

Table des matières

Mémoire de recherche	1
Tables des figures et tableaux	4
Glossaire	7
Définitions.....	7
Résumé	9
Introduction	10
Objectifs du document	10
Présentation des données	10
Intérêts du travail	10
Traitement des données.....	11
Données et méthodologie	11
Présentation des résultats.....	12
Cartes de déplacements des individus	12
Cartes des vitesses de déplacements	14
Carte de perméabilité de la région Versoix – Gex – La Dôle	19
Mise en évidence des corridors biologiques théoriques et réels.....	22
Calcul et représentation des domaines vitaux apparents et réel.....	26
Analyse croisée des données théoriques et réelles.....	38
Discussion des résultats.....	43
Perspectives	46
Conclusion.....	47

Remerciements.....	48
Bibliographie.....	49
Annexes.....	51

Tables des figures et tableaux

Figure 1 Courtois lors de la pose du collier.....	12
Figure 2 : Coyote lors de la pose du collier.....	12
Figure 3 : carte des déplacements effectués par Daillia (Bibiche) durant le mois de mars 2012. .	13
Figure 4 : carte des déplacements effectués par Baron durant le mois de mars 2012.....	13
Figure 5 : exemple de fichier <i>dbf</i> de Colliou avec des points GPS non validés (DOP trop élevée).	14
Figure 6: première partie du Model Builder "Vitesse" qui calcule la vitesse de déplacement des cerfs.....	15
Figure 7: code Python pour le calcul de la différence de temps entre les pointages GPS (boucle IF).....	16
Figure 8: partie finale du Model Builder "vitesse de déplacements".....	17
Figure 9: carte de déplacement de Baron avec mise en évidence des vitesses de déplacements.	17
Figure 10 : calcul de la différence de vitesse de déplacements sur Excel.	18
Figure 11 : extrait du calcul de la vitesse sur excel.....	18
Figure 12 : carte d'occupation du sol.....	19
Figure 13 : carte des couloirs de faune nationaux et régionaux ainsi que des différentes zones de protection présentes sur la zone d'étude.	20
Figure 14 : carte de perméabilité.....	21
Figure 15 : carte des corridors théoriques utilisés lors des déplacements des cerfs.	22

Figure 16 : carte des corridors de passage avec les points de déplacements des individus suivis.	23
Figure 17 : superposition des cartes de perméabilité et des corridors potentiellement utilisés...	24
Figure 18 : superposition des cartes de perméabilité et des corridors potentiellement utilisés avec les points de déplacements des individus.....	25
Figure 19 : carte des points de déplacements pour tous les individus.....	26
Figure 20 : synthèse du nombre de points utilisés pour les analyses par individus.....	27
Figure 21 : carte obtenue avec l’outil Minimum Bounding Geometry de la Toolbox Data Management (features) d’ArcGis.	27
Figure 22 : outil MCP de la suite Hawth’s Tools	28
Figure 23 : carte des MCP pour Baron résultat de l’outil Hawth’s Tools.....	28
Figure 24 : carte brute des analyses MCP de tous les individus, réalisée sur R.	29
Figure 25 : analyses MCP à 50 et 75 % des points de déplacement de Fabiola.	30
Figure 26 : analyses MCP à 50 et 75 % des points de déplacement de Rouphie.....	30
Figure 27 : carte obtenue avec l’outil Kernel Density de la Toolbox Spatial Analyst Tool (Density) de ArcGis.....	31
Figure 28 : à gauche : carte de fond importée dans R. A droite : même carte de fond en raster sur ArcGis.....	32
Figure 29 : représentation sur R des Kernel à 100% pour tous les individus	33
Figure 30 : kernel à 50 % sur R pour (de gauche à droite) Rouphie, Colliou et Baron.	34

Figure 31: carte des Kernel pour Daillia-Bibiche (Outil Kernel Density).....	35
Figure 32 : à gauche: la transformation depuis R en Shape file des MCP à 50 %.....	37
Figure 33: carte des points de déplacement de Colliou, avec superposition des zones de conflits faune-route.....	39
Figure 34: carte des points de déplacements de Daille.....	40
Figure 35: carte des points de déplacements de Fabiolla.	41
Figure 36: carte des points de déplacements de Colliou et Fabiola.....	42
Figure 37: carte des points de déplacements de Rouphe et Fabiola.....	42
Figure38 : passages des cerfs sur route de Sauverny (en noir).	44
.	
Tableau 1 : données des captures des individus.	11
Tableau 2: table des identifiants uniques des individus pour les traitements sous R.....	32

Glossaire

DOP :	Dilution of precision ou coefficient d'affaiblissement de la précision ;
Dbf :	Data Base File.Extension de fichier table supporté par ArcGis;
DGNP:	Direction Générale Nature et Paysage;
ECL:	Enveloppe Convexe Locale;
GPS :	Global Positioning System ou système de positionnement global;
GSM:	Global System for Mobile Communication;
hepia:	Haute Ecole du Paysage d'Ingénierie et d'Architecture de Genève;
HRT:	Home Range Tools (suite d'outils pour ArcGis);
MCP :	Minimum Convexe Polygon;
PB:	Pont Brownien;
Shp :	Shape File. Extension de fichier supporté par ArcGis ;
SIG :	Système d'Information Généralisé ;
SMS :	Short Message System;
UID :	Unique Identitiy Field ;
VHF :	Very High Frequency;
3D :	Espace à 3 dimensions..

