, nous avons été en mesure de tirer quelques conclusions quant à l'efficacité de la Loi de Zipf dans notre cas. Il s'avère en effet, qu'il existe un lien entre la loi et les résultats de certains individus. Certaines pratiques spatiales donnent des graphiques ressemblant à celui de la Loi de Zipf, ce qui signifie que cette loi peut servir à décrire leurs déplacements. En revanche, pour les individus qui ont des graphiques complètement différents, ce ne sera pas possible. De plus, nous n'avons travaillé qu'avec les distances domicile-points d'arrêt donc le champ d'application est réduit. L'idée serait, dans une prochaine étude, de travailler avec d'autres données. Dans un premier temps avec celles disponibles grâce aux projets MOUR et MOBITER, puis dans un second temps avec de nouvelles données qu'il va falloir récolter. L'objectif serait de déterminer si la Loi de Zipf peut aider à expliquer les pratiques spatiales avec de nouvelles informations.

La seconde partie du travail pourrait être de trouver d'autres lois qui accompagneraient la Loi de Zipf afin d'avoir une meilleure appréciation des mobilités. Nous y avons pensé et durant notre étude nous avons trouvé quelques lois ou modèles qui sont reliés à Zipf ou aux interactions spatiales. La première est la Loi de Mandelbrot. Ce scientifique a repris le travail de Zipf et a essayé d'en donner une explication. Il s'avère en fait que la Loi de Zipf est un cas particulier de la Loi de Mandelbrot. Les deux sont similaires mais Mandelbrot est arrivé à la conclusion que la Loi de Zipf ne pouvait pas se rencontrer dans la pratique (LEMIRE). La véritable formule serait, selon la Loi de Mandelbrot :  $f(n) = \frac{K}{(a + b)^c}$  où a, b et c sont des constantes, K est la valeur de l'élément de rang 1 et n est le rang (LEMIRE).

Le modèle de Reilly pourrait être utile aussi, il établit les limites des aires d'attractivité et d'influence d'une ville (CHERY, 2009). Dans notre cas, il serait judicieux de l'utiliser pour analyser l'aire d'attractivité de Tours. Les modèles d'interaction spatiale de M. Hillal (2004) utilisent des éléments spécifiques aux déplacements (distance, coût, durée) et permettent d'expliquer les flux entre plusieurs zones géographiques (CHERY, 2009). Enfin, le dernier modèle qui pourrait être utile ici est celui de Huff. C'est un modèle probabiliste qui travaille sur l'attraction d'un lieu (CHERY, 2009).

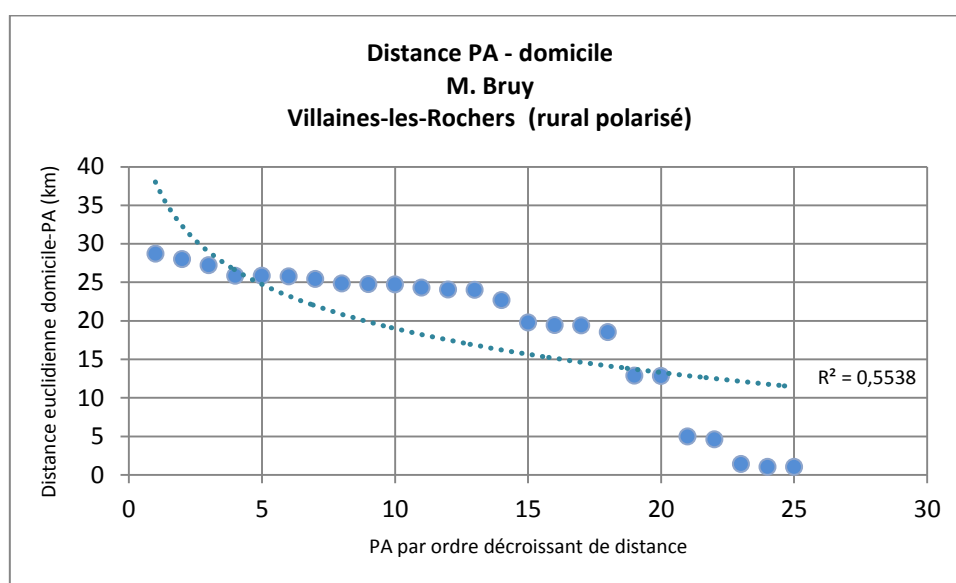
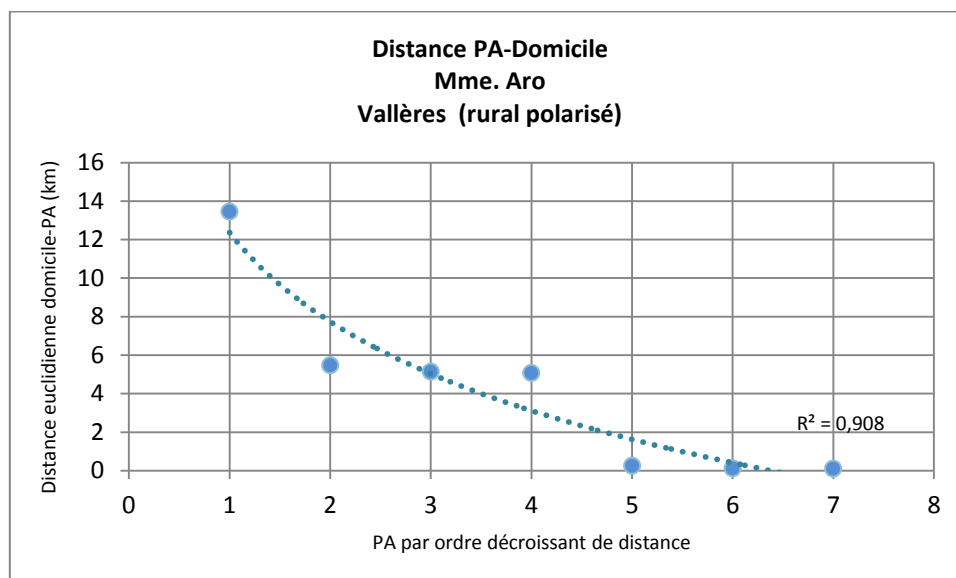


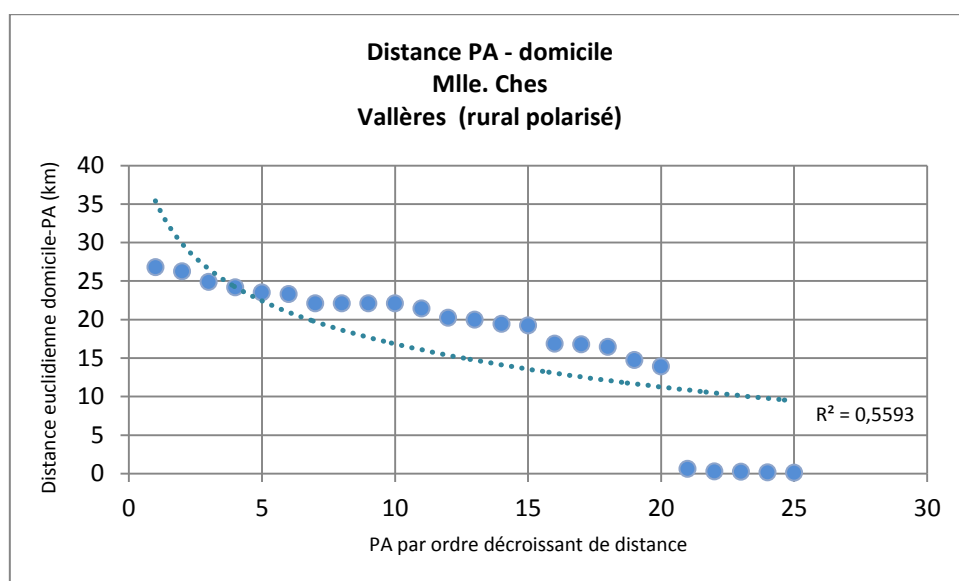
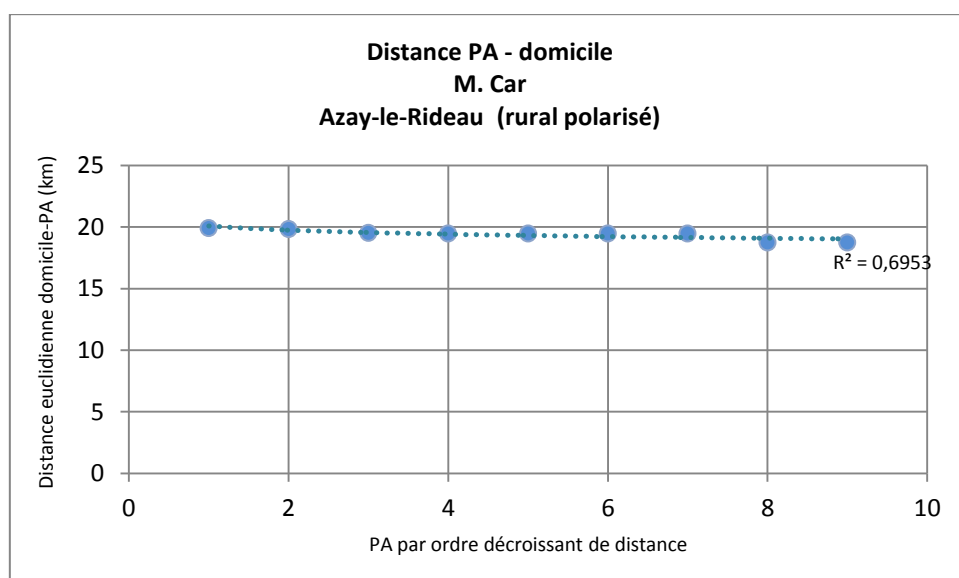
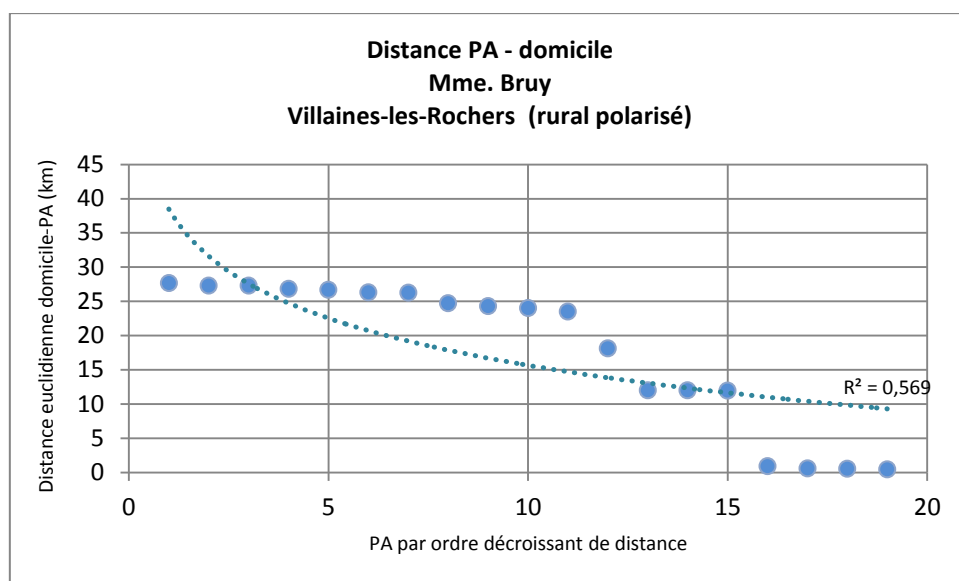
Ces différentes lois et modèles pourraient permettre une approche plus poussée sur le sujet des mobilités au sein d'un territoire. Notre projet portait sur des territoires ruraux différents mais l'analyse des pratiques spatiales peut très bien se faire aussi à l'intérieur d'une ville comme Tours, dans un département entier ou même au niveau national. Le véritable fond porte sur l'attractivité d'une ville, et ces lois pourraient apporter beaucoup dans la suite de cette étude.

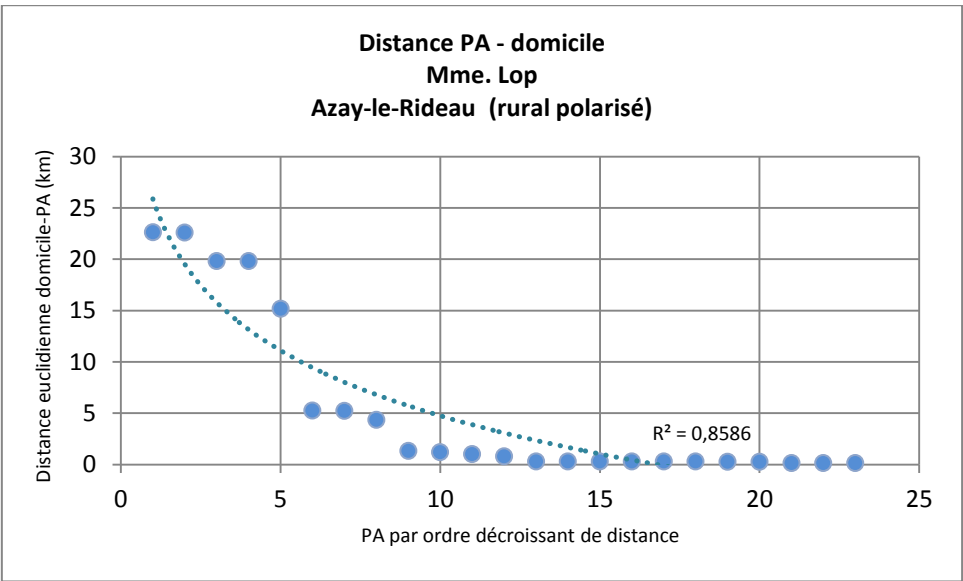
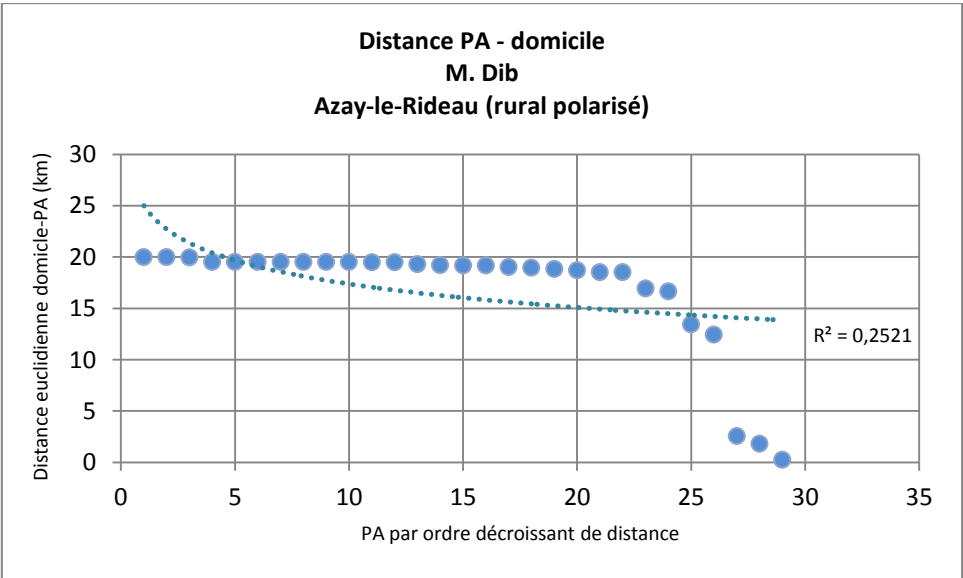
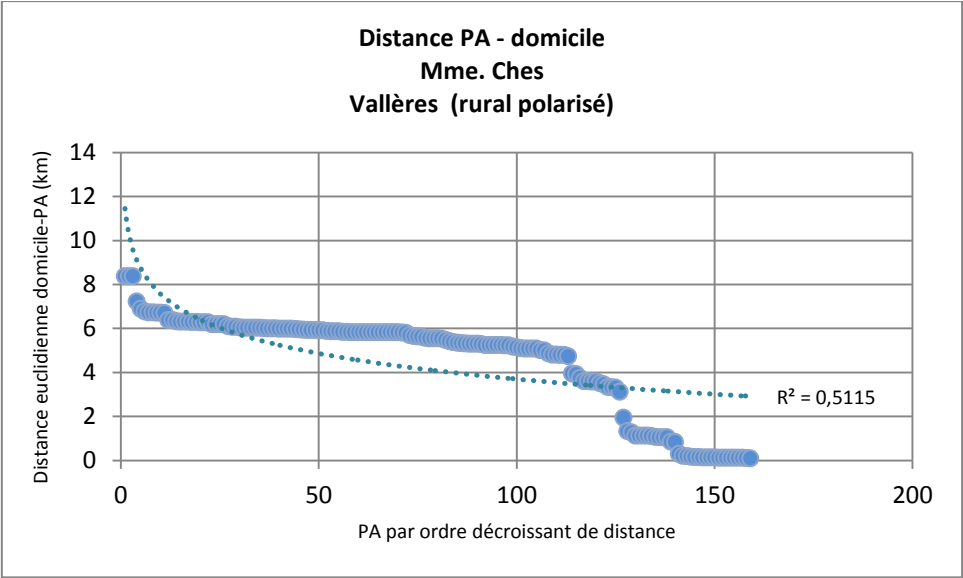
En conclusion, nous avons pu voir que dans ce cas précis, la Loi de Zipf ne pouvait pas apporter toutes les explications aux pratiques spatiales. Du moins, pas toute seule et pas sur un seul jeu de données. Cette étude n'est que la première partie d'un projet bien plus long qui regrouperait plus de données, de lois, de modèles pour au final parvenir à trouver une théorie qui permettrait de comprendre les mobilités de chacun.

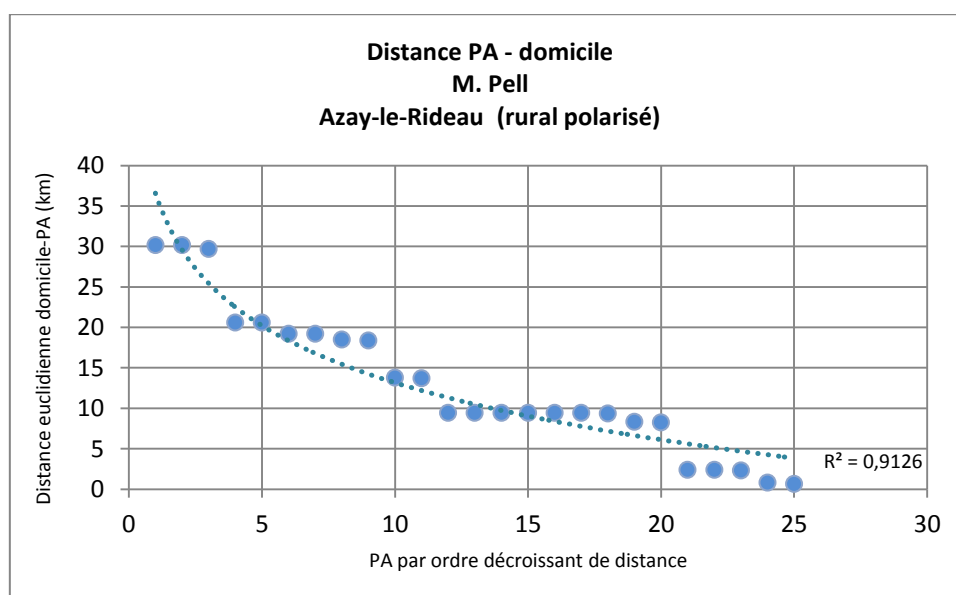
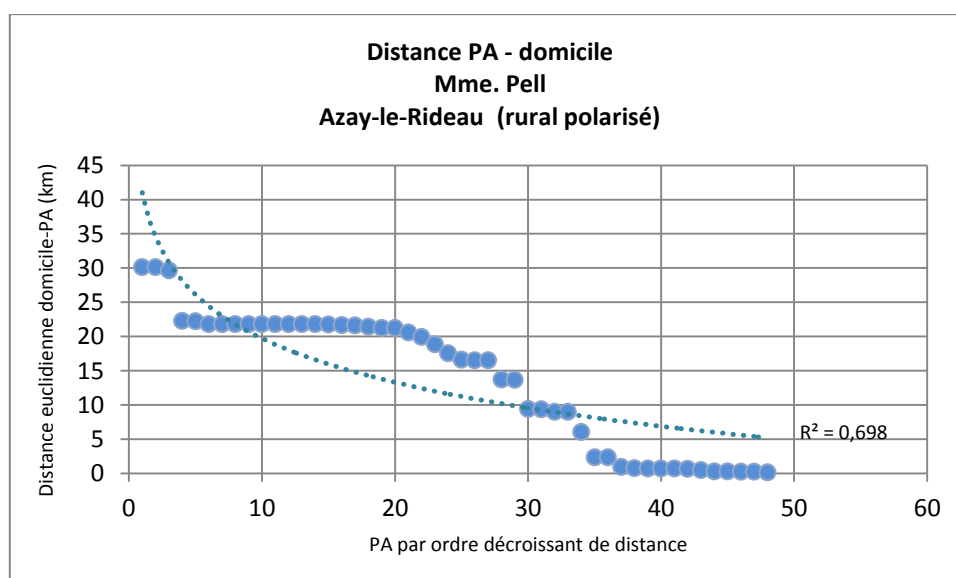
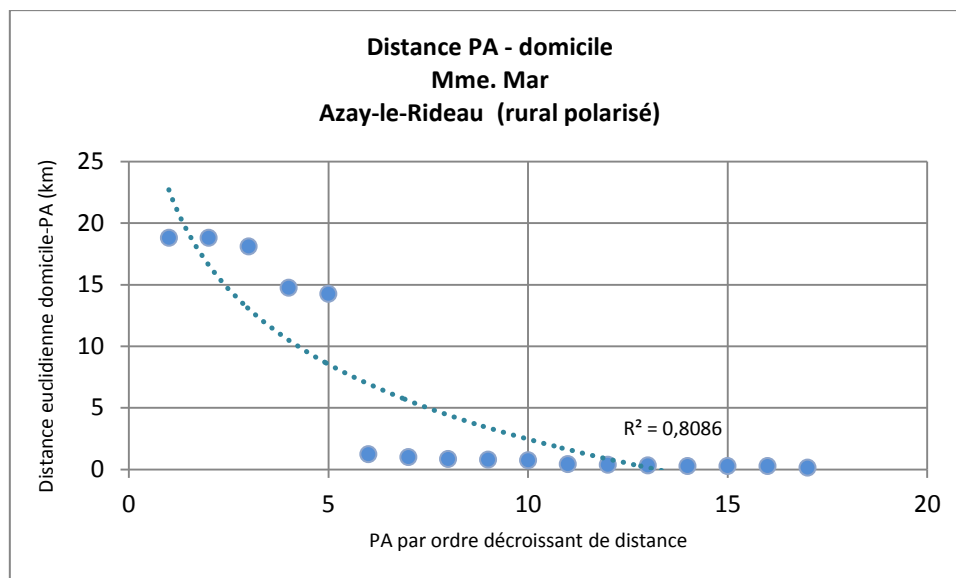
## Annexes

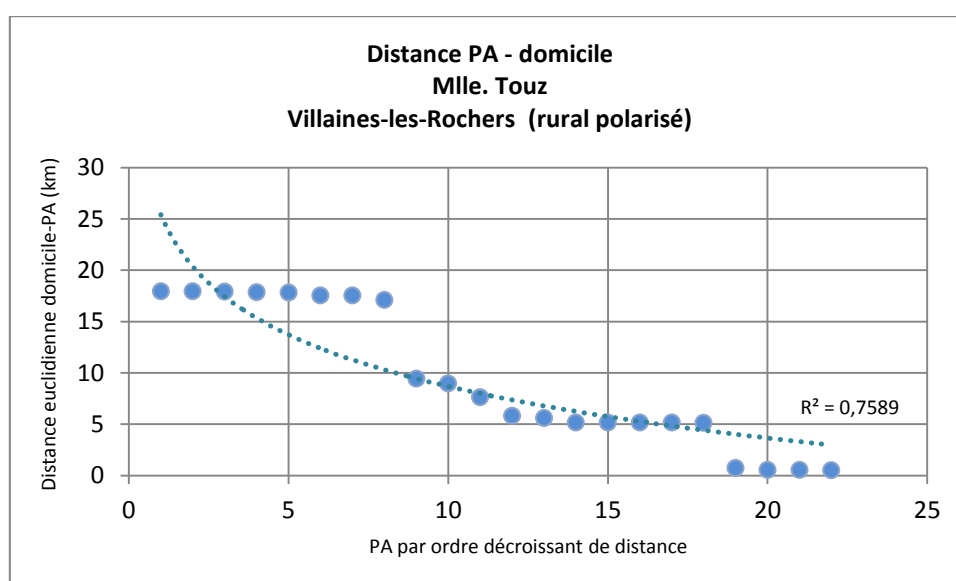
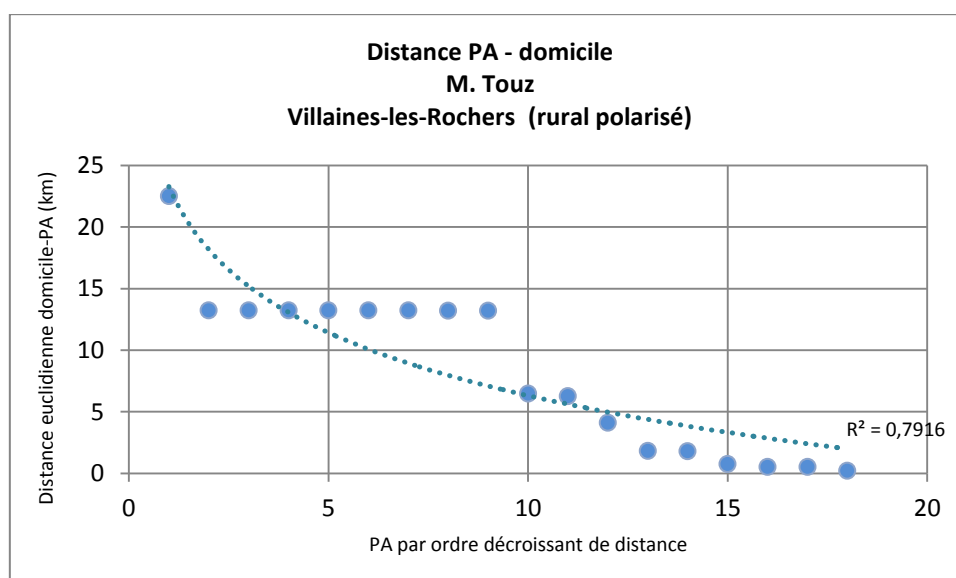
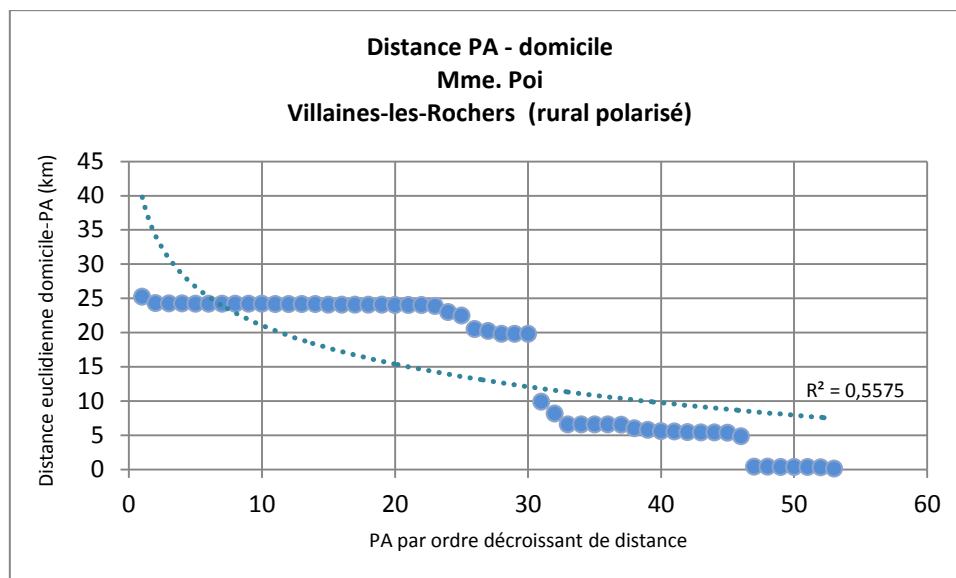
### Annexe 1 : Graphiques des points d'arrêt (PA) du secteur rural polarisé (CCPAR + CCTNO)

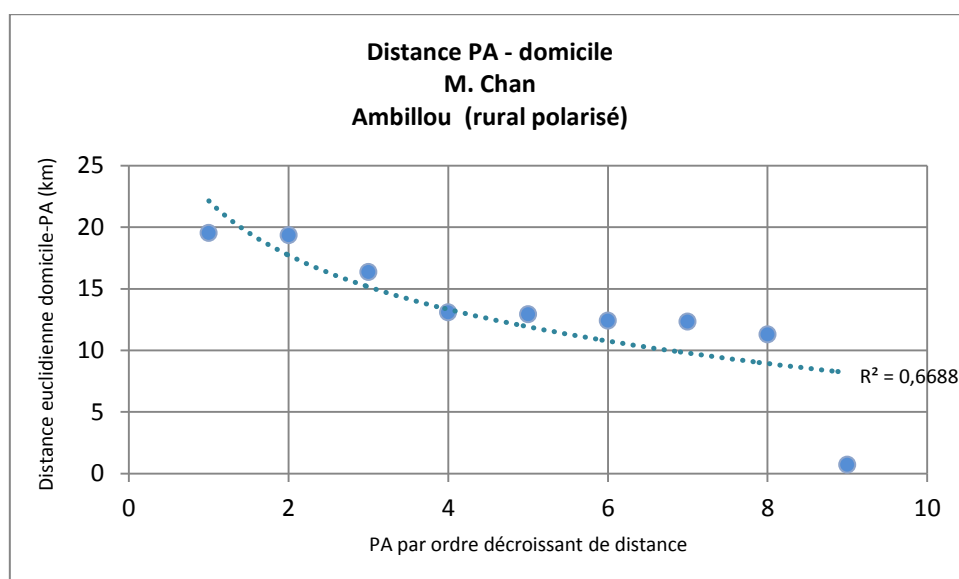
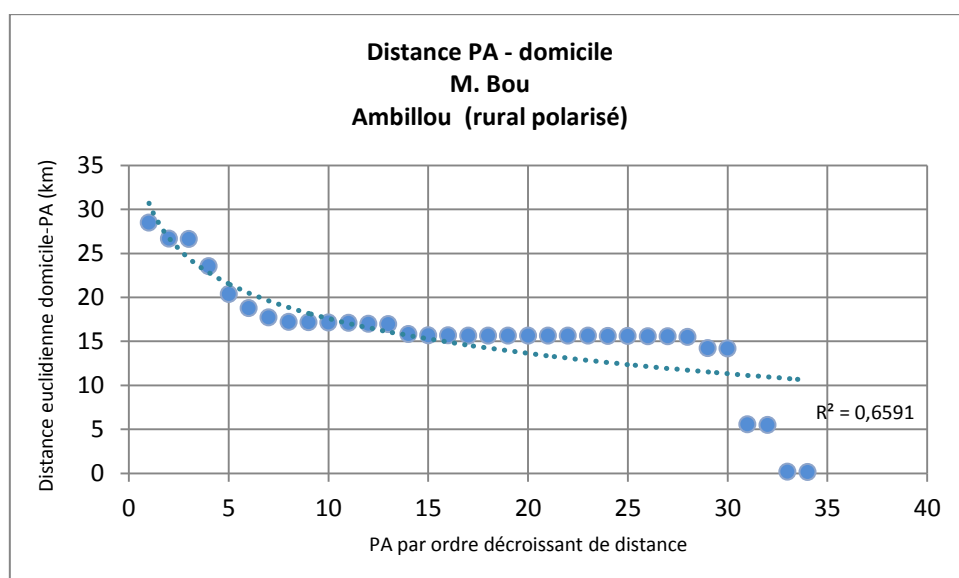
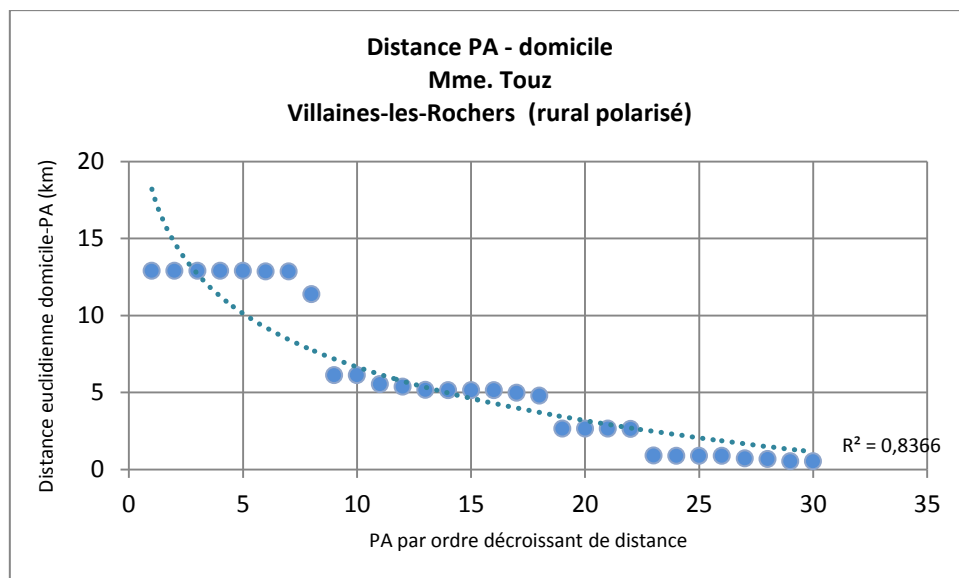


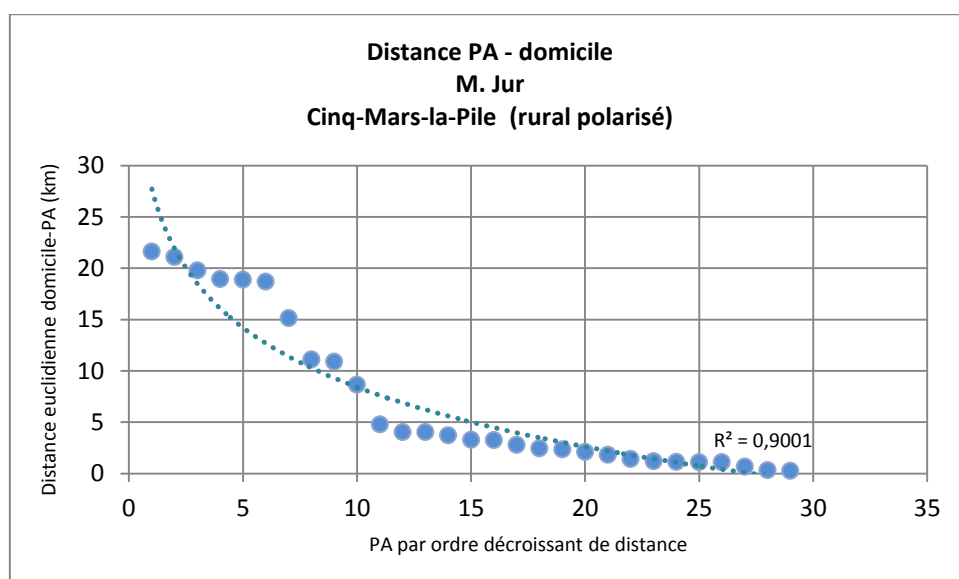
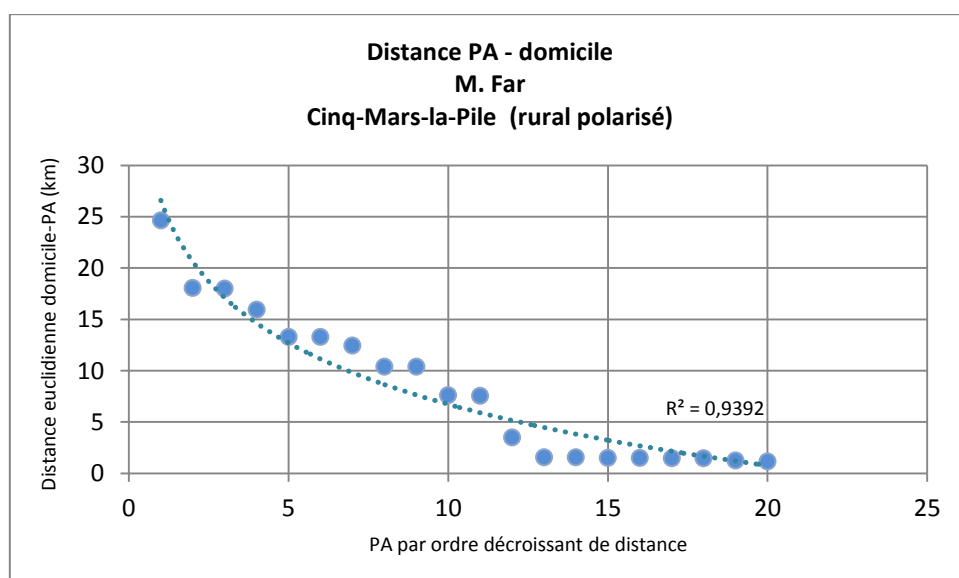
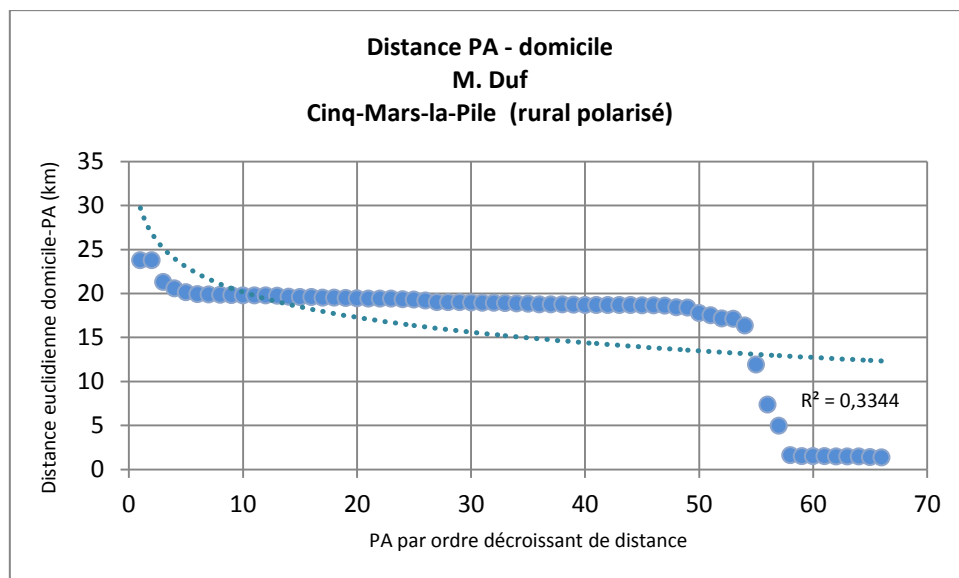




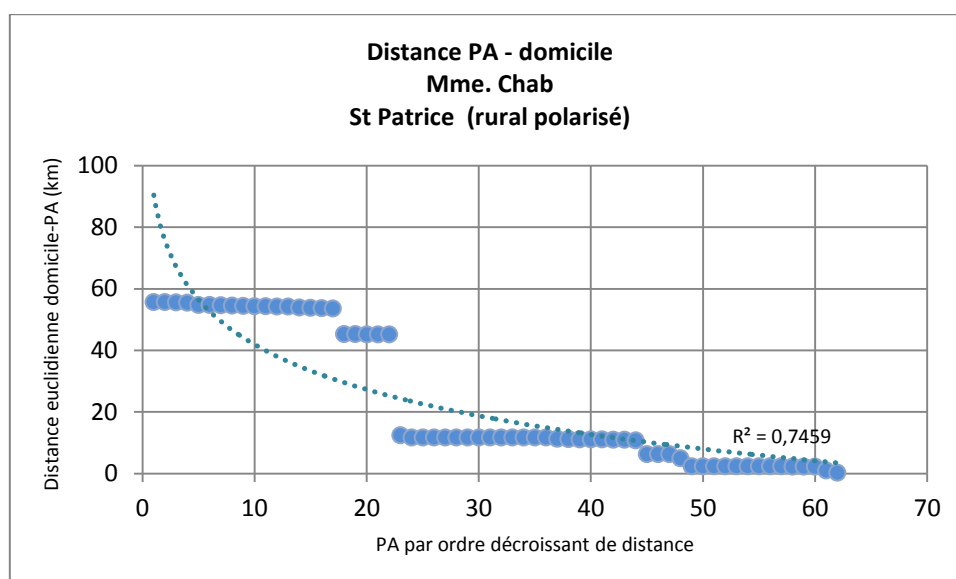
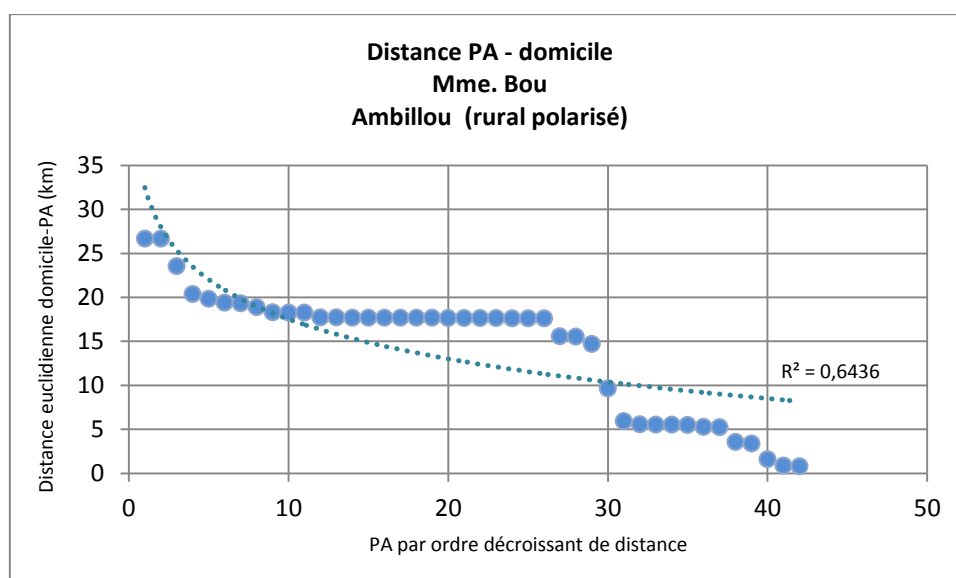
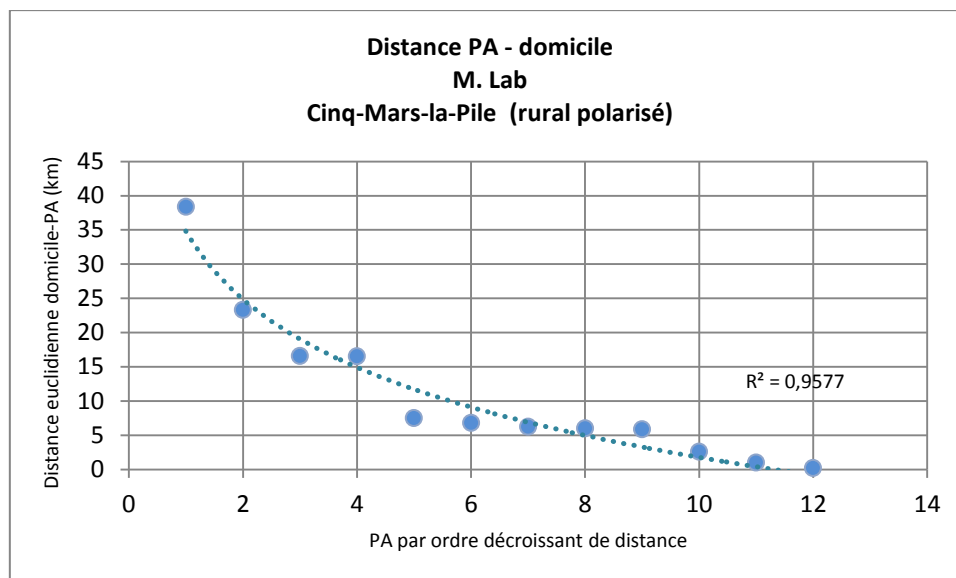


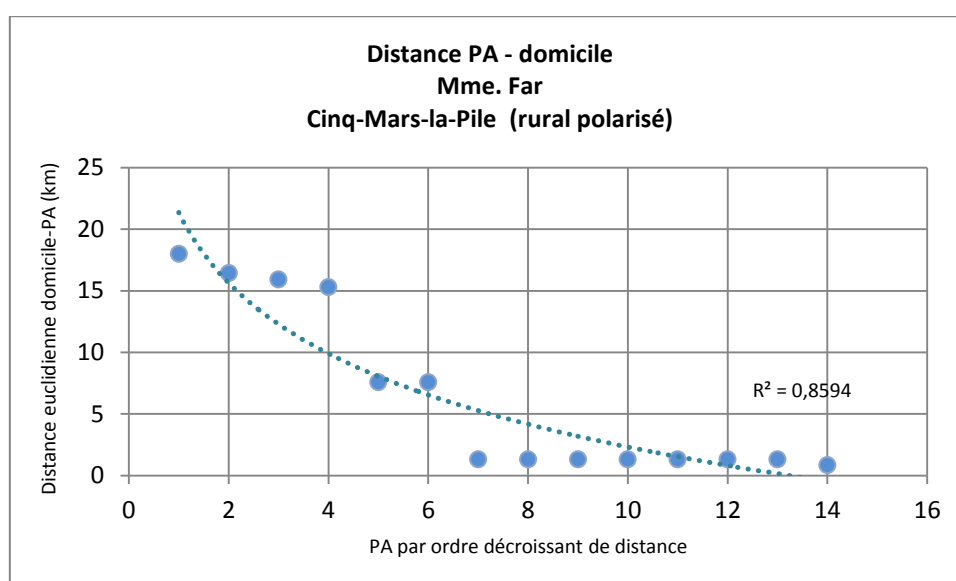
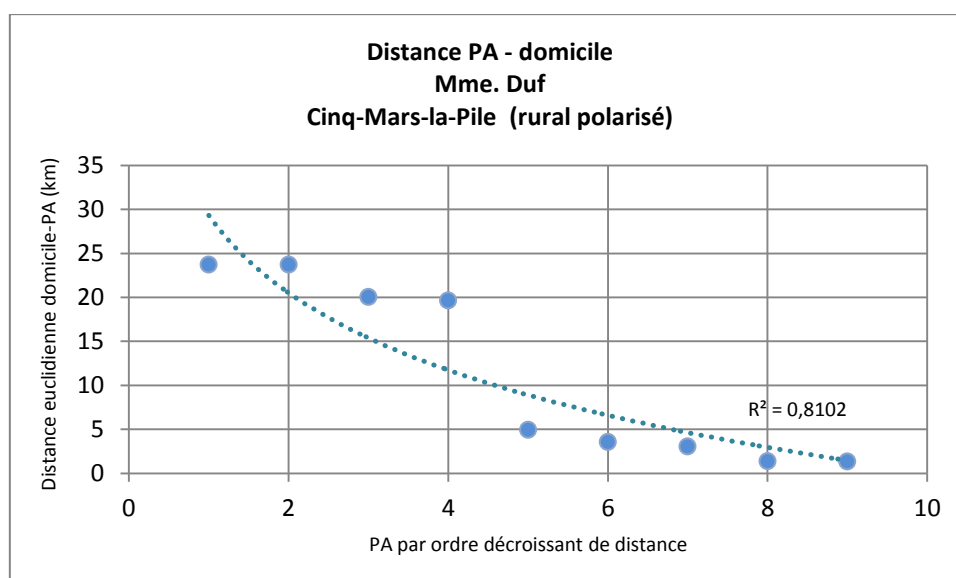
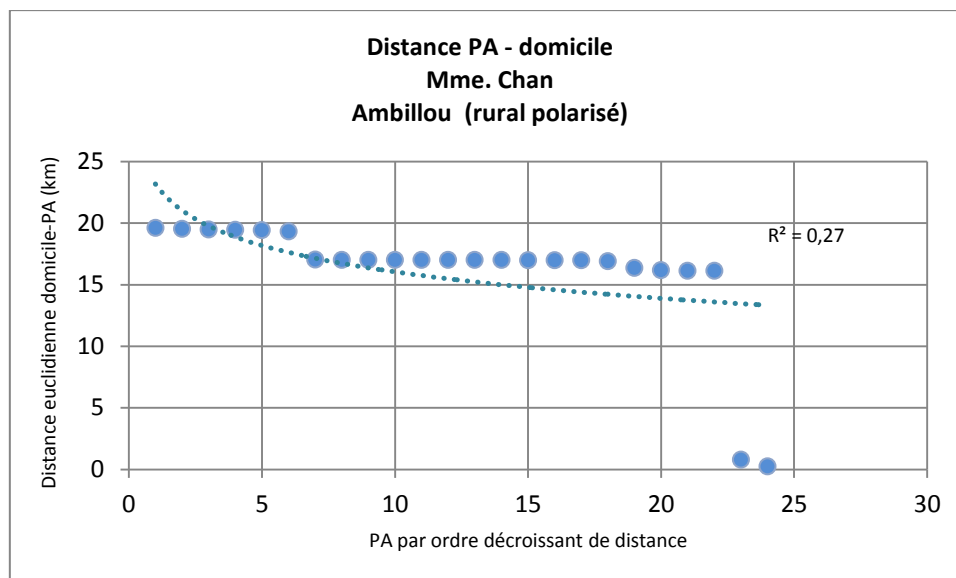


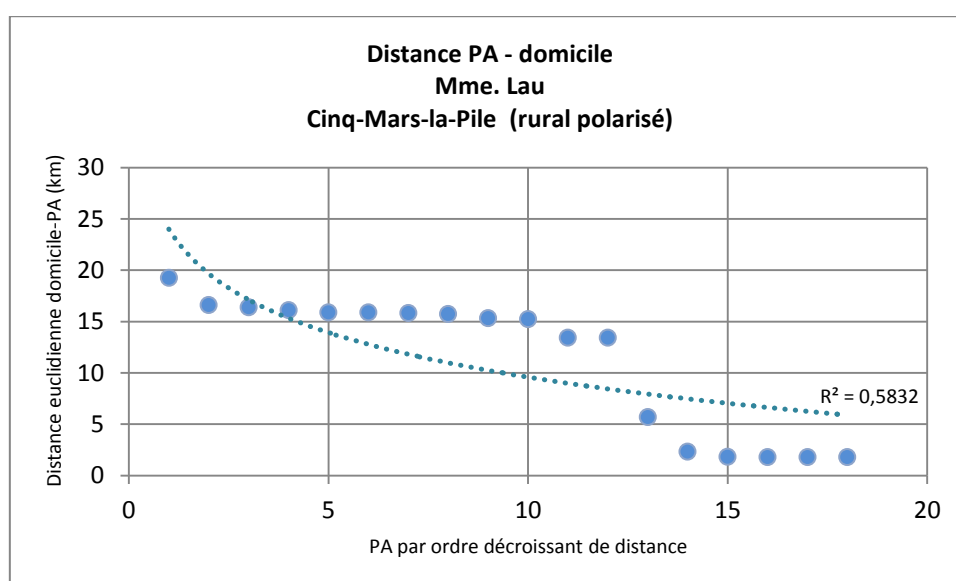
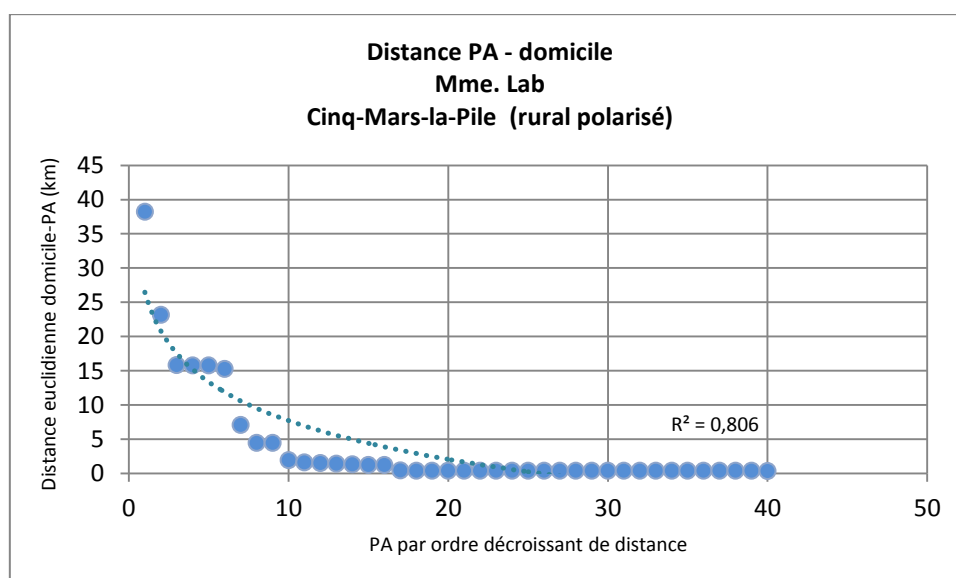
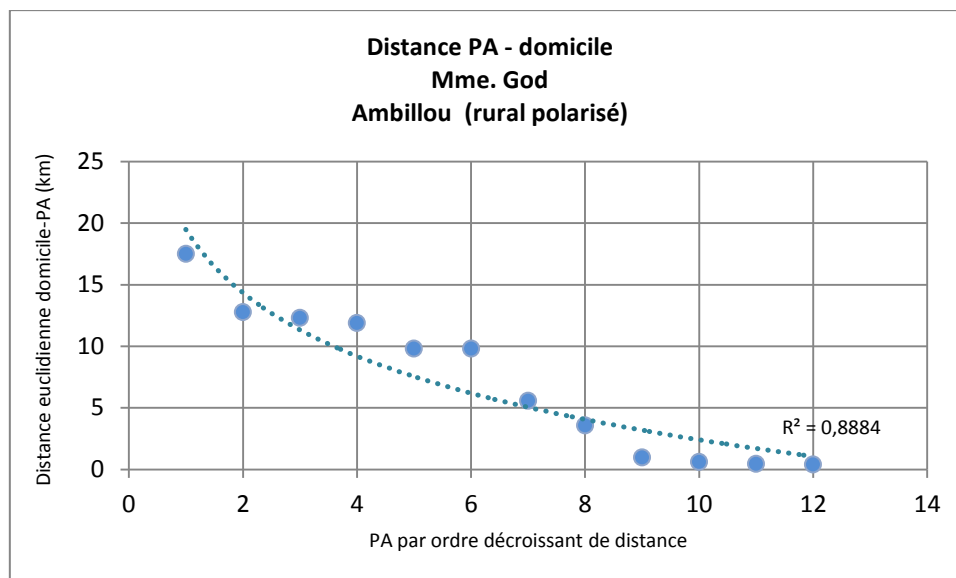