Définitions

Domaine vital : selon Burt (1943), "la surface traversée par l'individu pendant ses activités normales de recherche de nourriture, de reproduction et de soin aux jeunes. Des sorties occasionnelles hors de la zone, telles que des explorations dans la nature, ne devant pas être considérées comme faisant partie du domaine vital ". Cette définition en exclu non pas les migrations, mais tout déplacement important et inhabituel.

"Un critère de niveau de probabilité peut être utilisé pour éliminer les sorties occasionnelles décrites par Burt (1943), en incluant seulement dans le domaine vital la plus petite aire où l'animal passe 95 % de son temps. Utiliser 95 % des domaines vitaux est en accord avec le seuil de probabilité communément admis pour valider statistiquement une hypothèse. Les données fréquemment utilisées pour quantifier le domaine vital d'un animal sont sous la forme d'observations visuelles ou déduites (localisations télémétriques ou traces)

DOP : Dilution Of Précision ou coefficient d'affaiblissement de la précision. Critère de qualité permettant de déterminer la validité d'un point GPS ; le DOP prenant en compte la localisation des satellites. Une DOP entre 1 et 6 est considérée comme acceptable sachant qu'une DOP de 1 est optimal et bonne pour la valeur de 6.

ECL: Analyse plus appropriée que les Kernel avec des espèces dont les domaines vitaux comprennent des zones inaccessibles.

Isoplèthes : Ligne joignant les points d'égale valeur ou distance sur une carte.

Kernel (analyse des) : prend en compte la distribution d'utilisation (utilisation distribution, UD) de l'espace par l'animal ce qui permet de donner la probabilité que l'animal se situe à un point donné plutôt qu'à un autre.

L'analyse est basée sur la fonction quadratique du Kernel (Silverman, 1986 p.76 équation : 4.5). Les outils de Kernel proposés dans ArcGis 9.3 et 10.1 sont tous basés sur cette même équation.

MCP : Minimum Convexe Polygon est l'une des méthodes d'estimation des domaines vitaux les plus utilisées. Cette méthode calcule le polygone convexe le plus petit permettant d'inclure la totalité des données de localisation d'un individu. Ce polygone est considéré comme étant le domaine vital de l'individu. La prise en compte de 95% des points de localisation des animaux permet de ne garder que les données considérées comme étant usuelles (le 5% restant représentant des trajets exceptionnels). Cette même analyse sera ensuite traitée avec 75 et 50 % des points afin d'obtenir les zones de présence plus précises. Le polygone comprenant 50 % des points de localisation représente la zone nodale du domaine vital.

Model Builder : outil graphique permettant la création d'un enchaînement de processus d'analyse notamment dans ArcGis.

R : Logiciel informatique de traitement statistique et graphique (accès libre).

Shape ou shape file : format de fichier (couche) utilisé dans ArcGis. Shp.

Toolbox : Boîte à outils permettant l'utilisation simplifiée de certains processus réalisables sur ArcGis. Une toolbox peut se créer en python ou Model Builder ou en associant les deux.

Rapport-Gratuit.com

Résumé

L'étude des déplacements des cerfs et de leurs corridors de passages entre leurs différents habitats prennent toute leur importance dans le cadre de l'augmentation croissante de l'urbanisation du plateau Suisse. Ces suivis font partie d'un projet en partenariat entre hepia (Haute Ecole du Paysage d'Ingénierie et d'Architecture de Genève) et la DGNP (Direction Générale Nature et Paysage de l'Etat de Genève).

Grâce à des colliers émetteurs GPS (Global Positioning System) posés sur des cerfs et des biches, leurs trajets peuvent être enregistrés (positions géographique) et l'utilisation spatiale cartographiée.

Les données émises par les colliers GPS sont analysées aux moyens d'outils SIG (ArcGis et R) afin de mettre en évidence les domaines vitaux (Minimum Convexe Polygone et Kernel) des différents individus et leur répartition spatiale dans la trame urbaine grandissante.