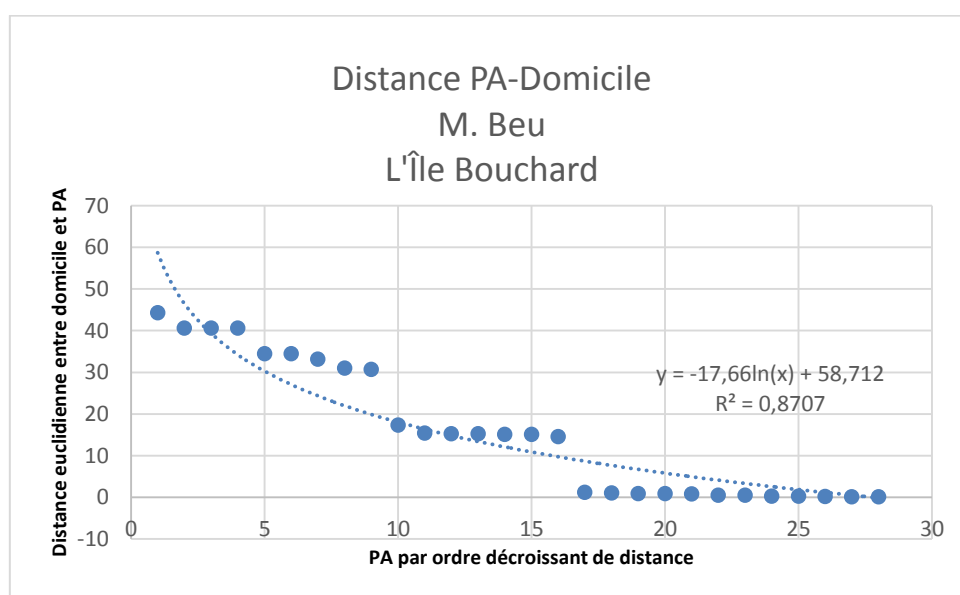
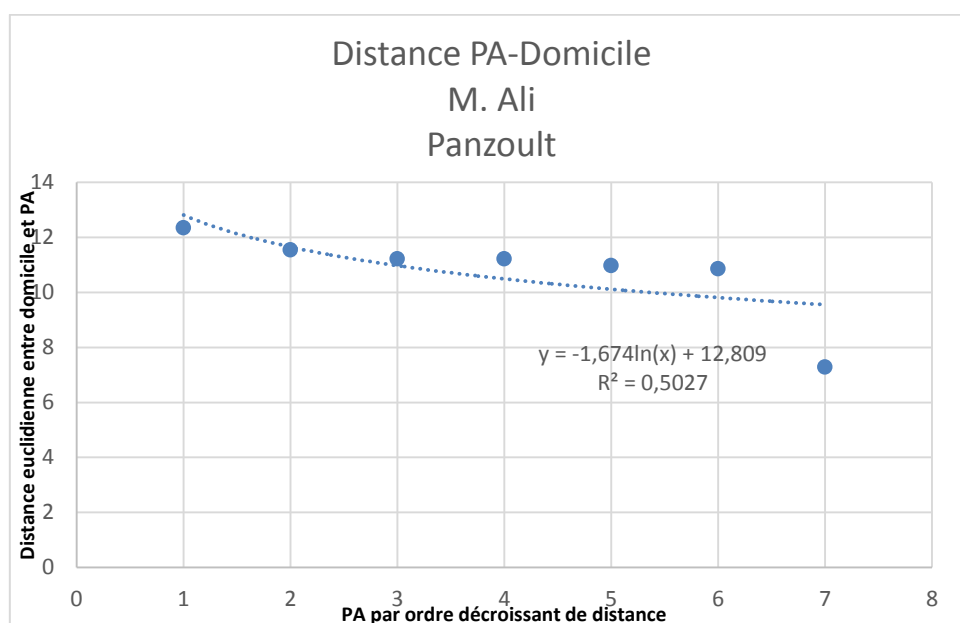


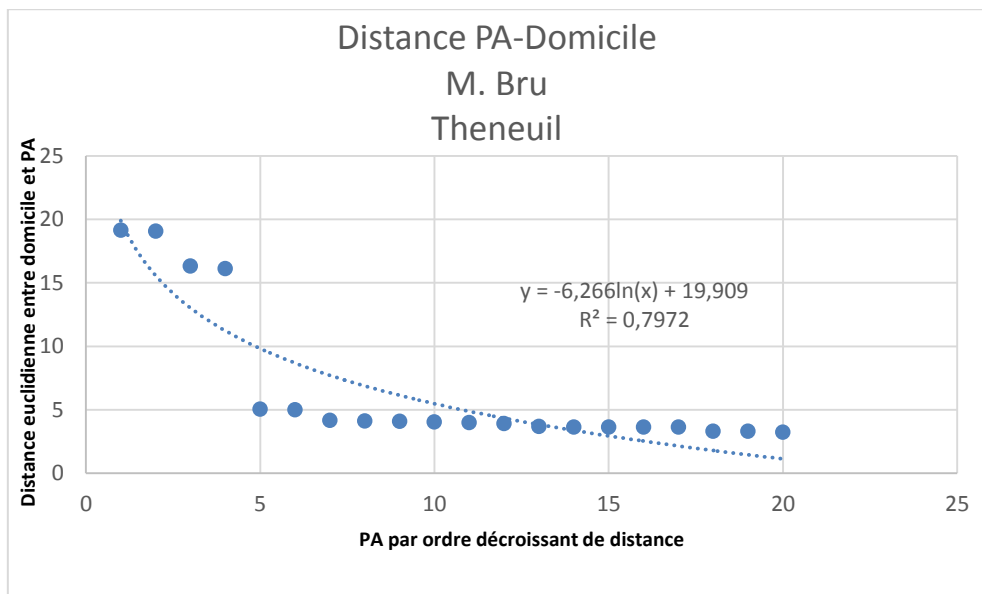
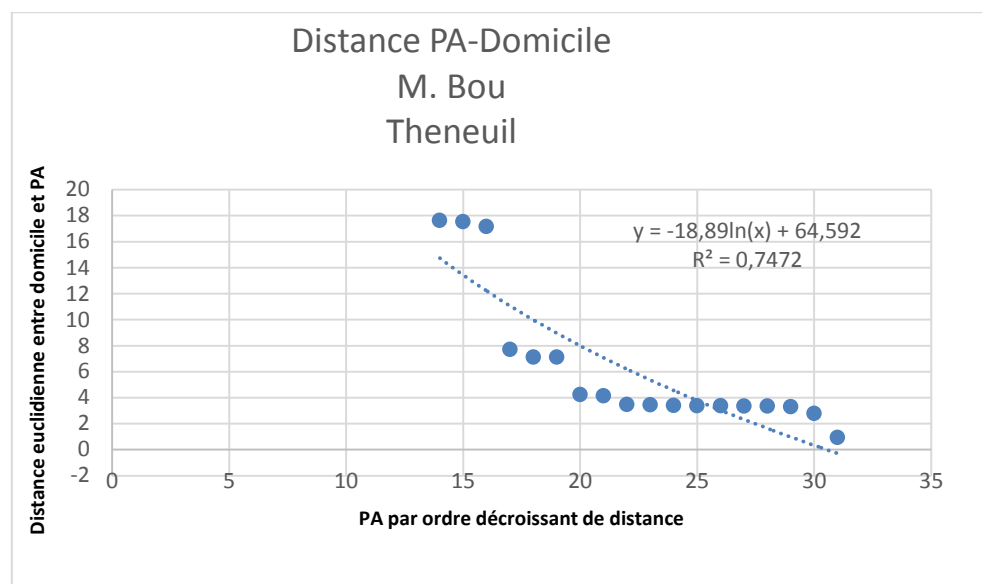
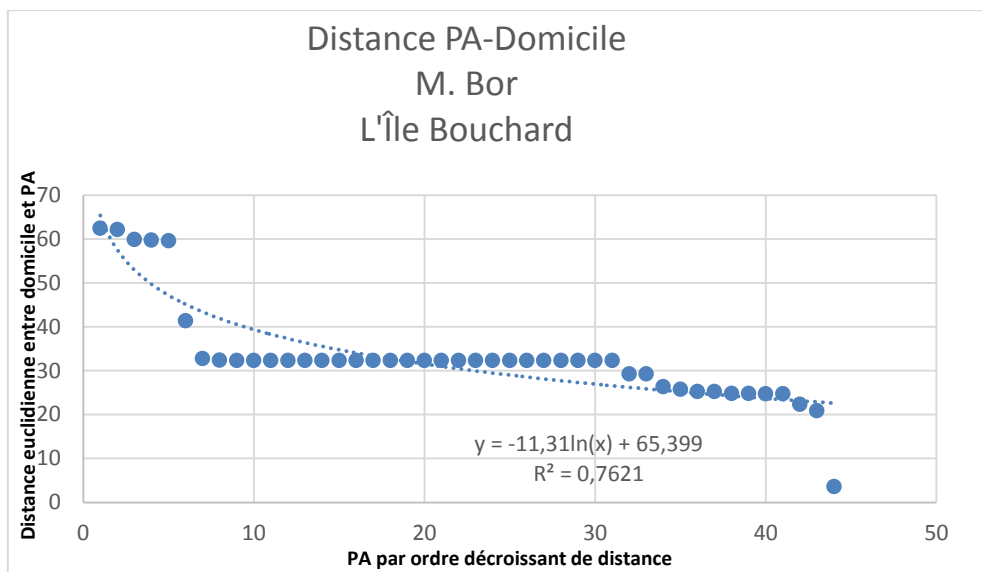


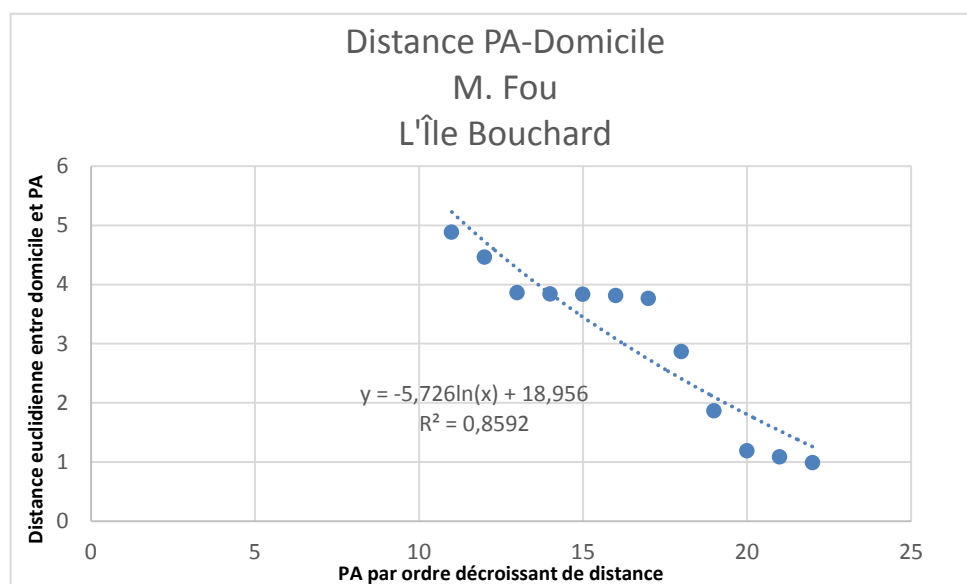
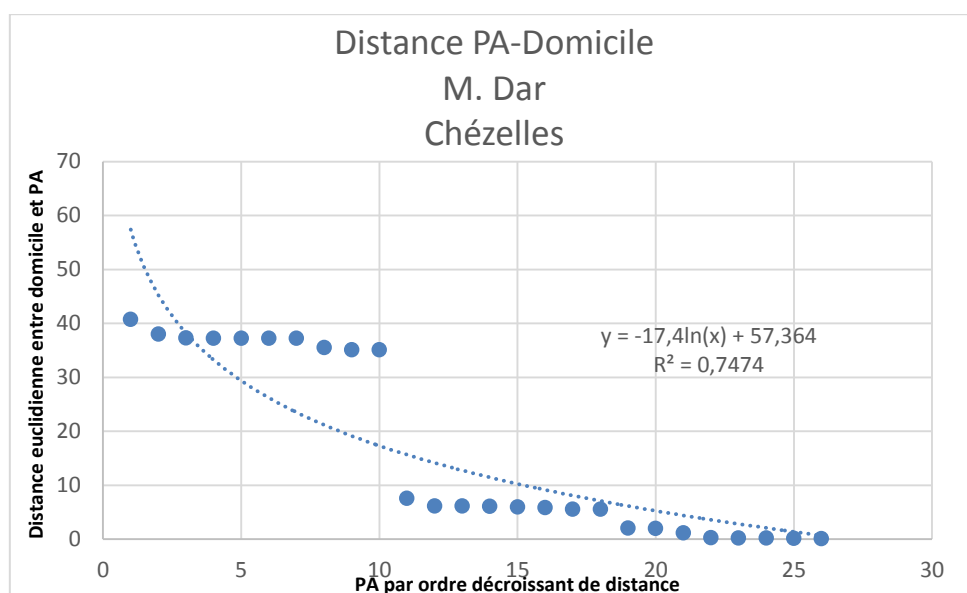
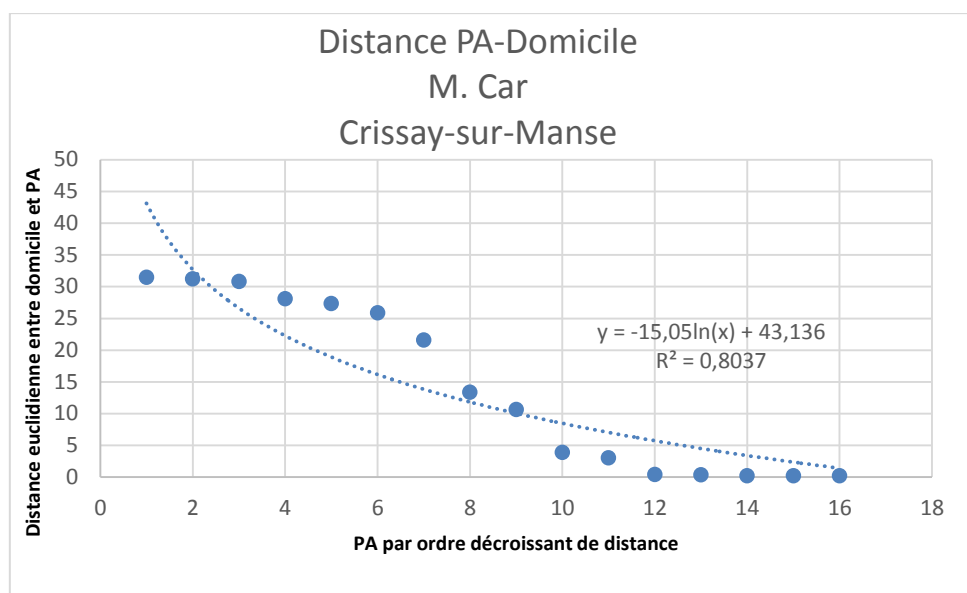


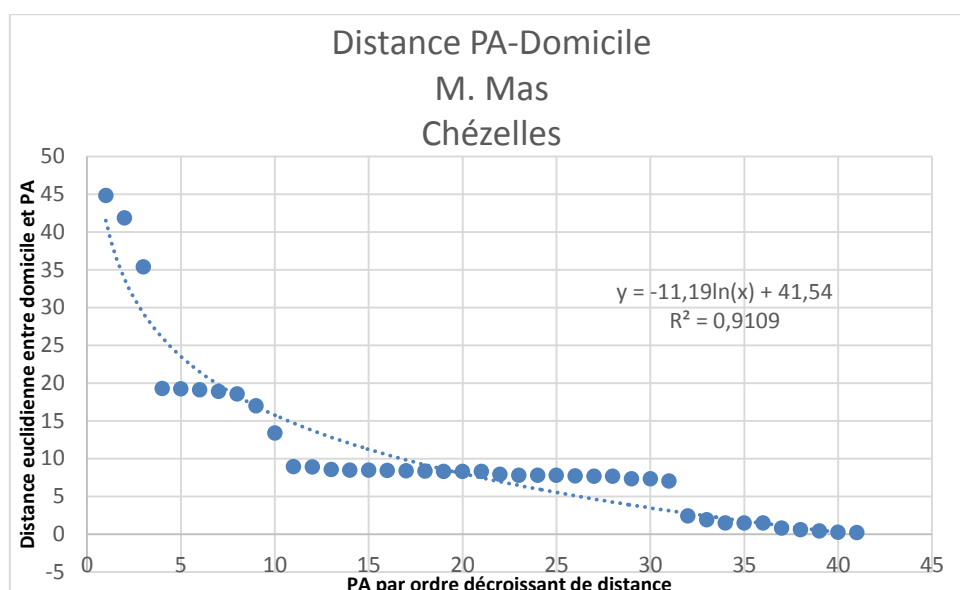
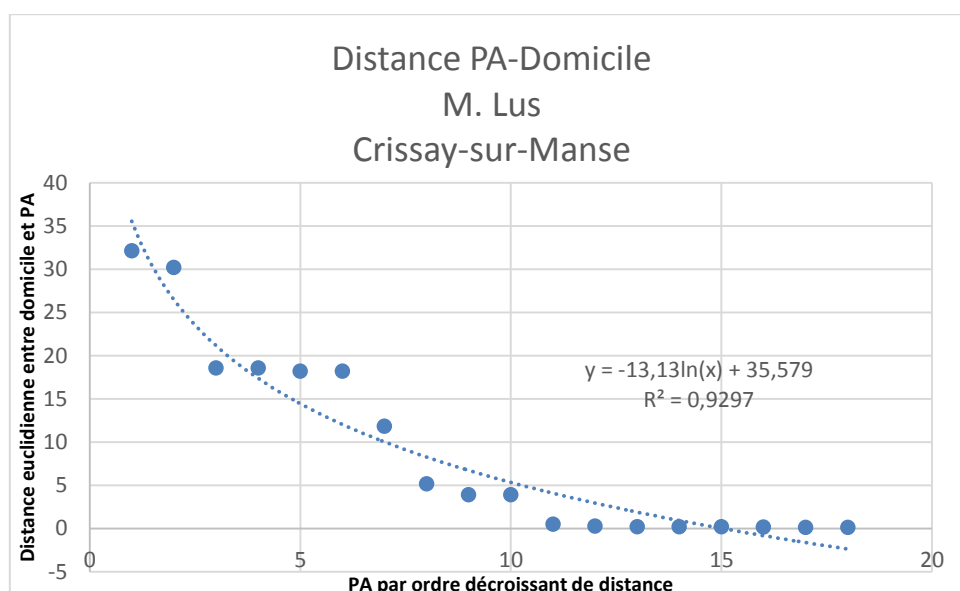
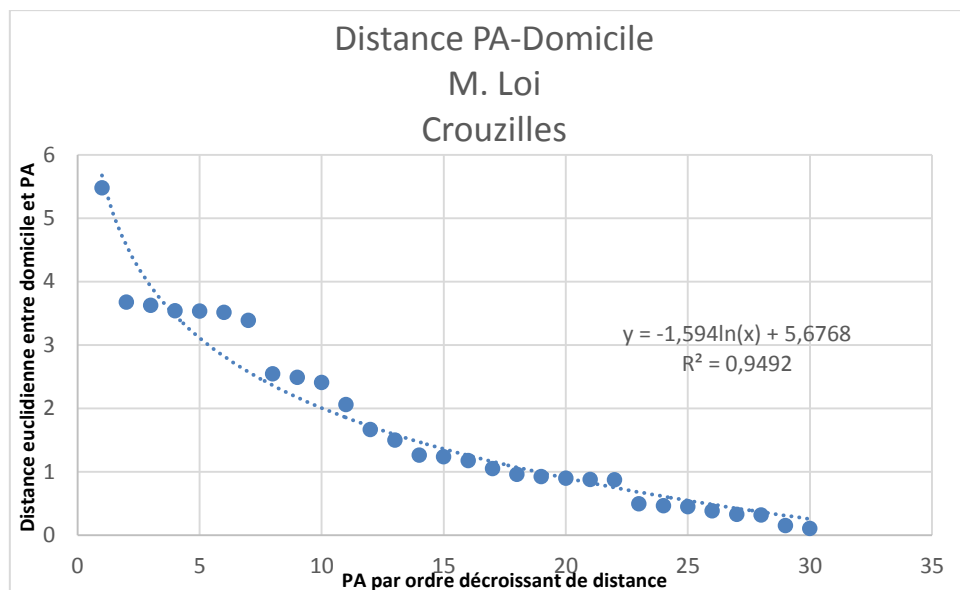


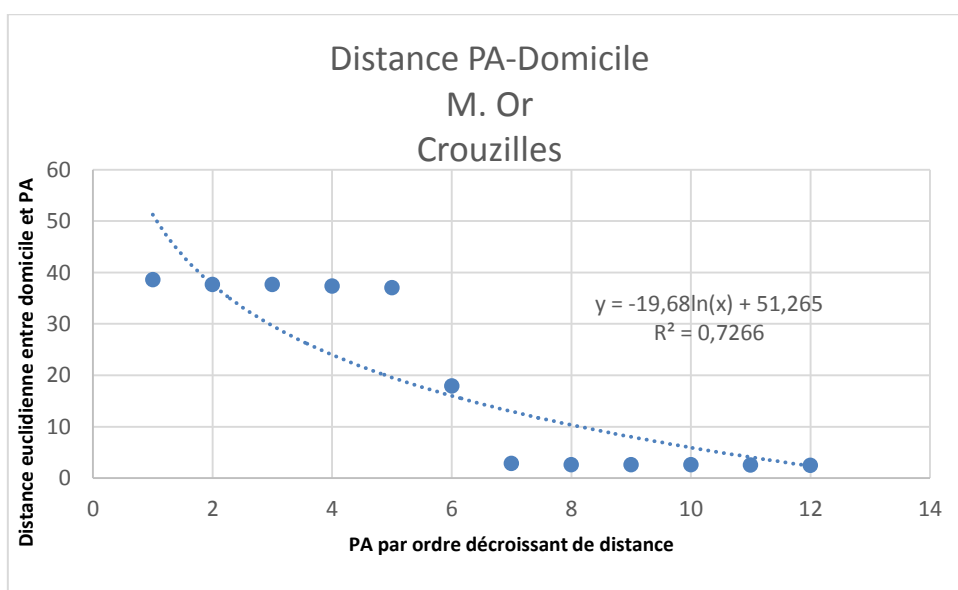
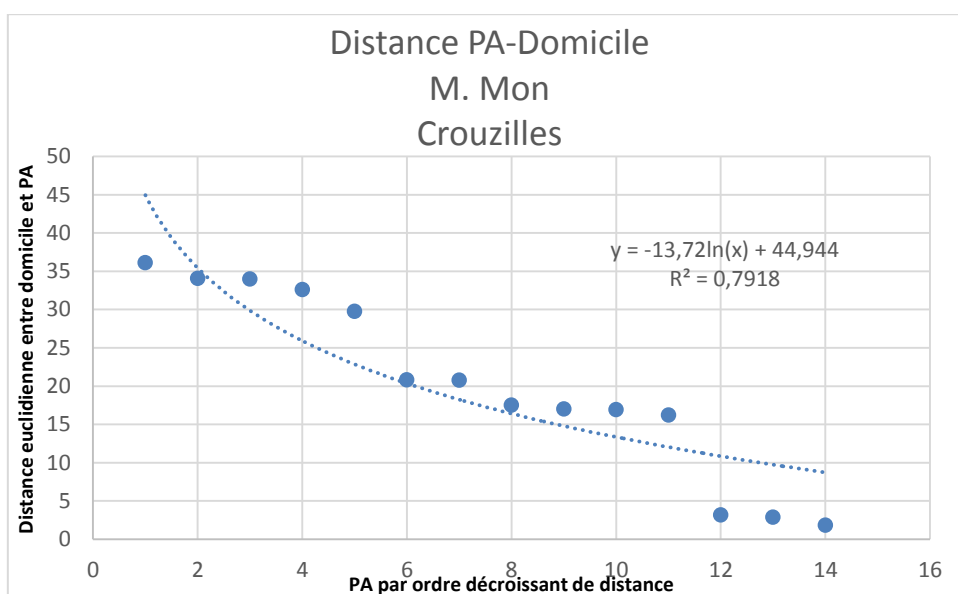
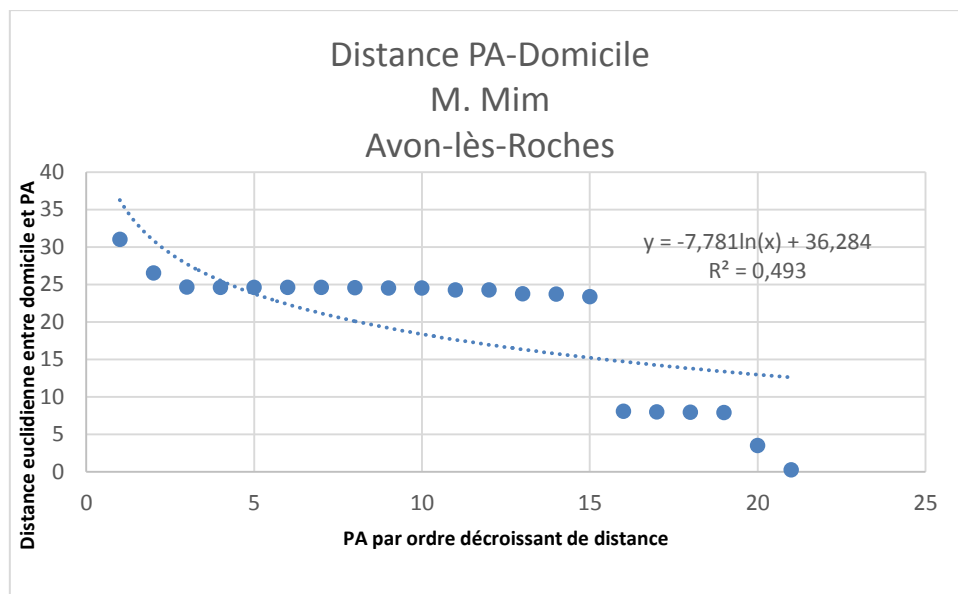
## Annexe 2 : Graphiques des points d'arrêt du secteur rural isolé (CCB)



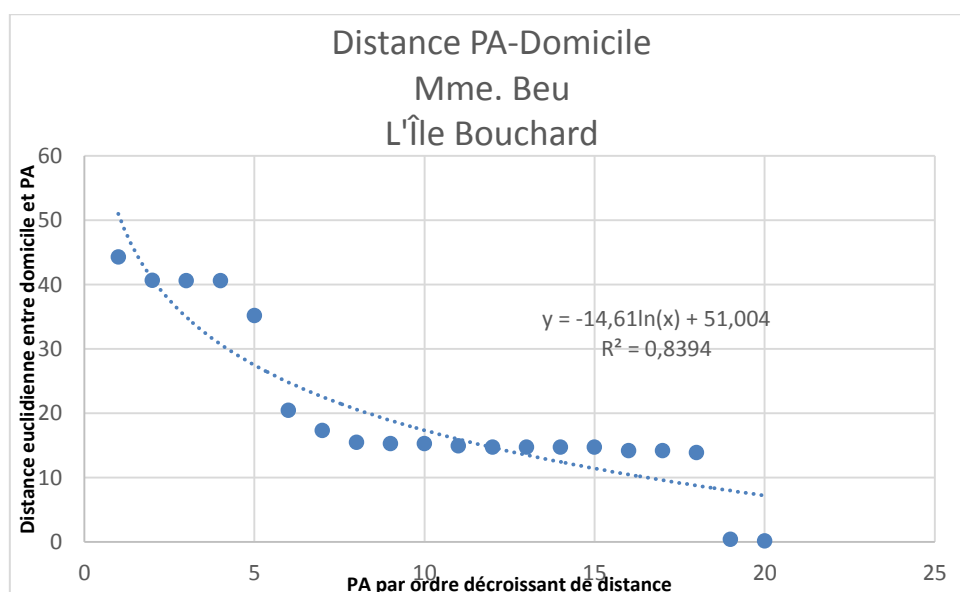
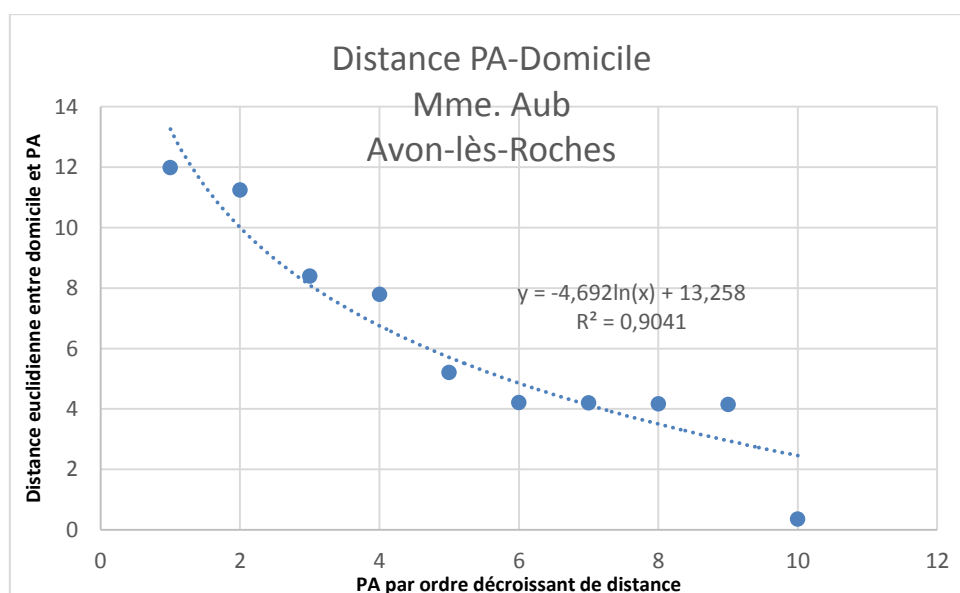
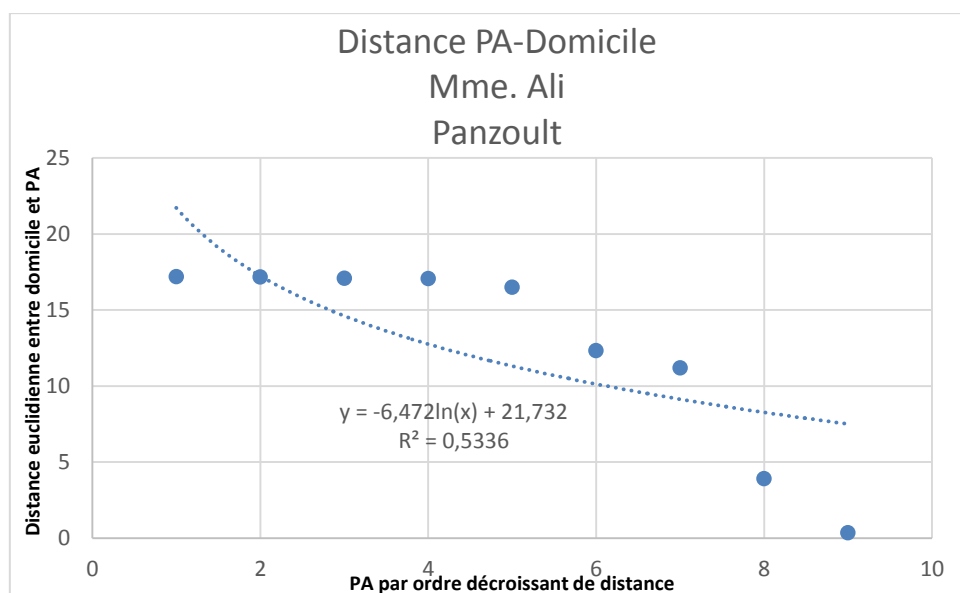


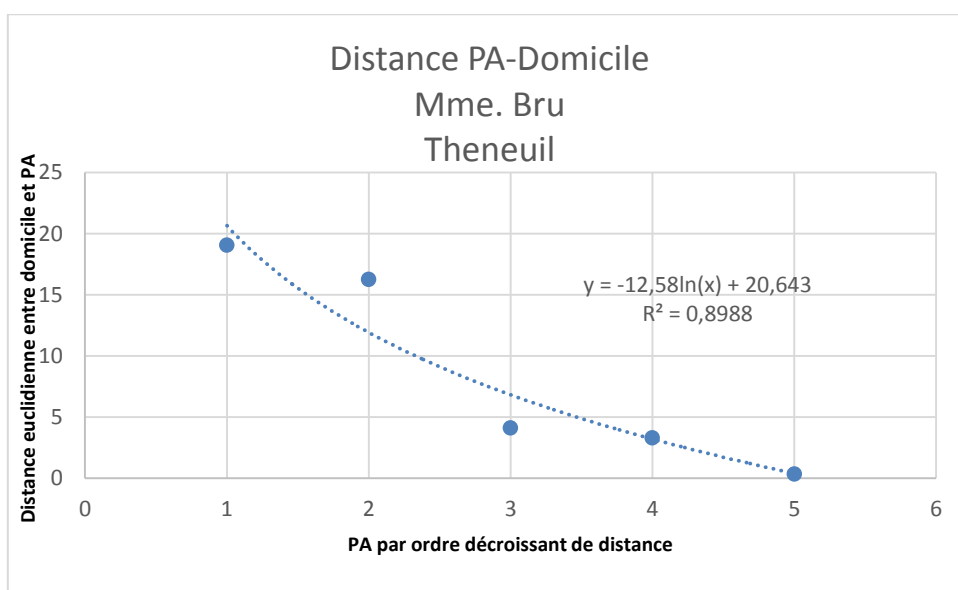
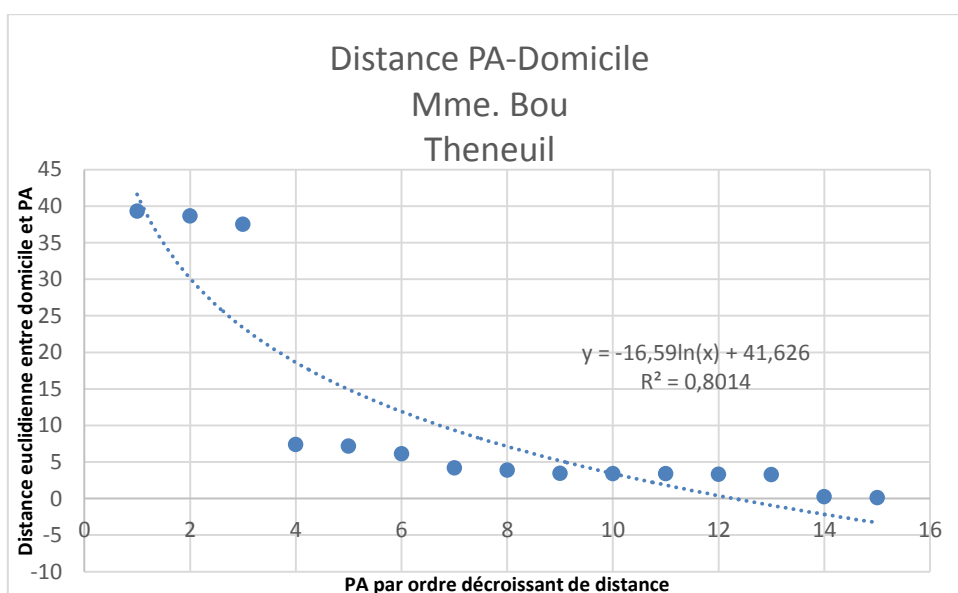
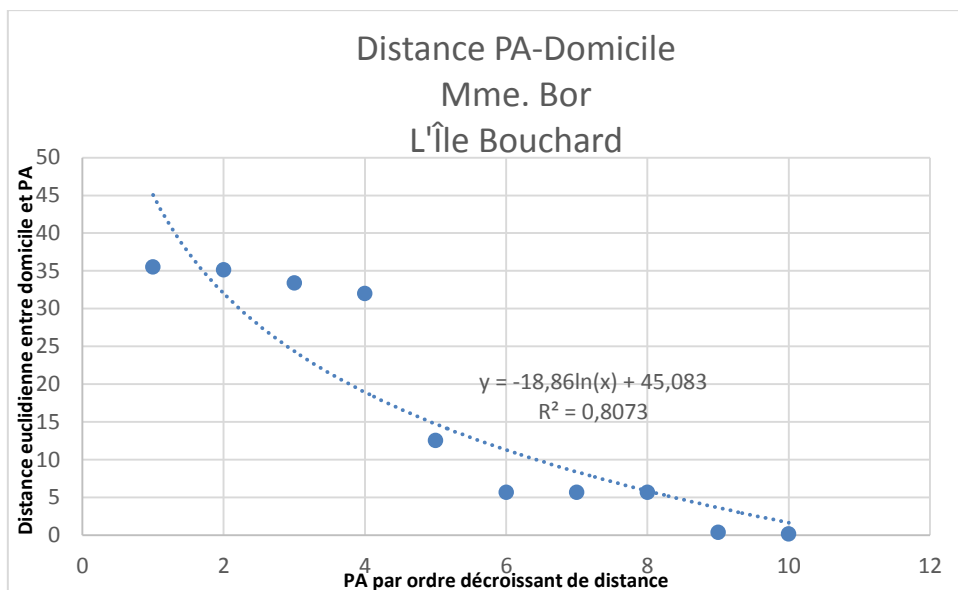


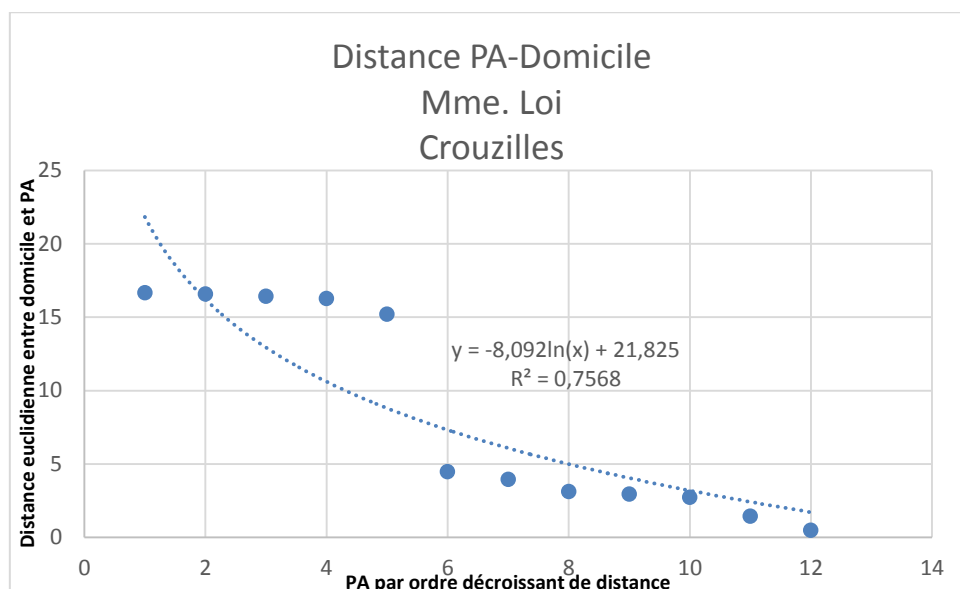
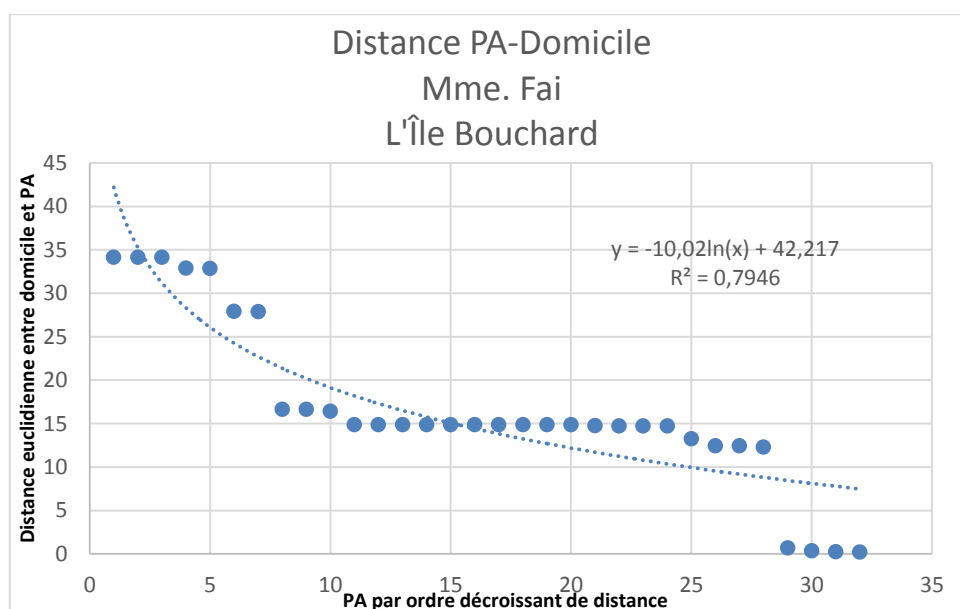
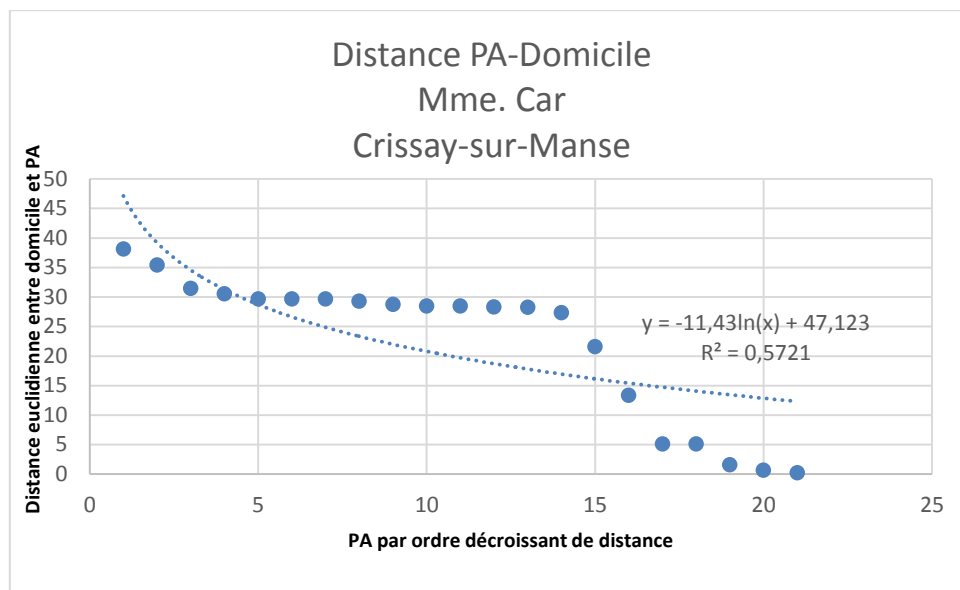


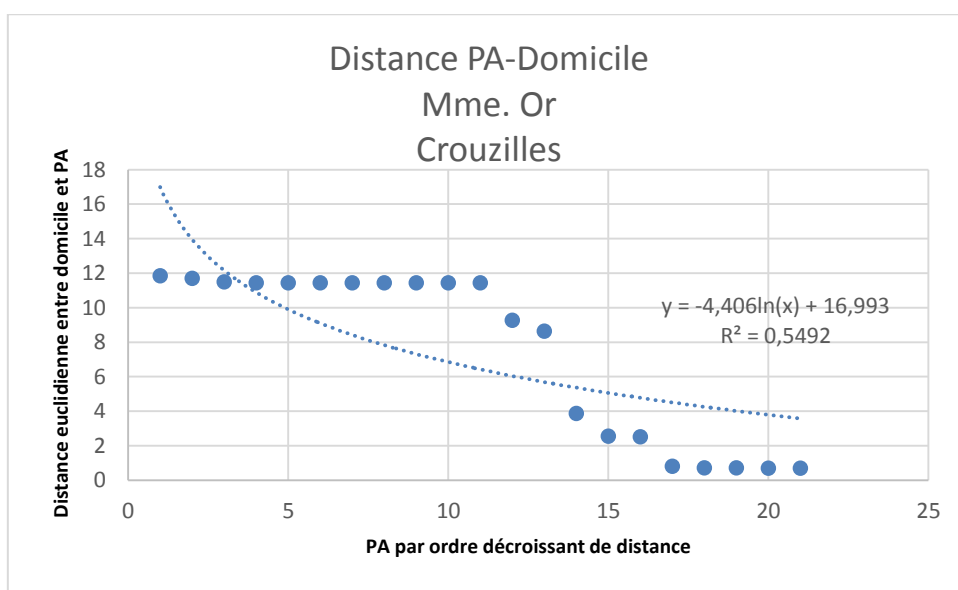
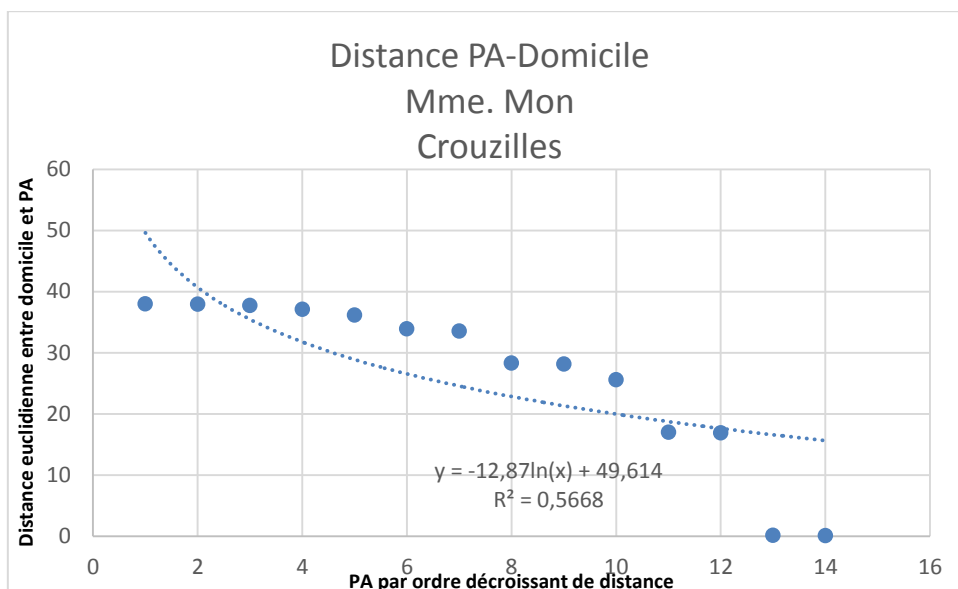
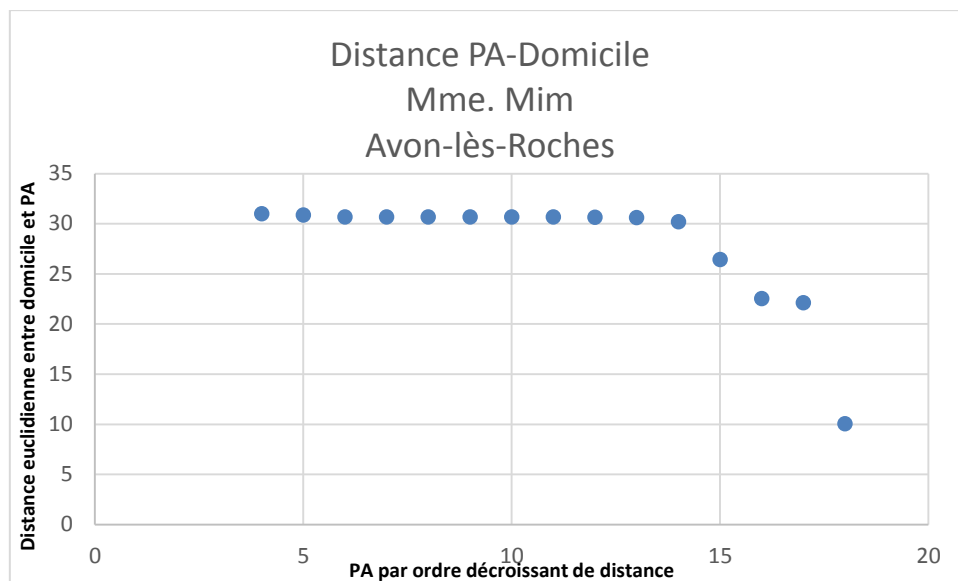


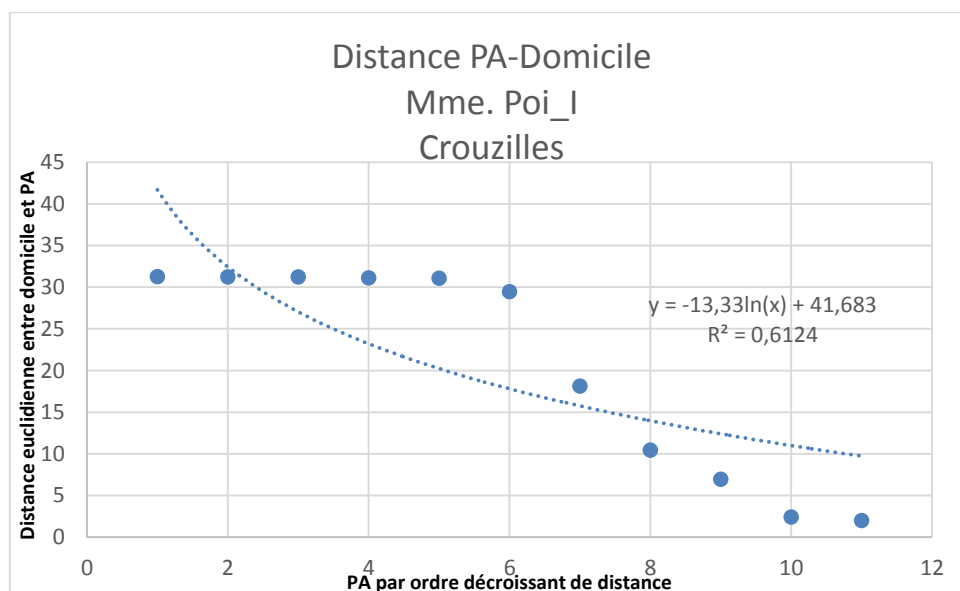
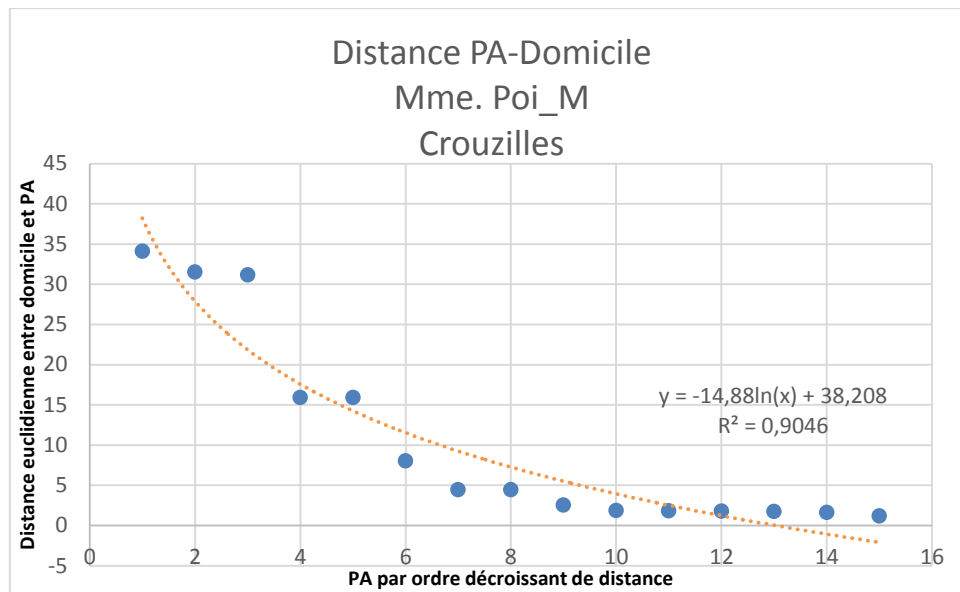