Certaines zones de conflit entre la faune et les grandes voies de circulations de la région Versoix-Gex-La Dole ont pu être identifiées. A l'image du passage de la route de Sauvigny dans les Bois de Versoix qui sur ces 2.5 kilomètres compte plus de 200 passages avérés de cerfs par année.

Ces éléments complètent les cartes de déplacements mensuelles et le calcul des vitesses de déplacements des individus qui sont réalisées sur ArcGis. La mise en place de Model Builder permettant l'automatisation de certaines opérations facilite le traitement des données.

Mots clés

Cerfs, collier GPS, SIG, déplacements faune, suivi grands cervidés, zone de conflit faune-route.

Introduction

Le présent travail s'intègre dans le projet d'agglomération Franco-Valdo-Genevois¹ et notamment dans la gestion des corridors biologiques.

La problématique soulevée ici est la cohabitation entre la faune sauvage et l'Homme sur le territoire du Grand Genève. Ce territoire présente deux caractéristiques presque antinomiques que sont la forte anthropisation et la présence d'une faune sauvage abondante. Ce travail traite plus précisément du cas du cerf (*Cervus elaphus*). De nombreux conflits quant à l'utilisation du territoire par l'Homme et les cerfs sont pressentis.

Ainsi, une étude des déplacements de cerfs dans la région de Versoix-Gex-La Dôle a été entreprise conjointement par hepia et le service de la Faune de l'Etat de Genève. Pour cela, douze individus ont été équipés de colliers à émetteurs GPS à transmission automatique dans le but de pouvoir suivre leurs déplacements et ainsi pouvoir analyser leur utilisation de l'espace au fil des saisons et du développement des zones urbanisées.

L'objet de ce mémoire est donc l'analyse des données GPS afin d'identifier les corridors de déplacement, leur position et importance et d'évaluer les menaces vis-à-vis des axes routiers, notamment. Pour cela, des outils d'analyse spatiale seront développés.

Objectifs du document

Les objectifs de ce mémoire sont :

- la mise en évidence d'outils adaptés pour l'analyse des déplacements de cerfs au moyen de logiciels SIG (Système d'Information Géralisé) ;
- la mise en place et l'utilisation de ces outils dans le cadre d'analyse des déplacements (trajets), des domaines vitaux des cerfs ainsi que de zones de conflits (faune-route) potentiels dans cette région.

Présentation des données

Les données sont des coordonnées GPS transmises par sms (Short Message Service). Ces données correspondent à des pointages de position des individus (Latitude, Longitude, heure, précision du point). La prise de donnée se fait au minimum huit fois par jour et par individus. Cette fréquence peut être modifiée à distance afin de pouvoir suivre au mieux les déplacements des individus au fil de l'année.

Intérêts du travail

La mise en évidence des conflits spatiaux entre les déplacements des cerfs et les autres acteurs de la région a deux enjeux majeurs. Premièrement, cette étude va, suite à la mise en évidence par des outils SIG adaptés, permettre d'identifier les différents couloirs théoriques et effectifs que les cerfs empruntent lors de leurs déplacements.

Dans un deuxième temps, la localisation des couloirs de déplacements avérés sera une donnée importante qui permettra de mettre en évidence les points de conflits entre la faune sauvage et les zones d'utilisation anthropique du territoire, notamment les axes routiers.

¹ Site internet de référence: <http://www.grand-geneve.org/concretement/realisations/nature-paysage/contrats-corridors-biologiques>

Traitement des données

Données et méthodologie

Dans un premier temps, les données de déplacements (trajets) sont cartographiées sous forme de ligne avec pour support différents fonds de carte permettant leur analyse. Dans un deuxième temps, différents outils SIG permettant l'analyse spatiale des points de présence des cerfs seront testés afin de sélectionner celui qui convient dans le cadre de cette étude.

Afin de faciliter le traitement des données de déplacements et dans un but de représentativité, seules les données provenant de six des douze individus munis de colliers seront traitées dans le présent document. Les données de capture ainsi que des indications sur ces six individus se trouvent dans le tableau 1 ci-dessous.

Les individus choisis doivent avoir:

- au minimum des données représentant une année de suivi par collier GPS ;
- réaliser des déplacements plus grands ou dans des zones différentes de la majorité des cerfs suivis ;
- équilibre entre biches et cerfs mâles (tous deux dénommés sous le terme générique de cerf dans le document).

Nom	Sexe	Date de capture (pose collier émetteur)	Date de fin de suivi par GPS
Daillia /Bibiche	Femelle	12.12.2010	Encore en cours
Fabiola	Femelle	31.03.2009	13.11.2012
Rouphie	Femelle	23.11.2010	11.09.2011
Baron	Mâle	15.11.2010	08.09.2012
Colliou	Mâle	03.11.2010	01.10.2012
Daille	Mâle	17.11.2010	04.10.2011

Tableau 1 : données des captures des individus.