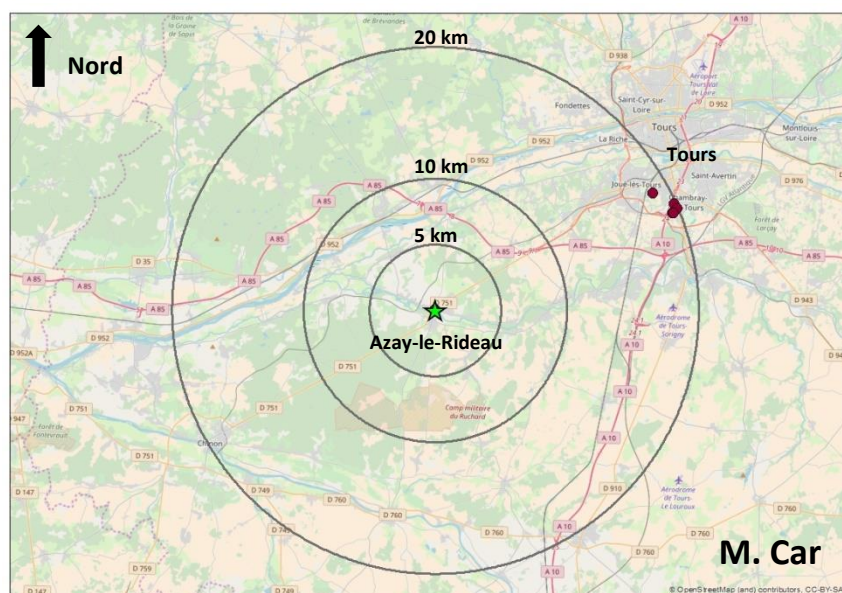
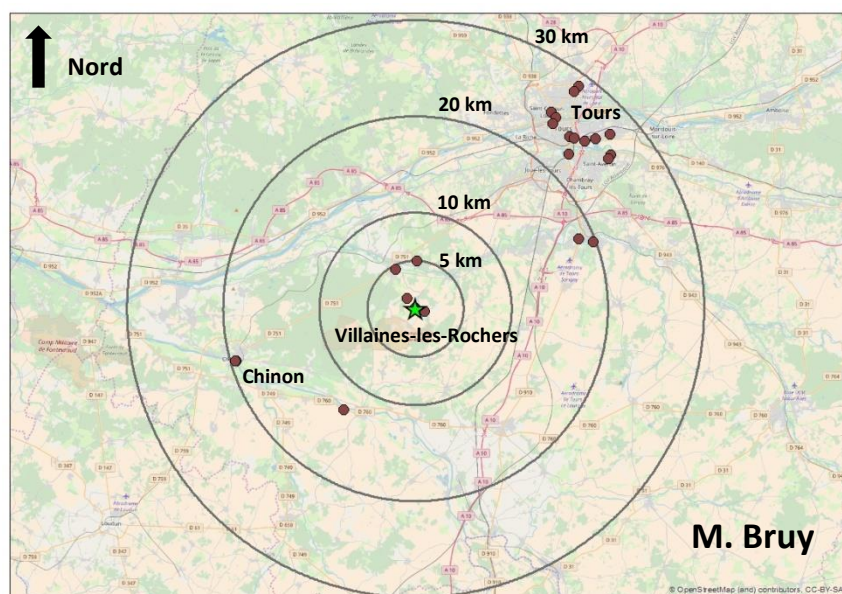




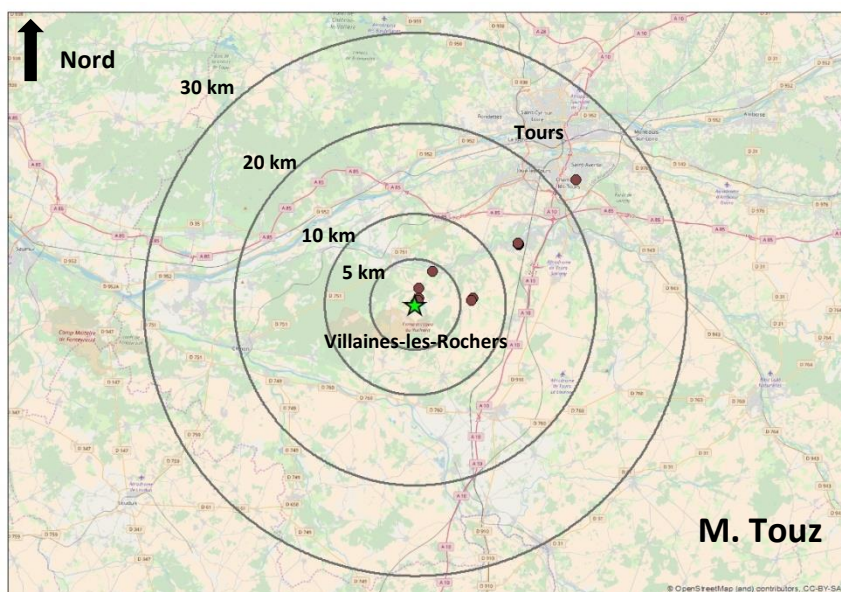
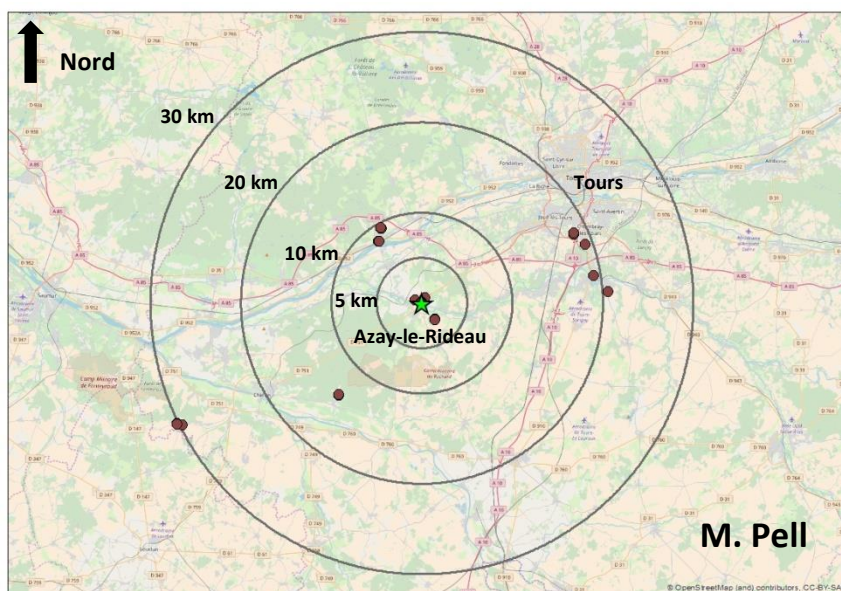
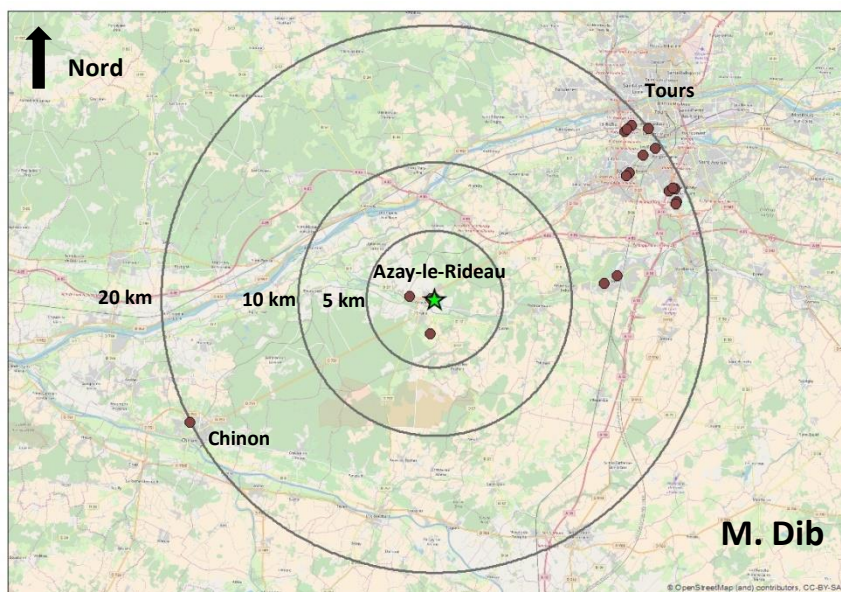




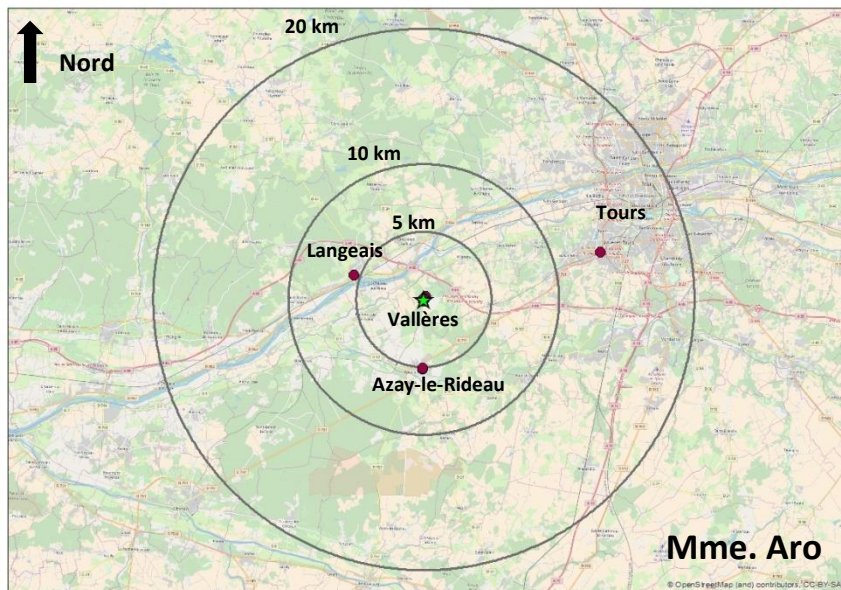
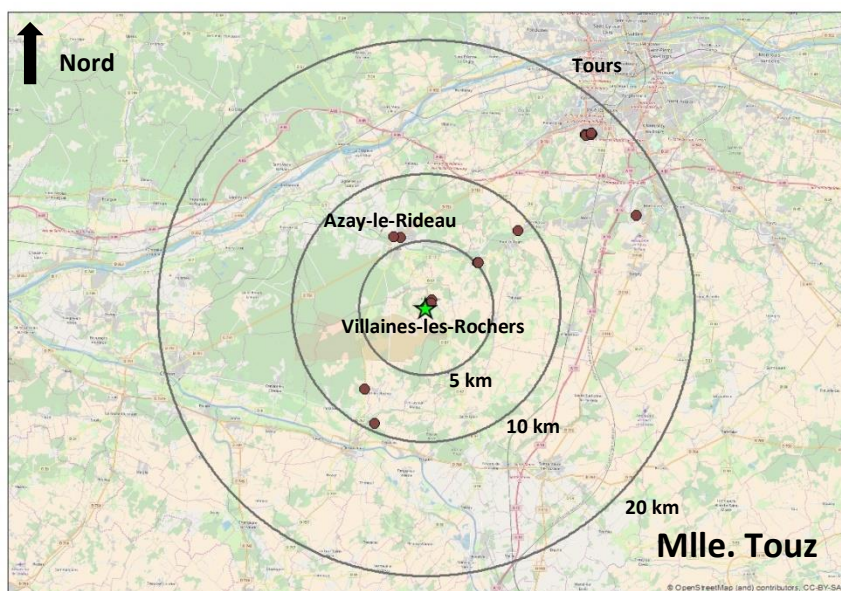
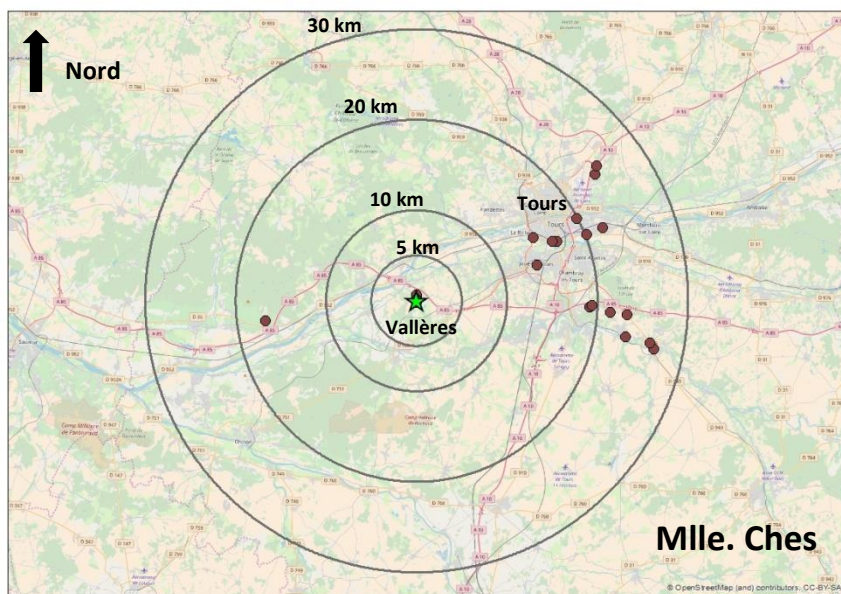
Annexe 3 : Carte des points d'arrêt du secteur rural polarisé (CCPAR + CCTNO)



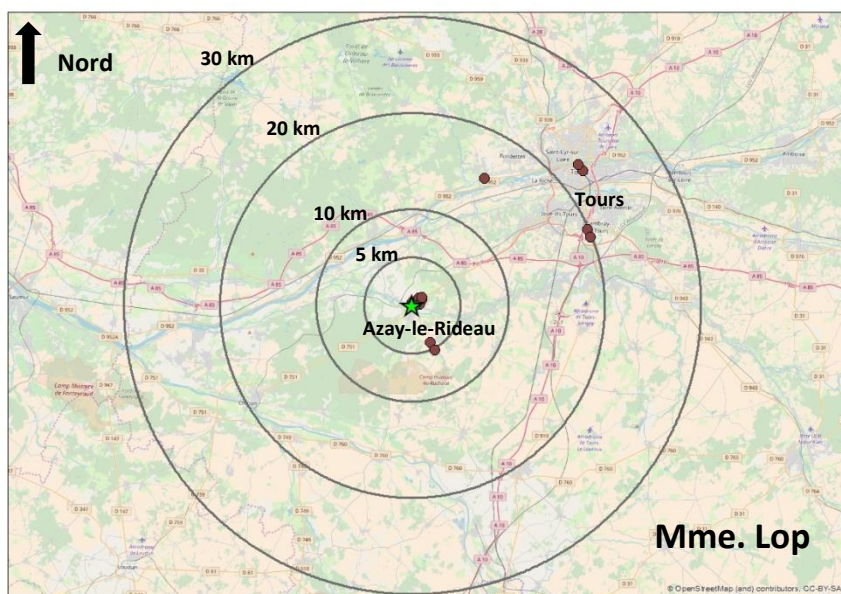
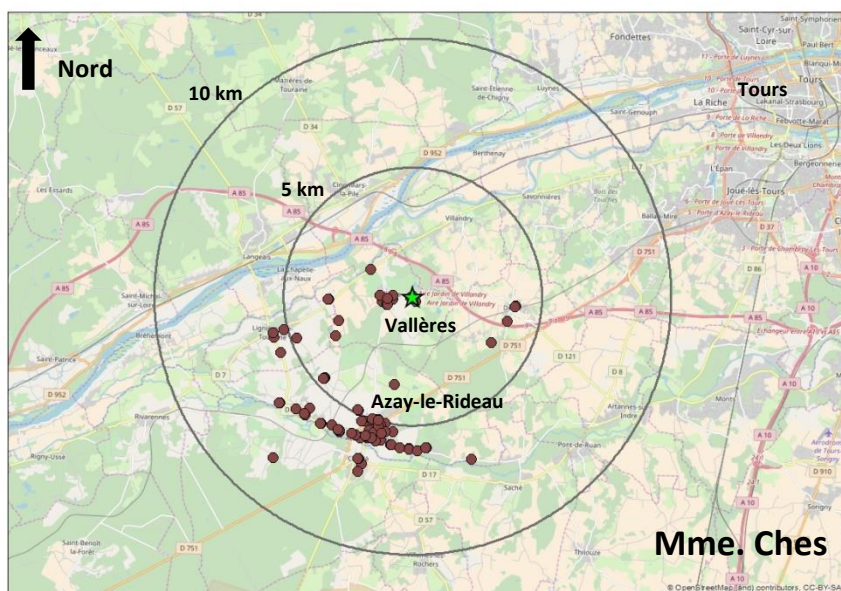
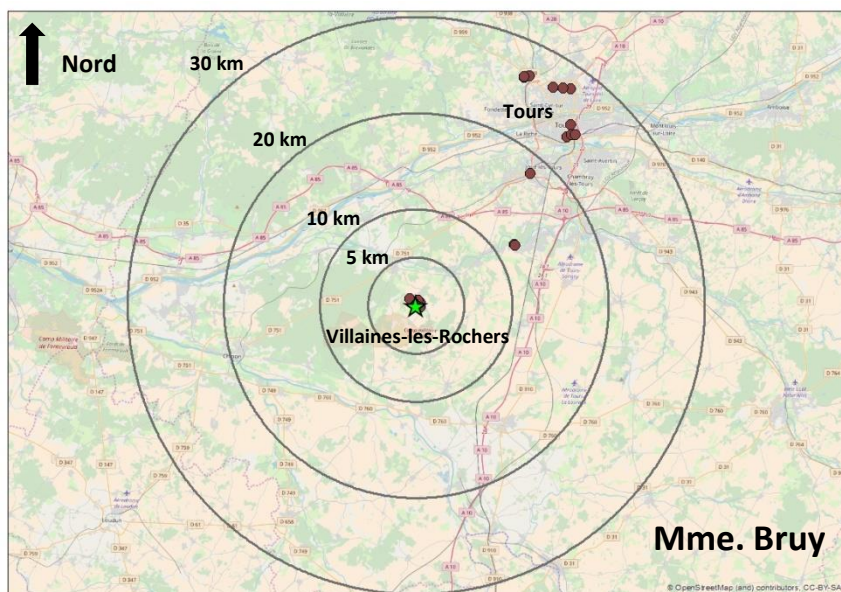




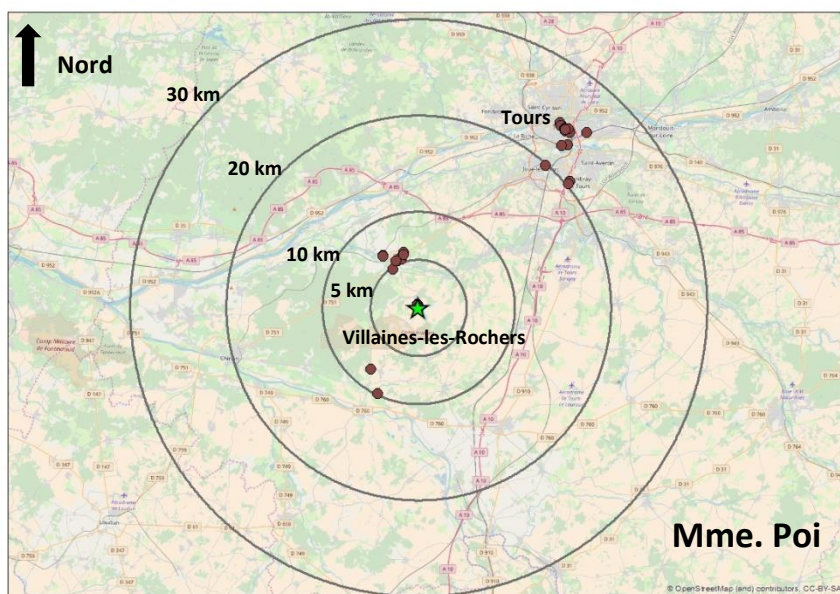
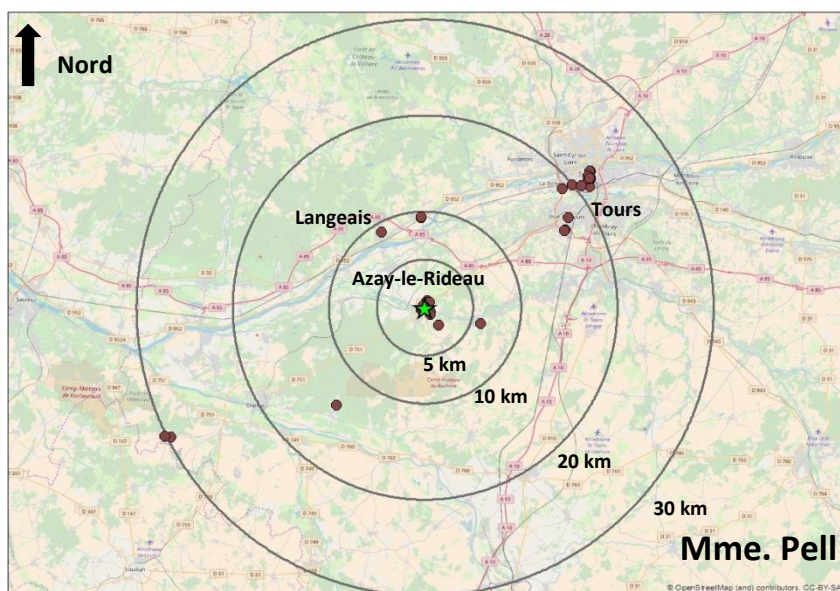
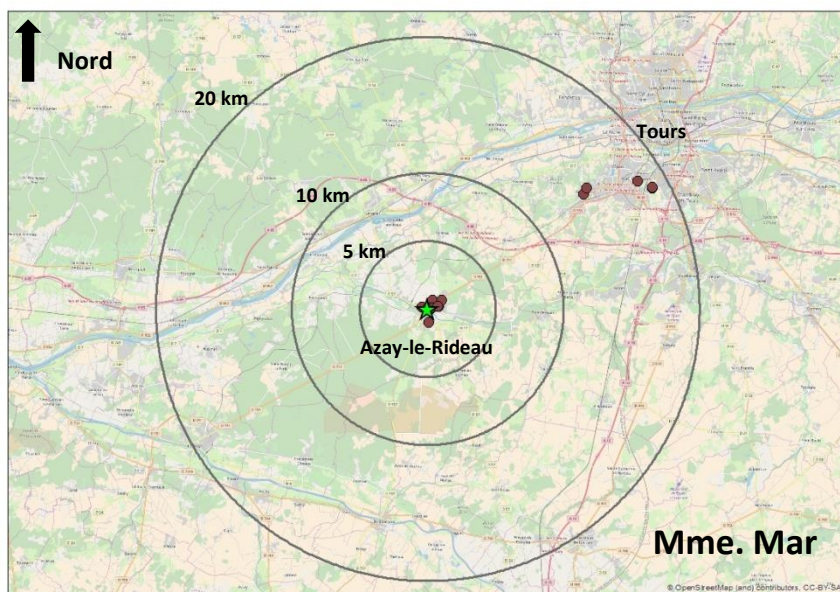




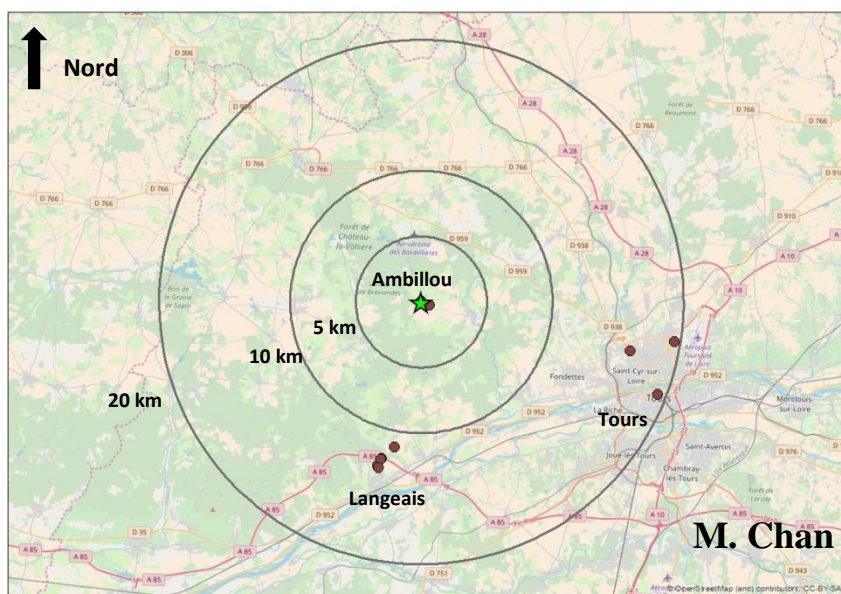
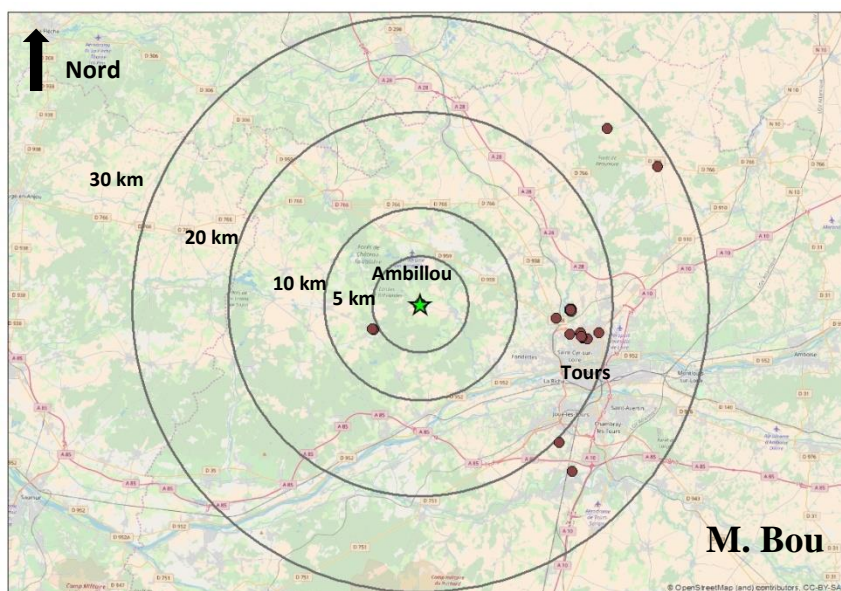
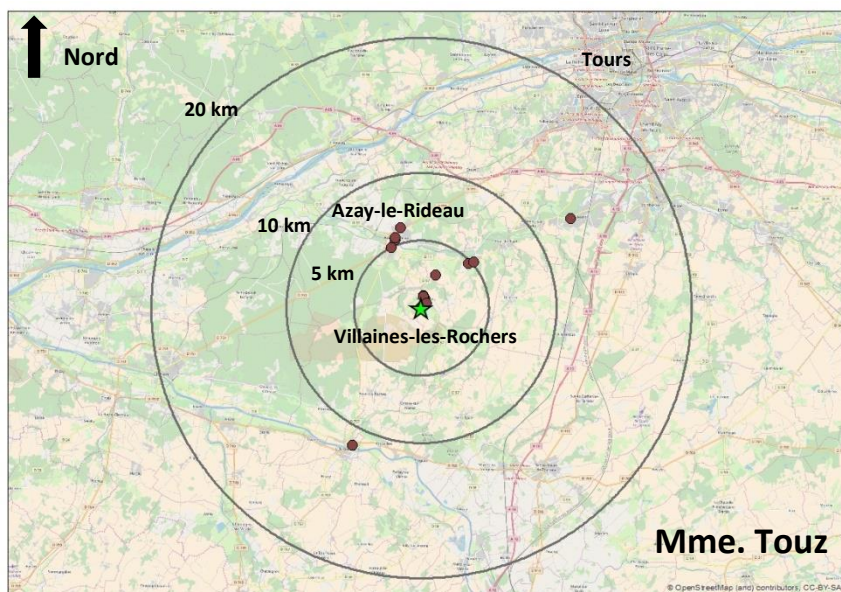




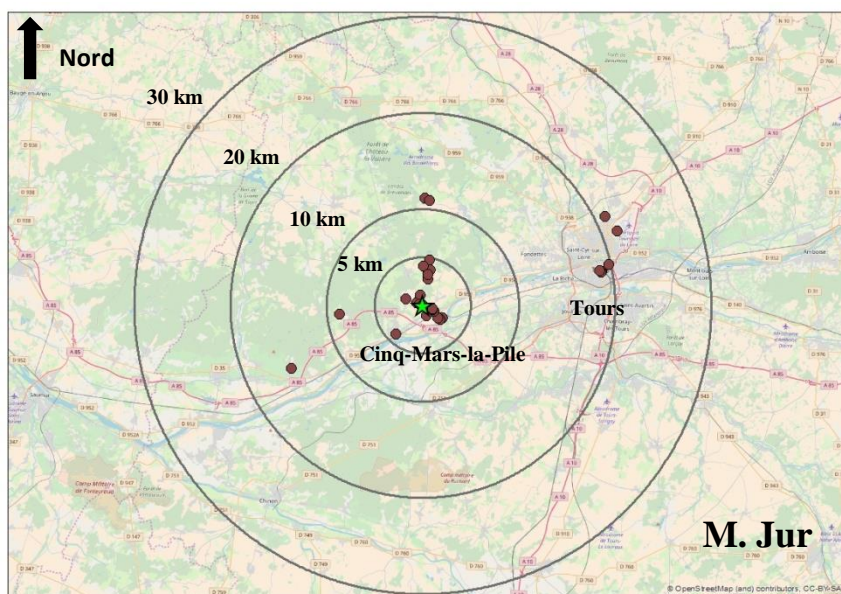
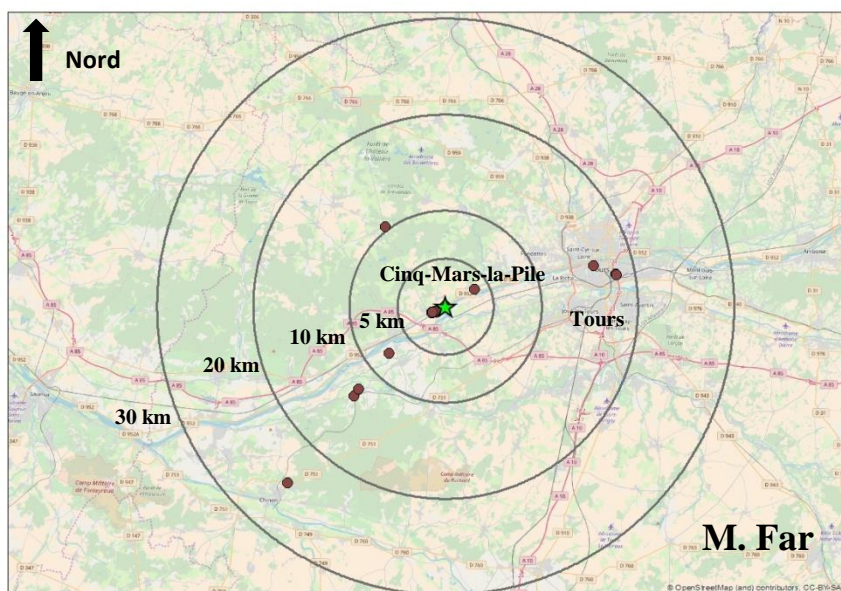
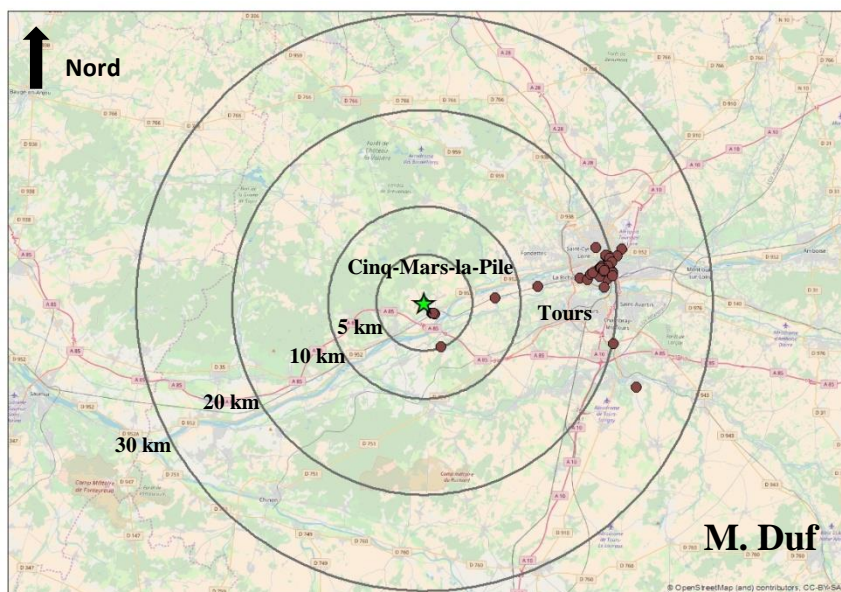




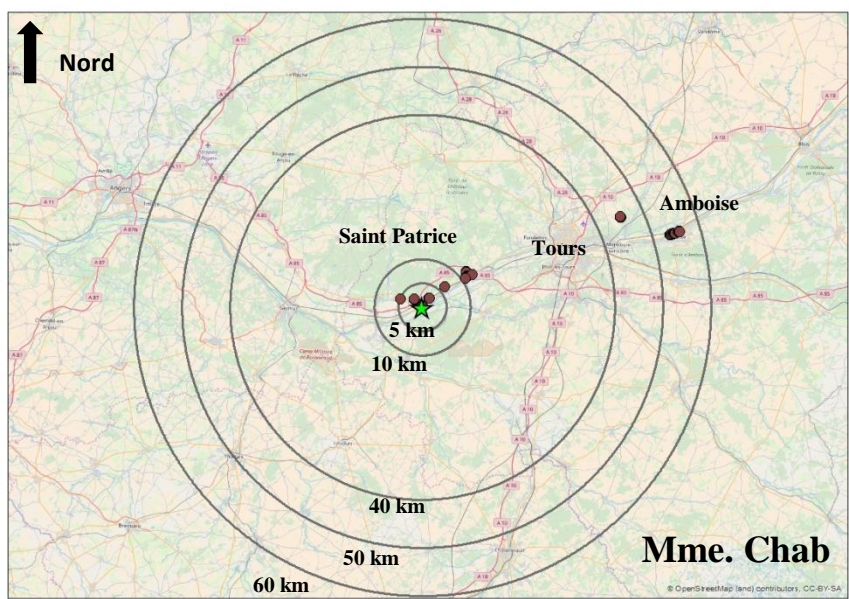
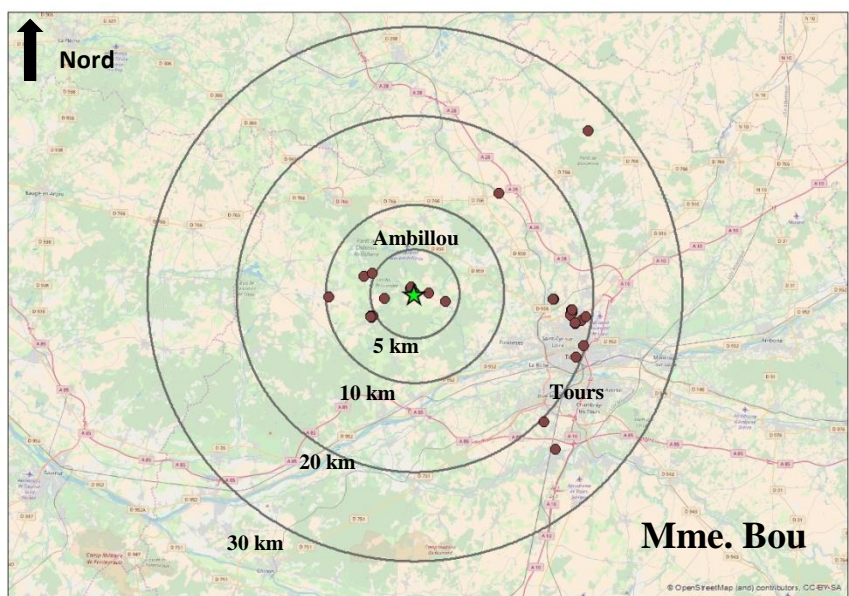
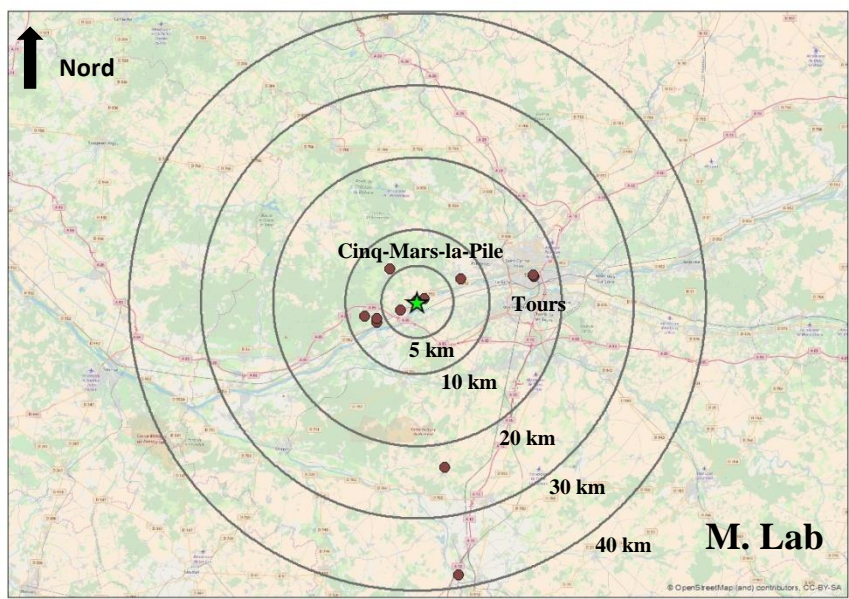




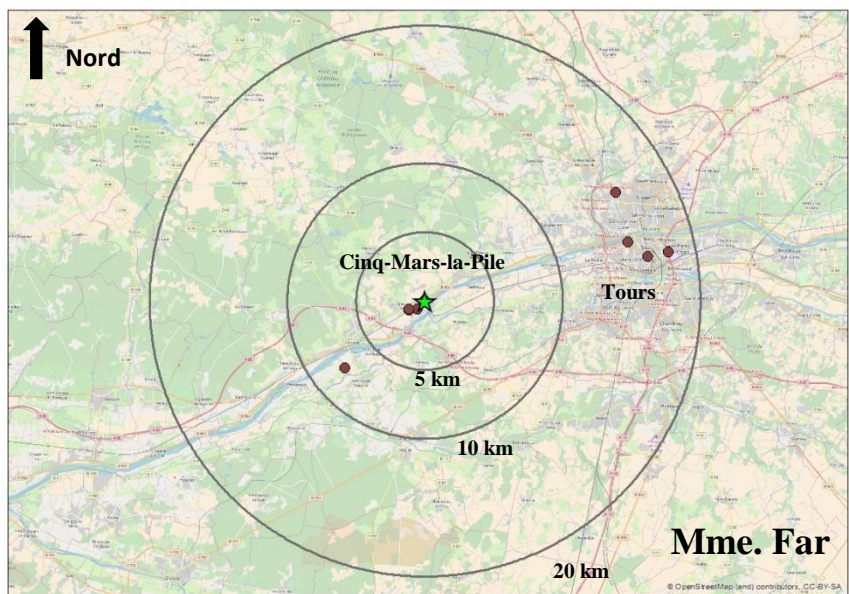
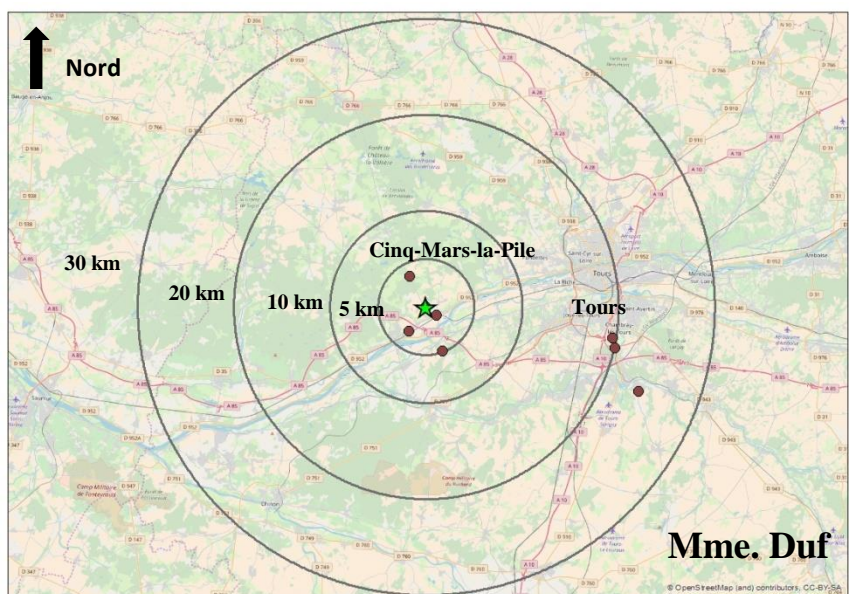
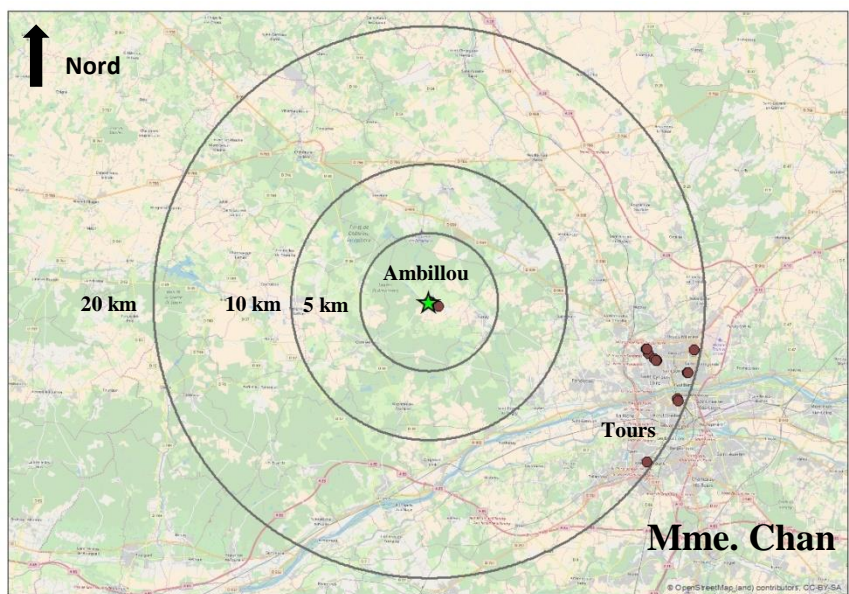




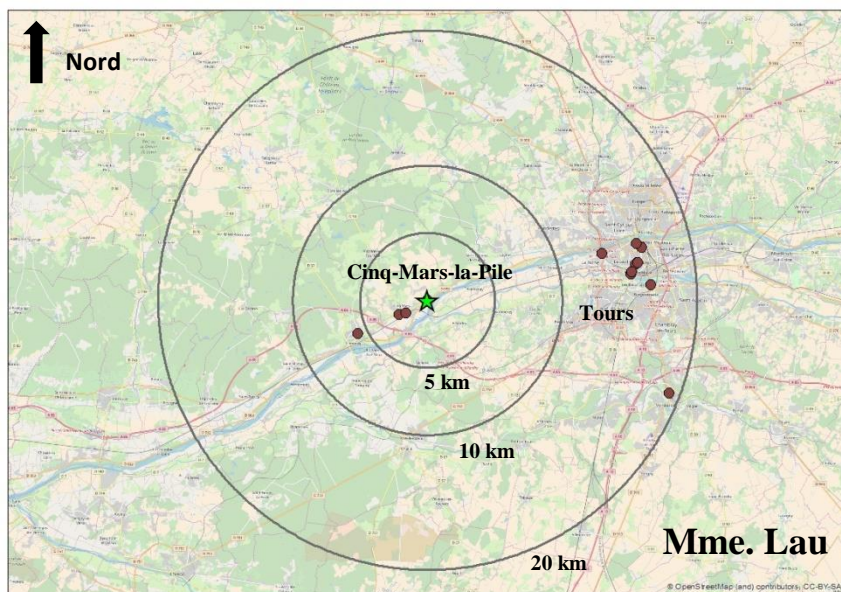
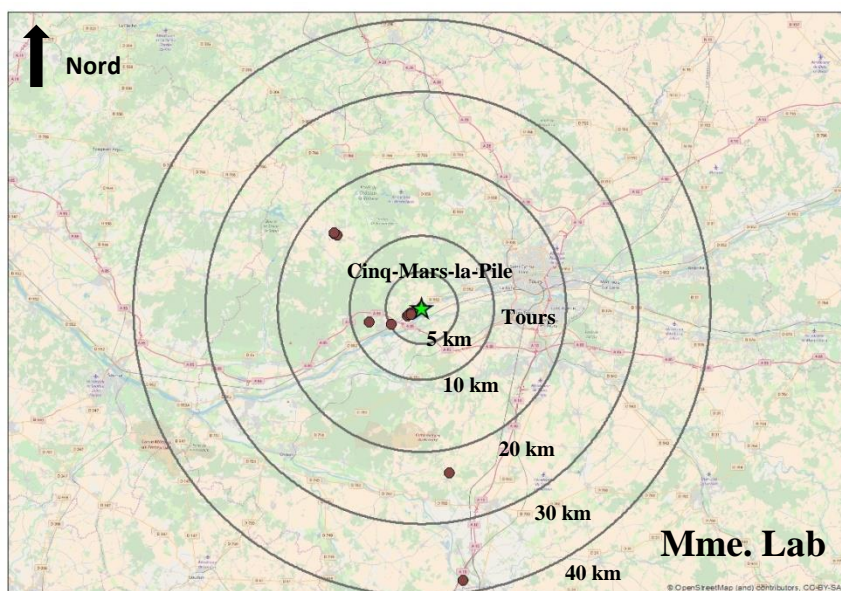
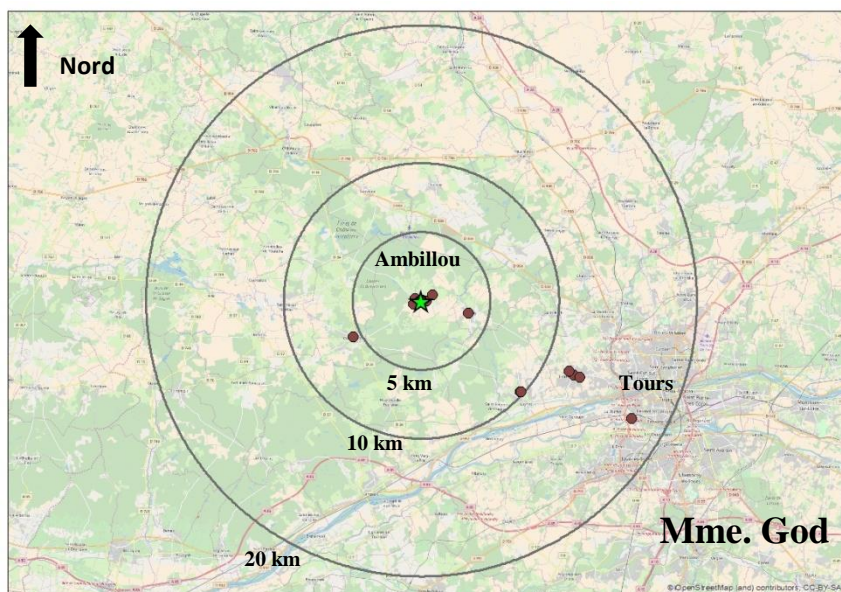






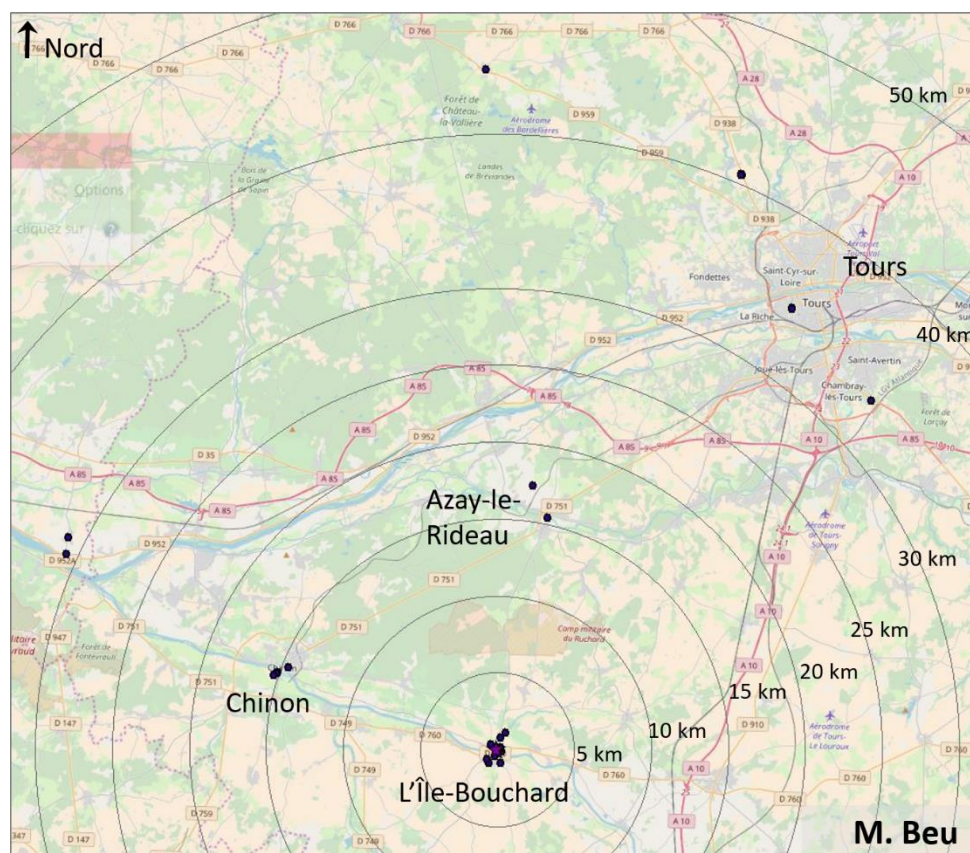
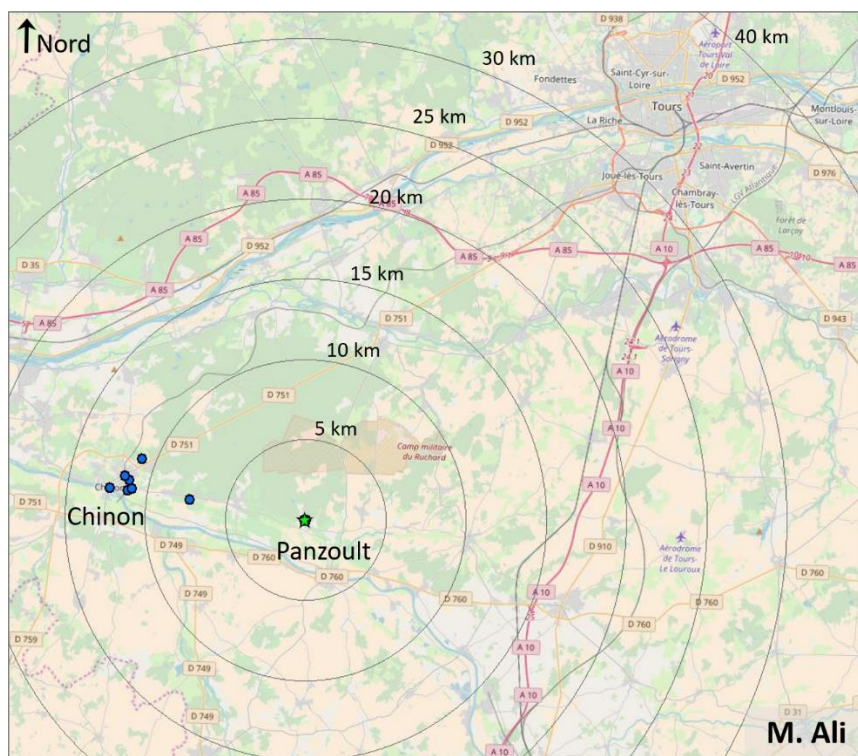




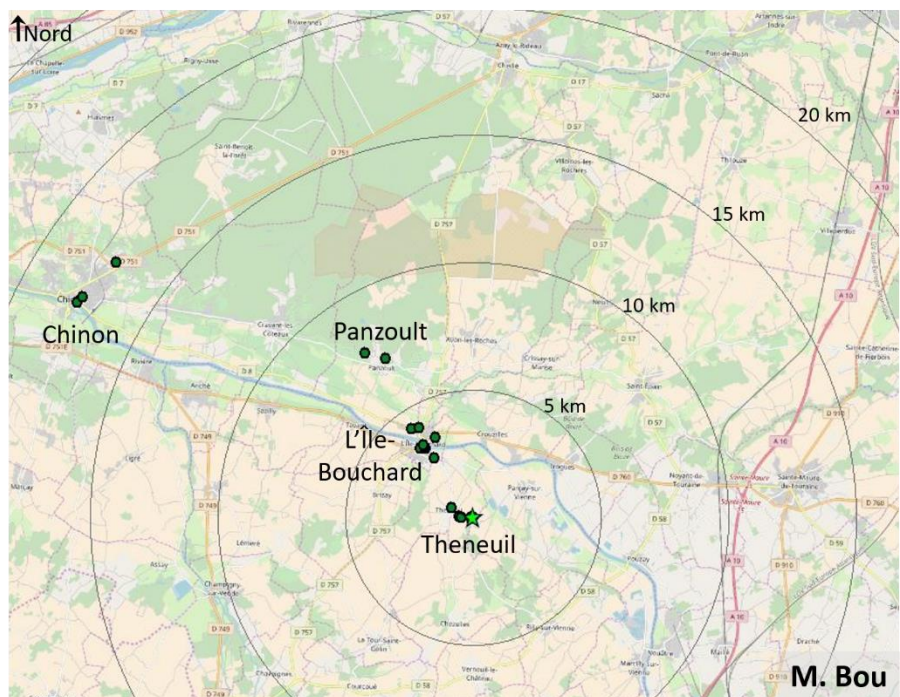
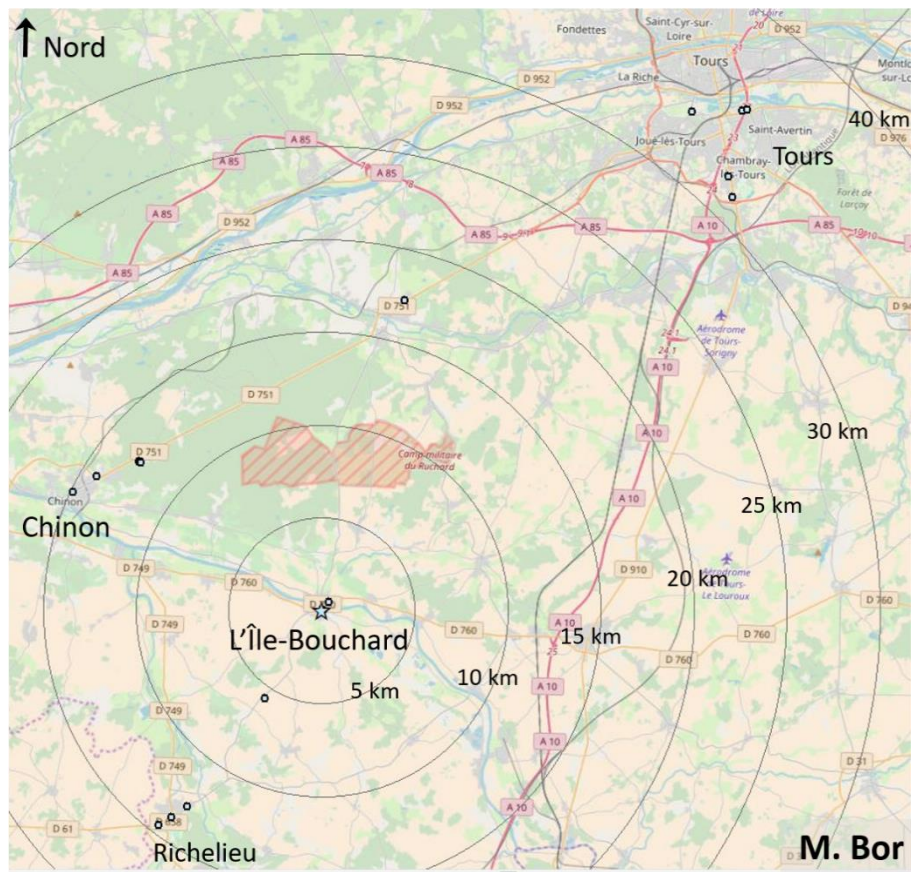




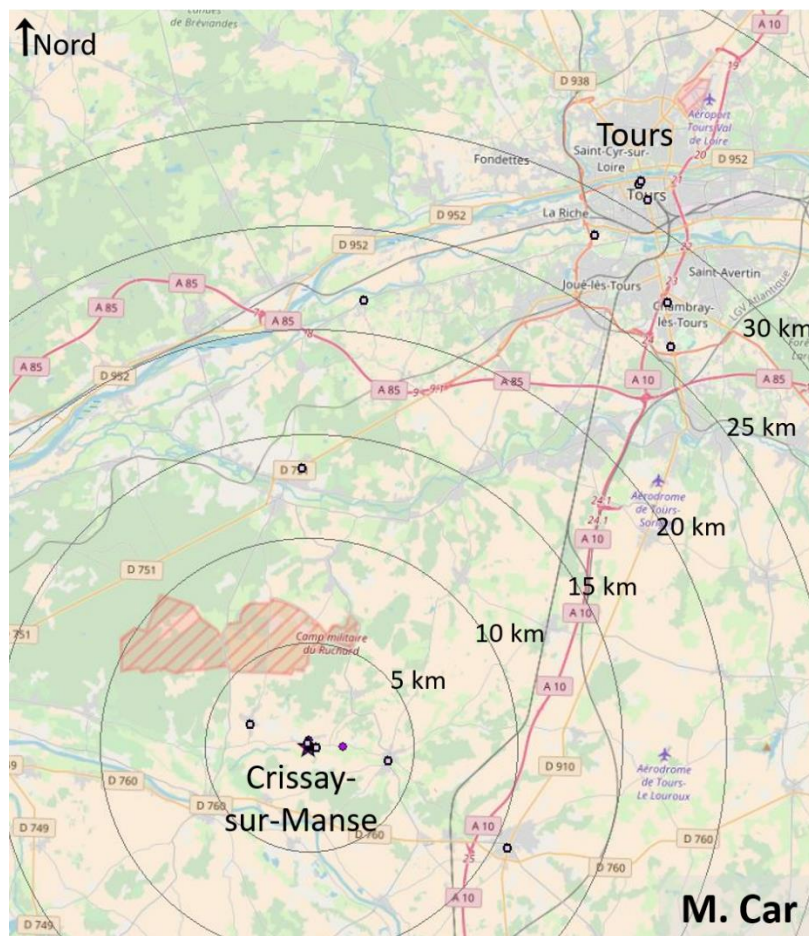
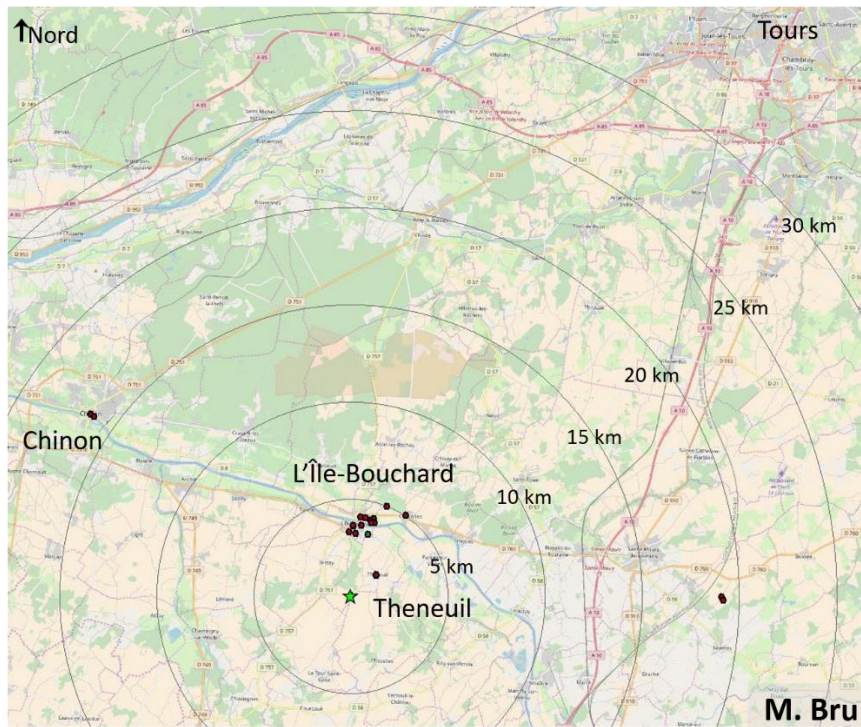
## Annexe 4 : Carte des points d'arrêt du secteur rural isolé (CCB)

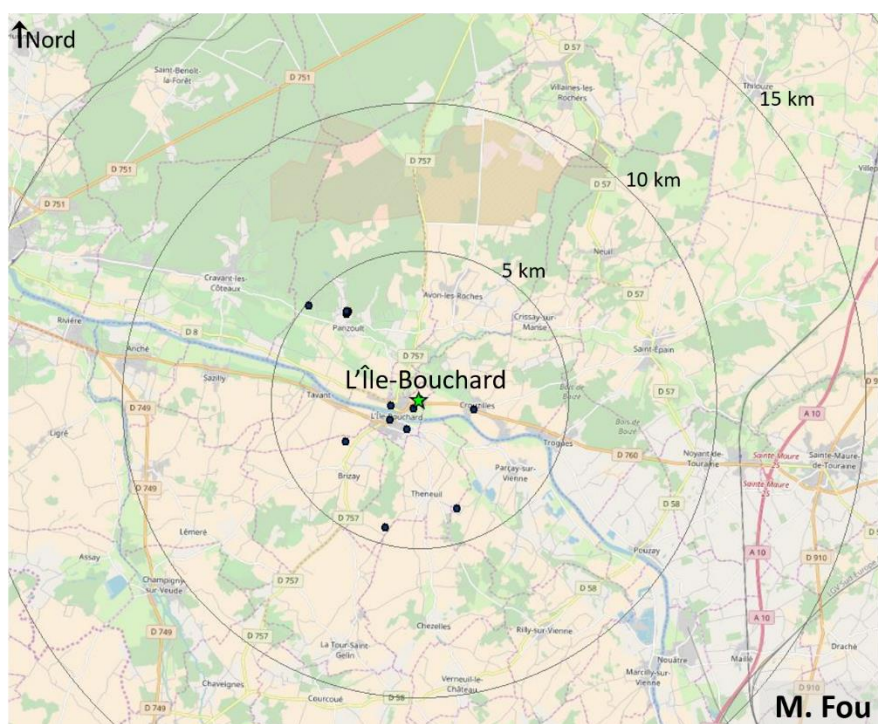




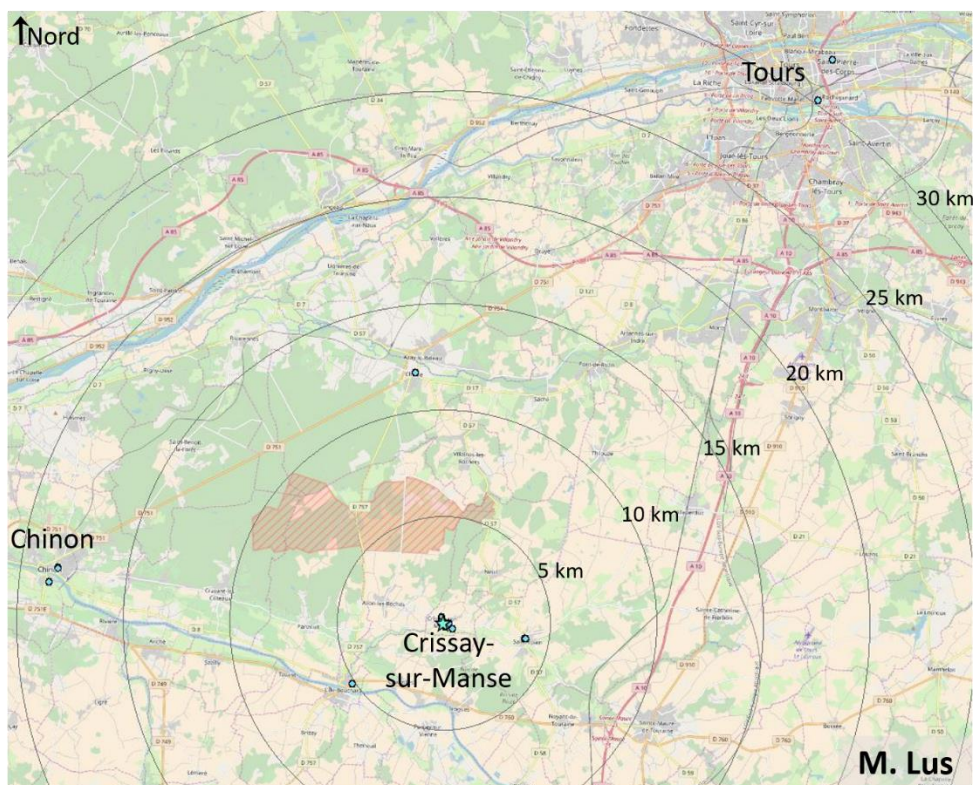
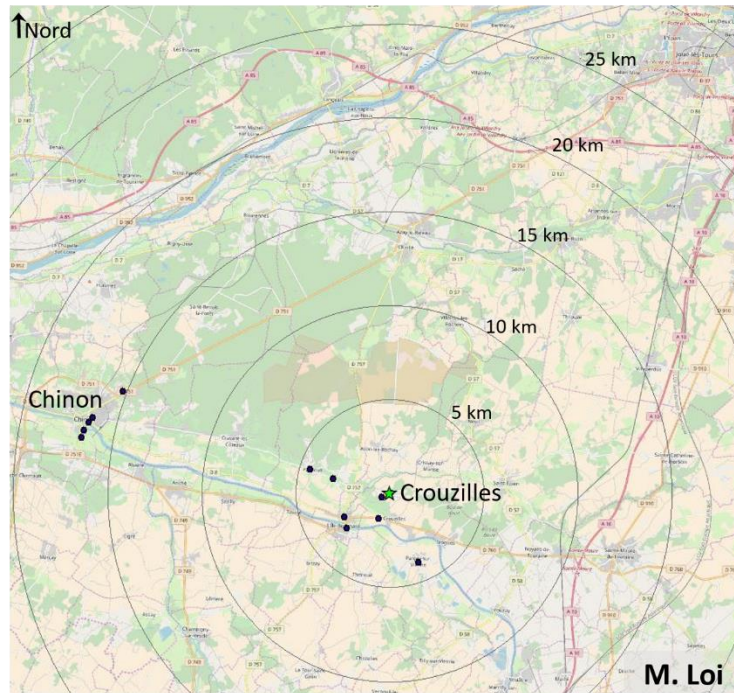




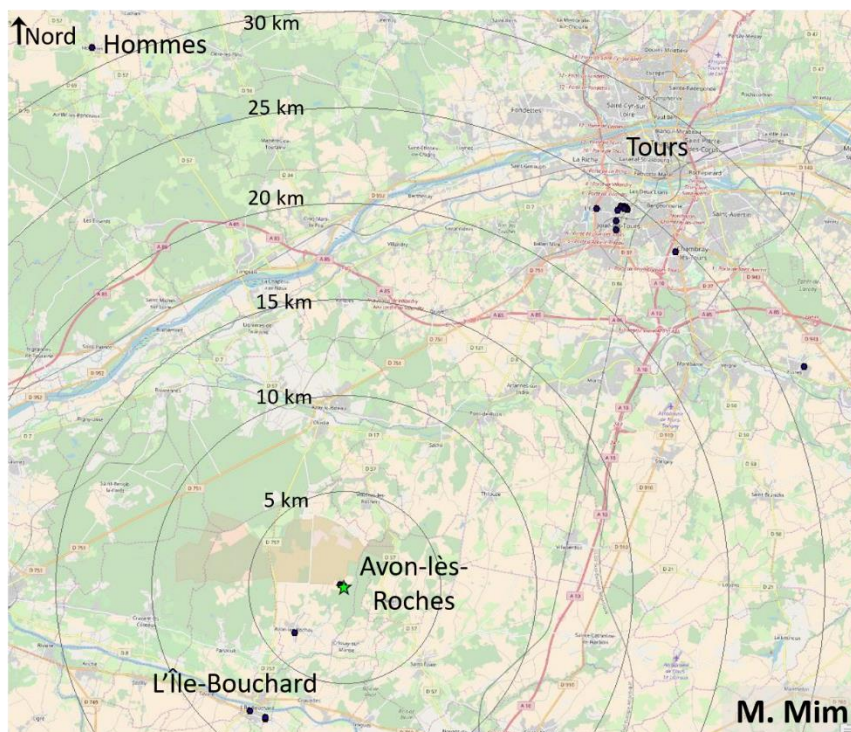
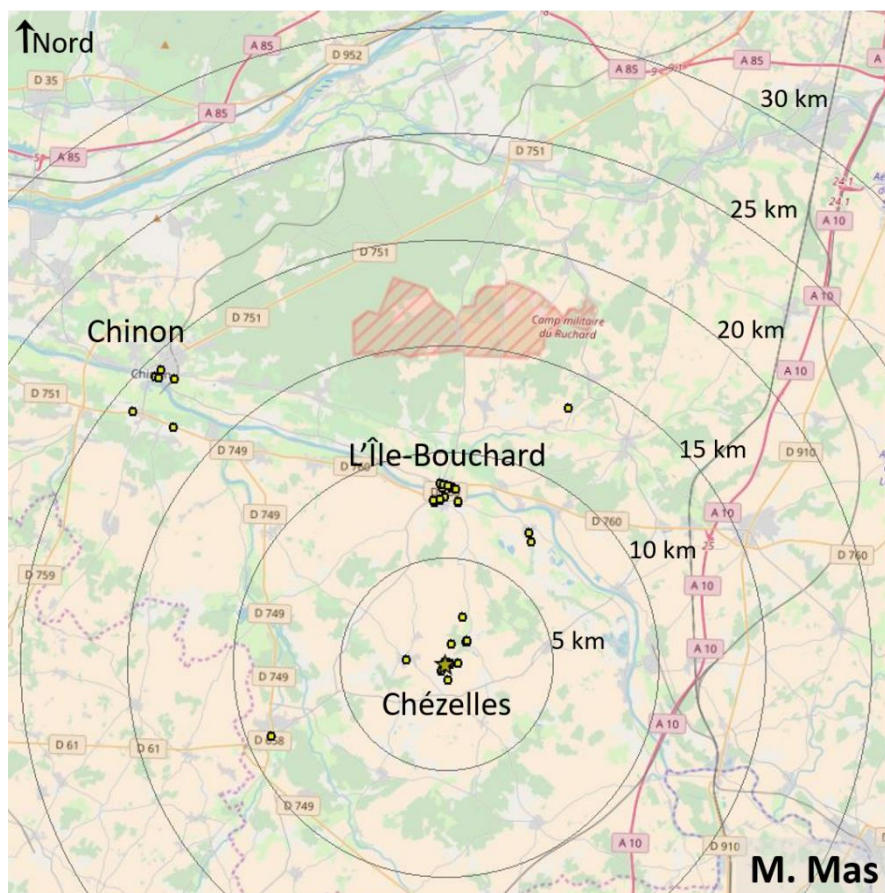


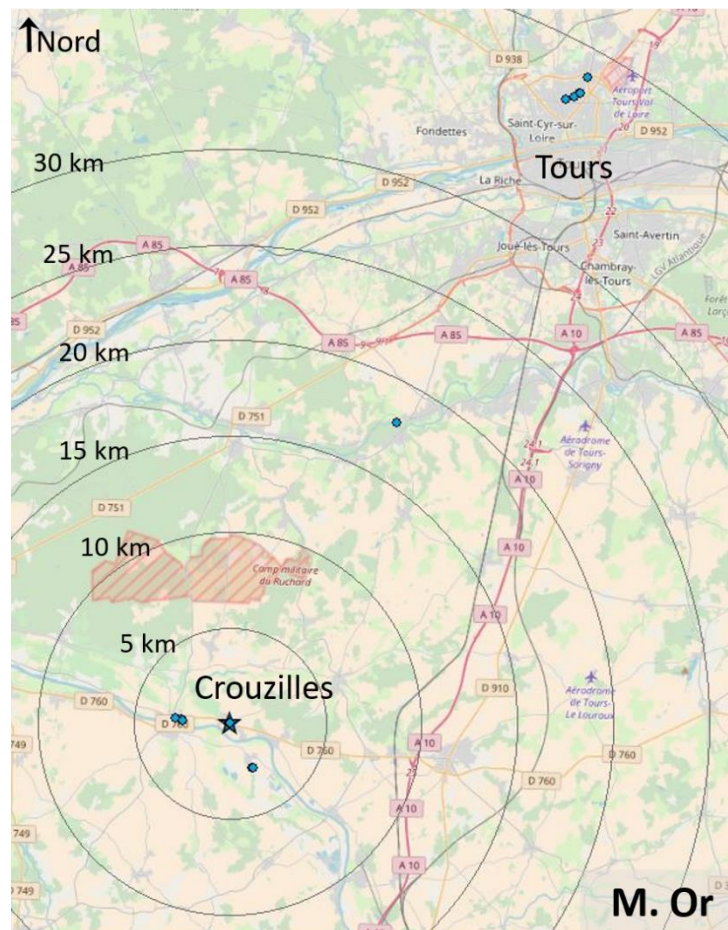
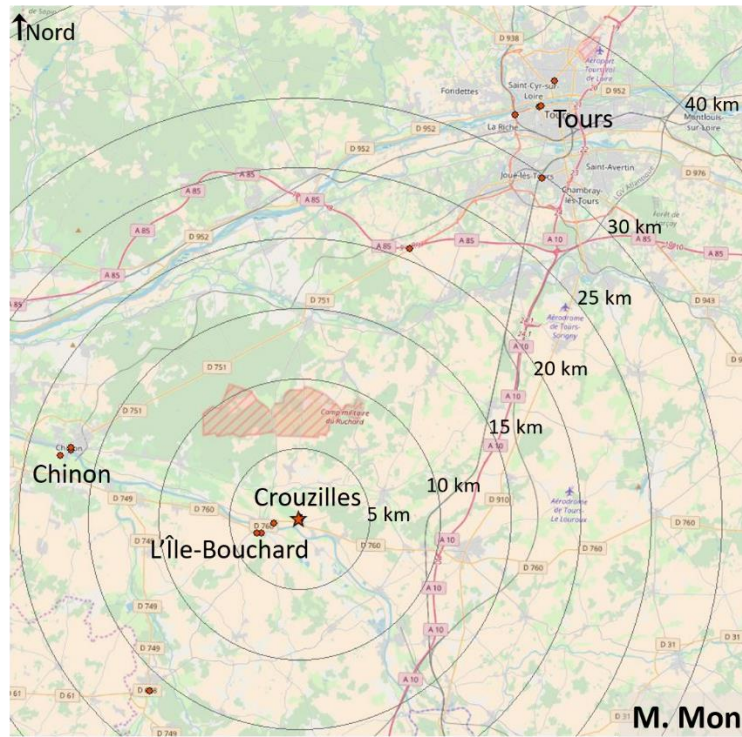




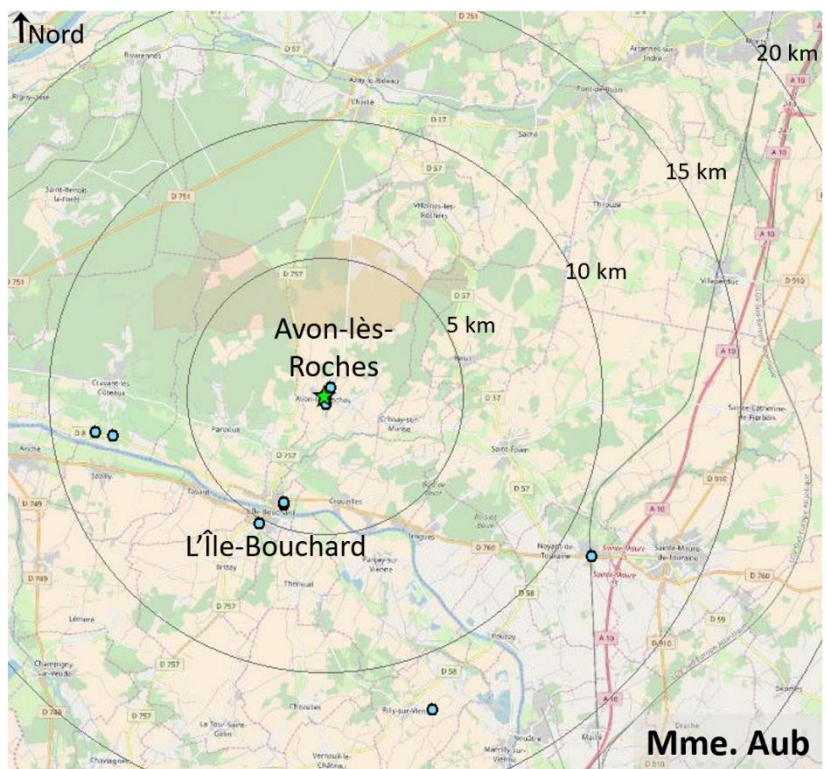
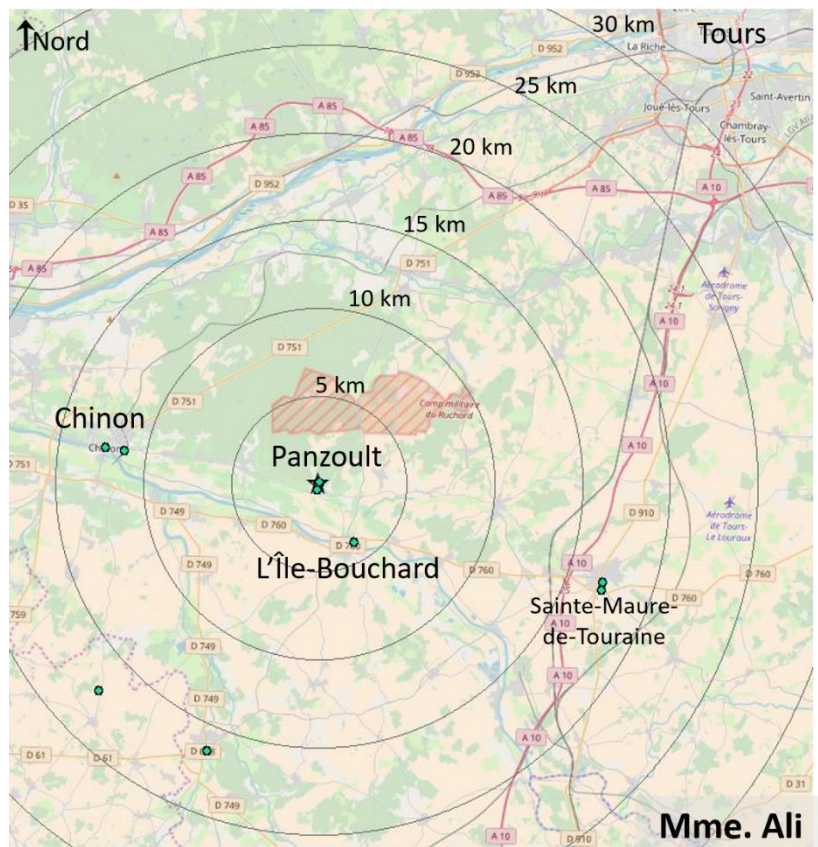


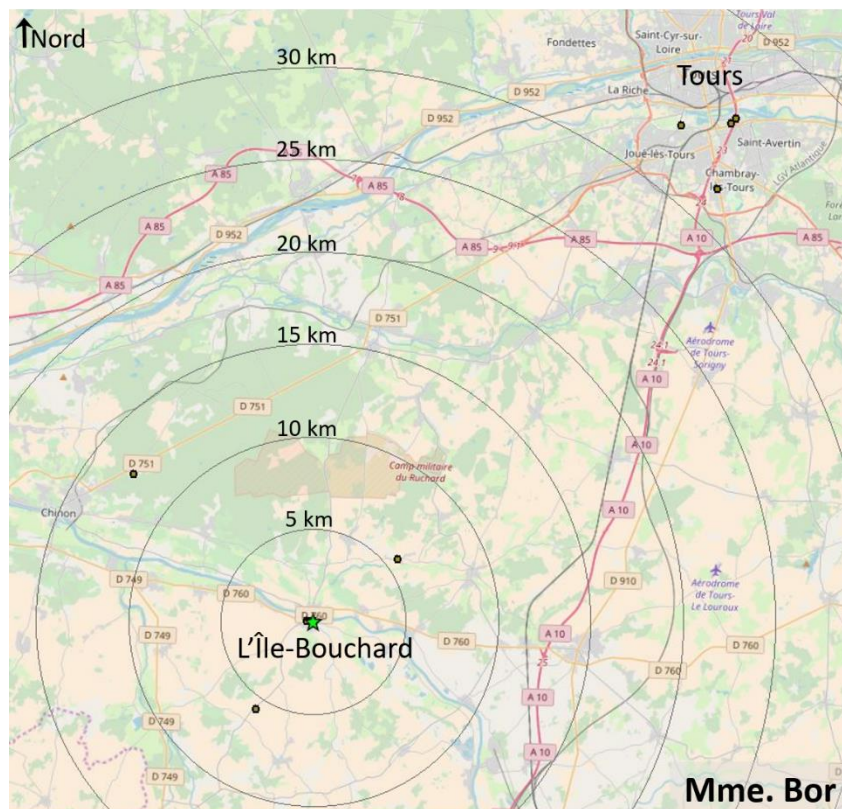
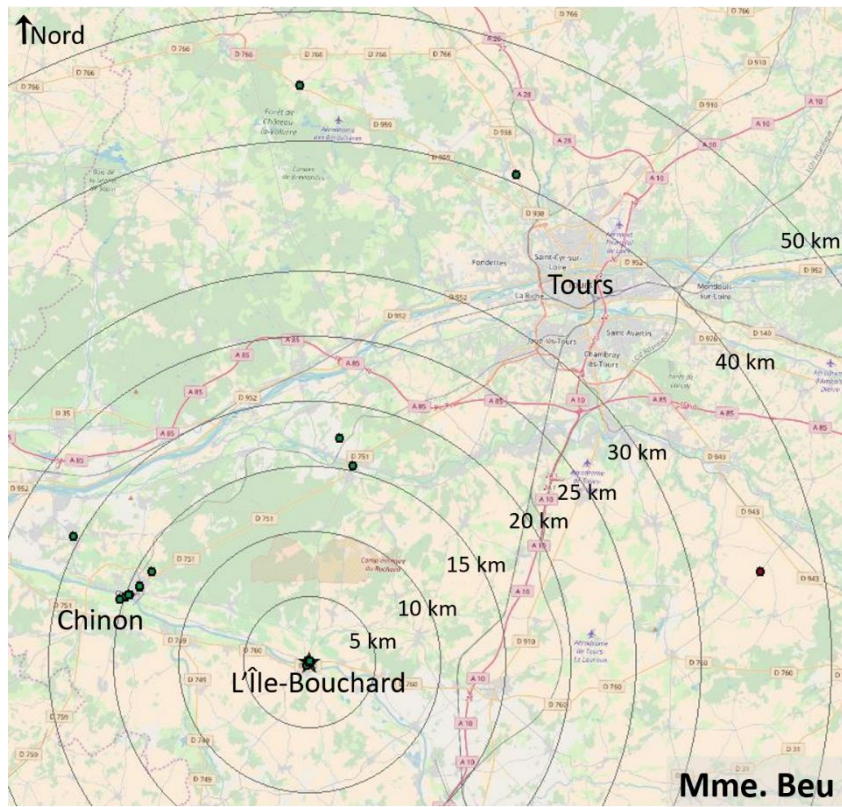




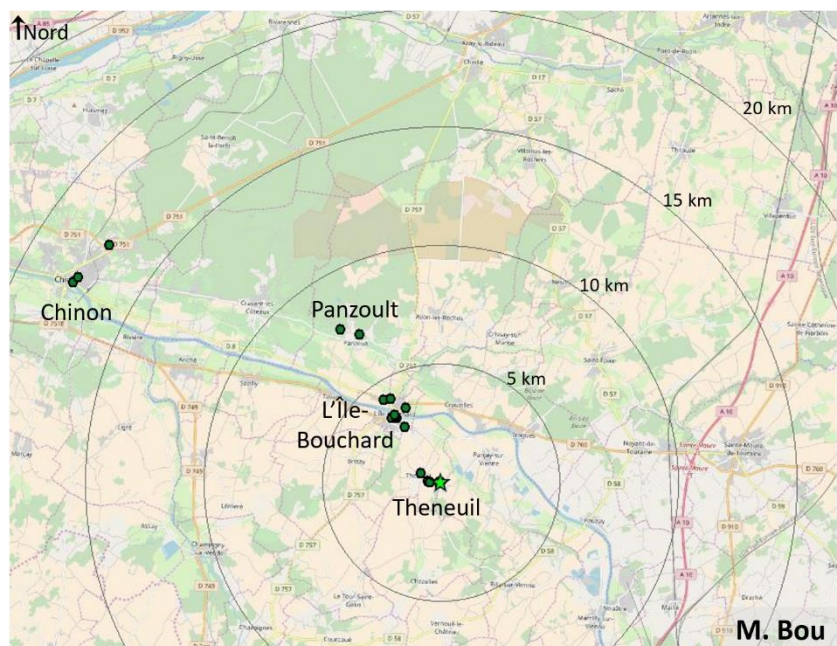


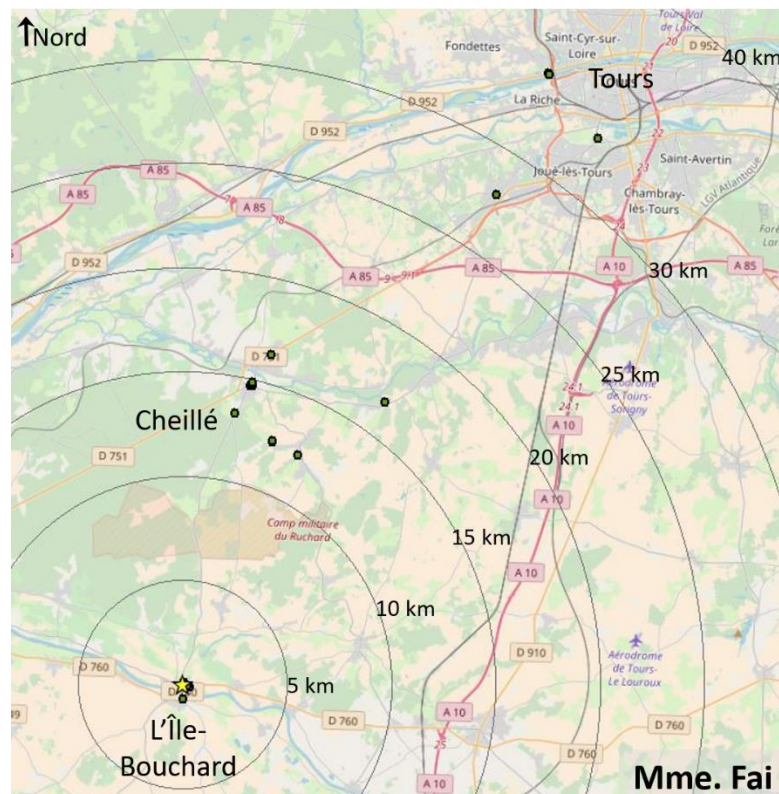
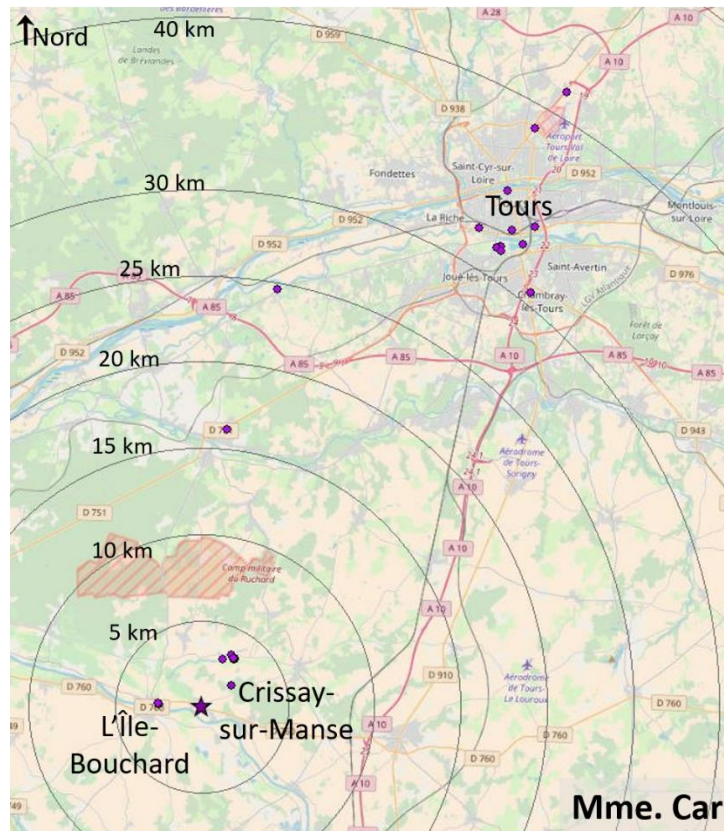




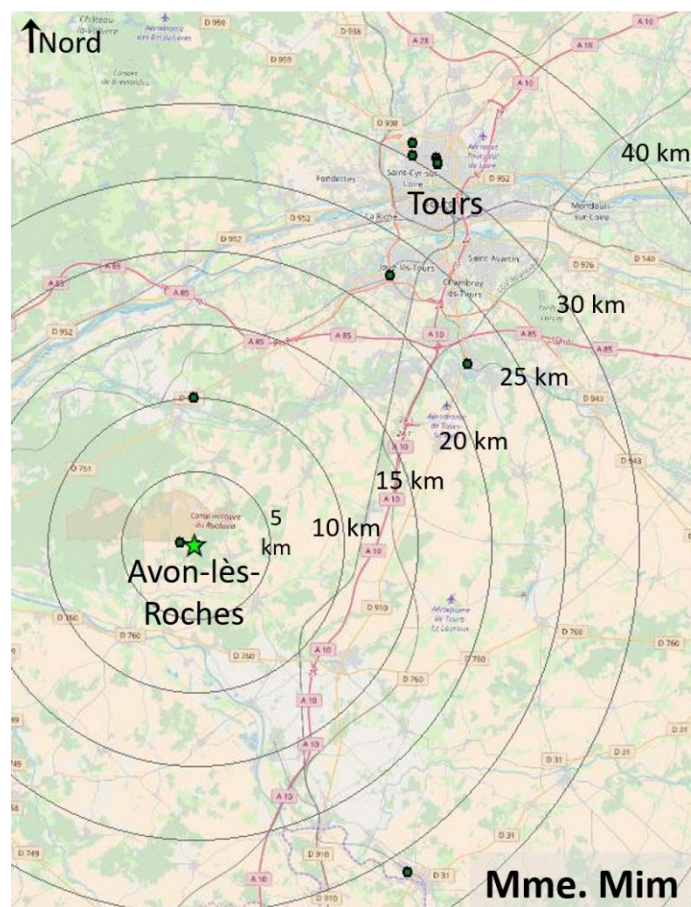
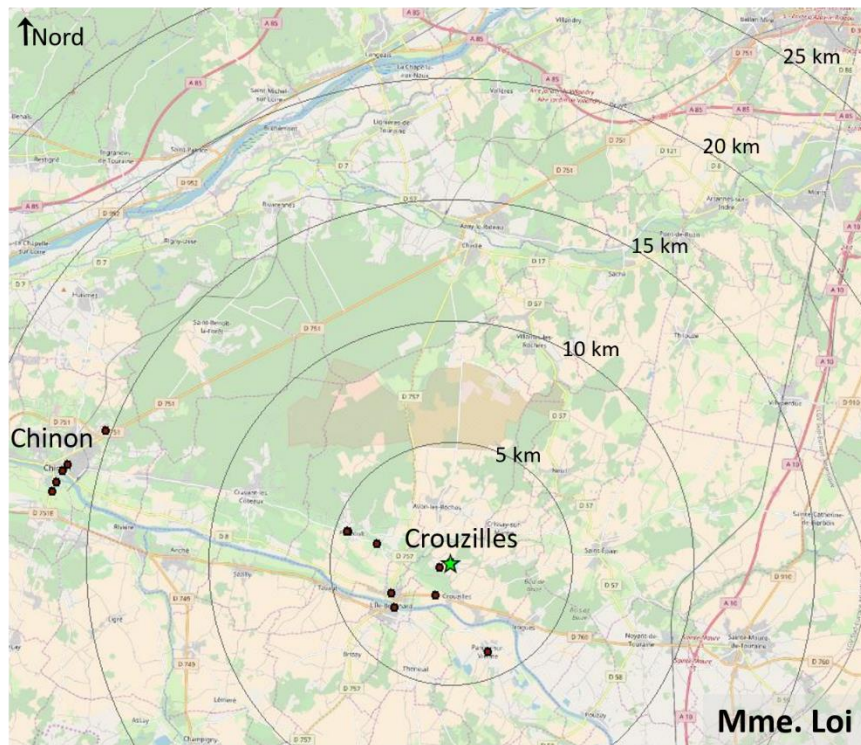


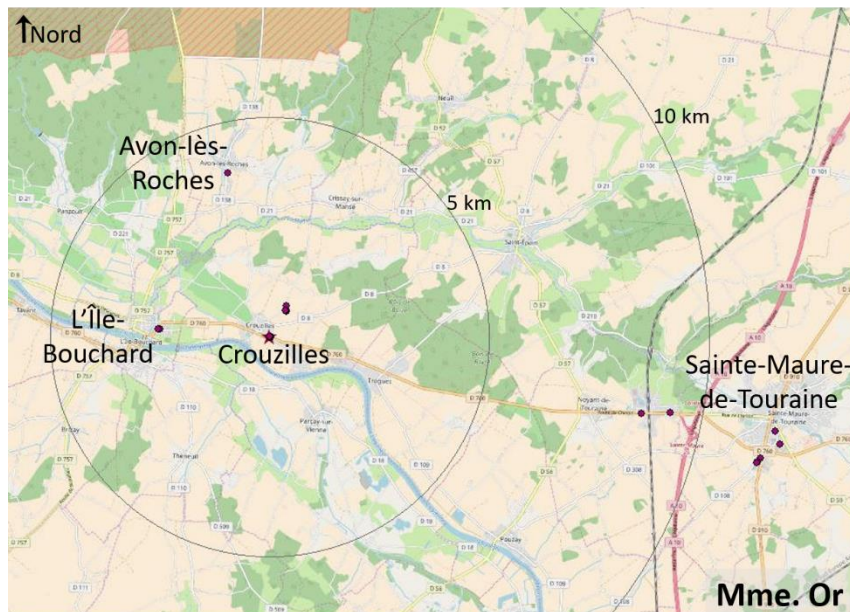
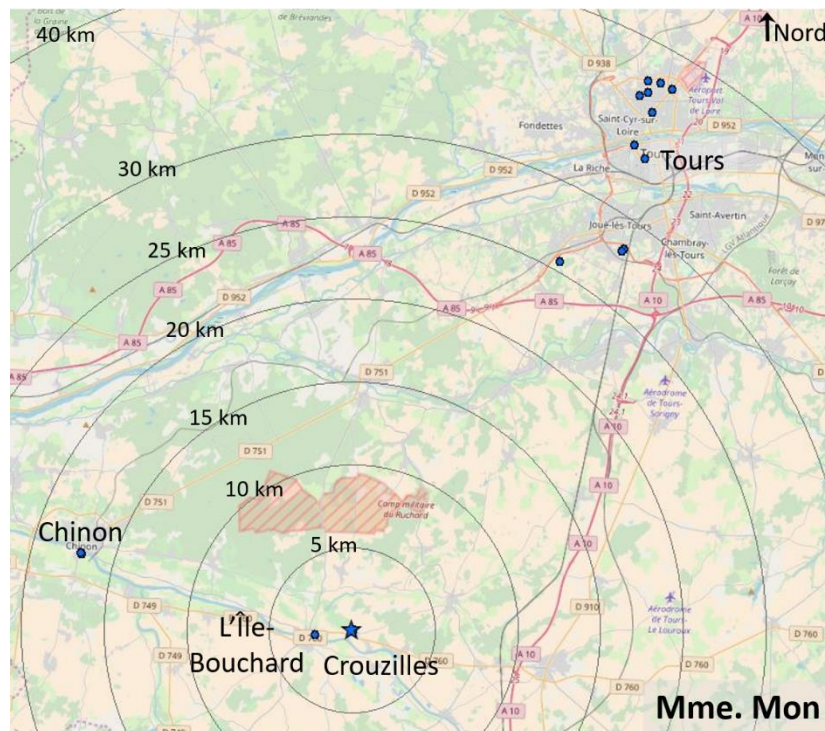




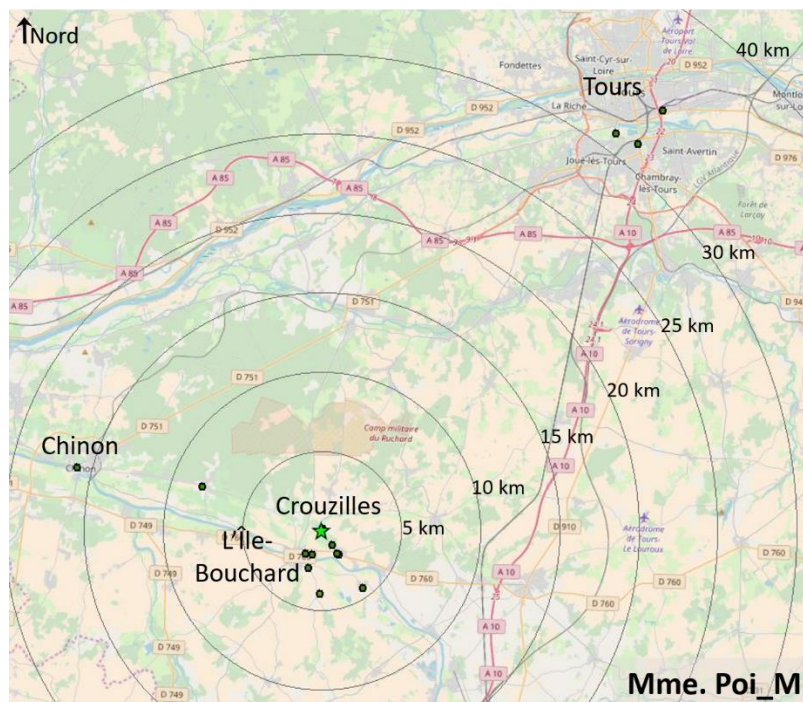
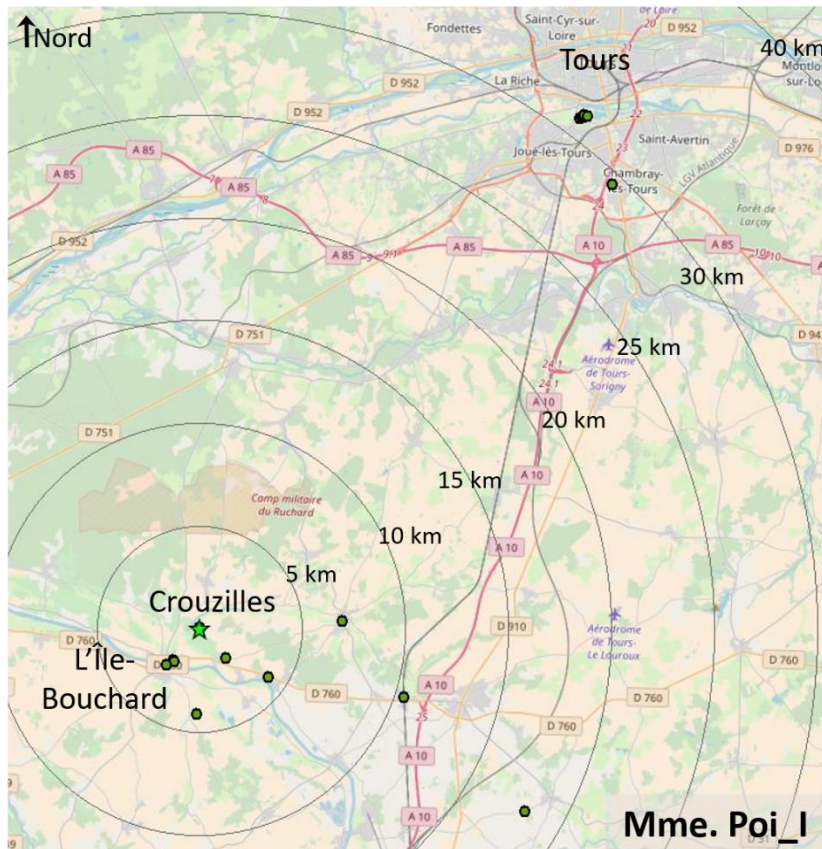












## Bibliographie :

BULLY, Philippe. "Zipf, créateur de la linguistique statistique". In: *Communication et langages*, n°2, 1969. pp. 23-28. [www.persee.fr/doc/colan\\_0336-1500\\_1969\\_num\\_2\\_1\\_3726](http://www.persee.fr/doc/colan_0336-1500_1969_num_2_1_3726)

BRU, Alice. "Il existe une loi mathématique pour prévoir la taille des villes". Slate [en ligne], 2013 [Mars 2018]. [www.slate.fr/life/81009/loi-mathematique-prevoir-taille-villes-zipf](http://www.slate.fr/life/81009/loi-mathematique-prevoir-taille-villes-zipf)

SAVOY, J. *Word Distributions and Zipf's Law*. Cours en ligne : Université de Neuchâtel. Disponible sur : [members.unine.ch/jacques.savoy/lectures/DAS/02ZipfLaw.pdf](http://members.unine.ch/jacques.savoy/lectures/DAS/02ZipfLaw.pdf)

Géoconfluences, "Zipf (loi ou règle de)" [Mars 2018]. [geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/zipf-loi-ou-regle-de](http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/zipf-loi-ou-regle-de)

NEWITZ, Annalee. "A mysterious law that predicts the size of the world's biggest cities", 2013 [Mars 2018]. [io9.gizmodo.com/the-mysterious-law-that-governs-the-size-of-your-city-1479244159](http://io9.gizmodo.com/the-mysterious-law-that-governs-the-size-of-your-city-1479244159)

LEMIRE, Daniel. "Les Lois de Zipf et de Mandelbrot" [Mars 2018]. [benhur.telug.ca/SPIP/inf6104/spip.php?article109](http://benhur.telug.ca/SPIP/inf6104/spip.php?article109)

CHERY, Jean-Pierre. *Analyse spatiale, analyse géographique, spatialité des sociétés* : Les interactions spatiales. Cours en ligne : Université Paul Valéry, Montpellier, 2009. Disponible sur : [www.univ-montp3.fr/ateliermercator/wp-content/uploads/2010/02/ECUE2\\_W141TSS1\\_SPE\\_M1\\_0910\\_interaction\\_modeles.pdf](http://www.univ-montp3.fr/ateliermercator/wp-content/uploads/2010/02/ECUE2_W141TSS1_SPE_M1_0910_interaction_modeles.pdf)

FEILDEL B., BAPTISTE H. "Le retour de la proximité dans les espaces périurbains et ruraux", 2015 [Février-Mars 2018].

DataFrance [Mars 2018] [datafrance.info/](http://datafrance.info/)

Fil Vert [Mars 2018] <https://www.remi-centrevaldeloire.fr/indre-et-loire/fiches-horaires-indre-et-loire/>

## Table des illustrations

Figure 1 : Représentation de la Loi de Zipf .....	10
Figure 2 : Représentation de la Loi de Zipf avec courbe de tendance logarithmique.....	10
Figure 3 : Mots les plus utilisés des discours de McCain et Obama avec leur fréquence (SAVOY) .....	11
Figure 4 : Carte des communautés de communes (Source : Proxi Communication, BAPTISTE, FEILDEL, 2015).....	13
Figure 5 : Profil type pour le secteur rural isolé.....	16
Figure 6 : Profil type pour le secteur rural polarisé.....	17
Figure 7 : Graphique "Aucune ressemblance" secteur polarisé .....	19
Figure 8 : Graphique "Aucune ressemblance" secteur isolé .....	19
Figure 9 : Graphique "Faible ressemblance" secteur polarisé.....	20
Figure 10 : Graphique "Faible ressemblance" secteur isolé.....	21
Figure 11 : Graphique "Ressemblance moyenne" secteur polarisé.....	21
Figure 12 : Graphique "Ressemblance moyenne" secteur isolé.....	22
Figure 13 : Graphique "Forte ressemblance" secteur polarisé .....	23
Figure 14 : Graphique "Forte ressemblance" secteur isolé .....	23
Figure 15 : Carte 1 secteur polarisé.....	25
Figure 16 : Carte 2 secteur polarisé.....	25
Figure 17 : Carte 3 secteur polarisé.....	26
Figure 18 : Carte 4 secteur polarisé.....	26
Figure 19 : Carte 1 secteur isolé.....	27
Figure 20 : Carte 2 secteur isolé.....	28
Figure 21 : Carte 3 secteur isolé.....	29
Figure 22 : Carte 4 secteur isolé.....	30
Figure 23 : Carte 5 secteur isolé.....	31

**Directeurs de recherche :**  
**BAPTISTE Hervé**  
**ANDRIEU Dominique**

**CLOUET Fabien**  
**MOY Yolaine**

**Projet de Fin d'Etudes**  
**DA5**  
**2017-2018**

## **Analyse des pratiques spatiales dans le secteur rural : La Loi de Zipf comme solution ?**

### **Résumé :**

La mobilité de la population au sein d'un territoire conditionne son développement et son évolution. Le milieu rural comporte des contraintes concernant les moyens de déplacement. En effet, ces milieux sont moins desservis, les offres de transports en commun sont donc plus générales et moins adaptées aux besoins propres à chaque individu. De plus, l'éloignement de ces espaces des grands pôles urbains, qui concentrent une plus grande diversité d'activités (commerces, loisirs, emplois...), décourage et rend plus difficile l'utilisation de moyens de transports doux, tels que le vélo, ou même la marche à pied. La voiture occupe donc une place importante dans les déplacements au quotidien de ces habitants. C'est pourquoi l'étude de la mobilité quotidienne est essentielle afin de comprendre les différents comportements, et ainsi, mettre en place des solutions efficaces, durables, et adaptées aux besoins spécifiques de chaque territoire.

Le suivi GPS d'individus permet de connaître les lieux traversés et fréquentés par des populations. Ces lieux sont donc des lieux d'intérêt dans la pratique de la mobilité. L'étude, ici, concerne deux milieux ruraux à proximité de Tours : un milieu polarisé et un milieu isolé. L'étude graphique des distances entre les arrêts et le lieu de domicile est une façon d'analyser l'appropriation de ces différents territoires par ses habitants. Cette analyse peut être mise en relation avec la loi de Zipf. Les distances des lieux où les individus effectuent des arrêts peuvent évoluer en suivant la loi de Zipf, mais certains profils sont particuliers ou suivent d'autres tendances. Différents profils émergent ainsi, entre les deux milieux, et au sein d'un même milieu. L'analyse géographique de la localisation des arrêts par rapport au lieu de résidence permet alors de révéler les zones fréquentées par ces populations, et de préciser les conclusions et hypothèses émises.

**Mots Clés : mobilité, Zipf, point d'arrêt, milieu rural polarisé, milieu rural isolé  
répartition spatiale, proximité**