Les colliers sont placés sur les cerfs lorsqu'ils sont endormis (seringue hypodermique). Les captures et la pose des colliers sont généralement réalisées par les gardes de l'environnement du canton de Genève (DGNP – Direction Générale Nature et Paysage). Les données générées par les colliers sont transmises par sms puis transformées *dbf* afin d'être traitées. Les colliers sont également munis d'un émetteur VHF (Very High Frequency) ce qui permet de localiser les individus également par radiopistage.



Figure 1² Courtois lors de la pose du collier.



Figure 2³ : Coyote lors de la pose du collier.

Les données traitées dans les analyses recouvrent une année complète afin de prendre en compte les différences d'utilisation du territoire au fil des saisons. Toutes les données sont comprises entre le 15 décembre 2010 et le 31 décembre 2011 à l'exception de Rouphie (fin au 10.09.2011) et de Daille (fin au 04.10.2011).

Les différentes cartes générées ainsi que les analyses effectuées sur les données sont présentées dans la suite du rapport et seront ensuite discutées.

Présentation des résultats

Cartes de déplacements des individus

Chaque mois, une carte des déplacements des différents individus est réalisée.

Certains mâles peuvent se déplacer sur de plus longues distances que les femelles. La distance parcourue par les mâles varie selon les périodes de l'année. Ces données peuvent également être utilisées dans le but d'affiner l'analyse des usages des différents milieux (prairies, forêts, cultures,..) parcourus (ce point sera développé plus loin).

Les données des colliers sont transformées en fichiers *.dbf* (Data Base File). Seules les données utiles pour l'étude sont gardées (période d'une année).

Le fichier *dbf* ainsi "nettoyé" est introduit dans une toolbox, permettant de générer à la fois les pointages et les trajets des différents individus sur la base des points GPS (Model Builder point to line de R.Tagand, 2012 voir en annexe). Ensuite des cartes mensuelles sont réalisées afin de visualiser les déplacements effectifs des cerfs (voir figures 3 et 4 ci-dessous).

² Source DGNP

³ Source DGNP

Les lignes représentant les trajets entre les points de positionnement ne correspondent pas aux trajets réels des cerfs, il s'agit d'une modélisation en ligne droite de leur trajectoire.

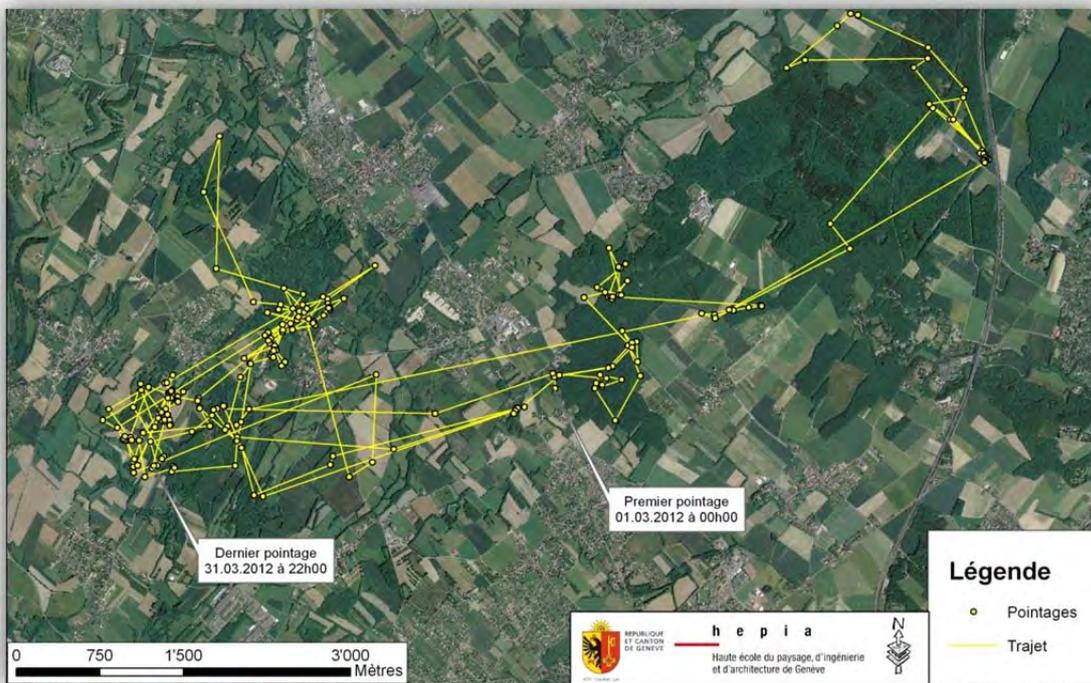


Figure 3 : carte des déplacements effectués par Daillia (Bibiche) durant le mois de mars 2012.

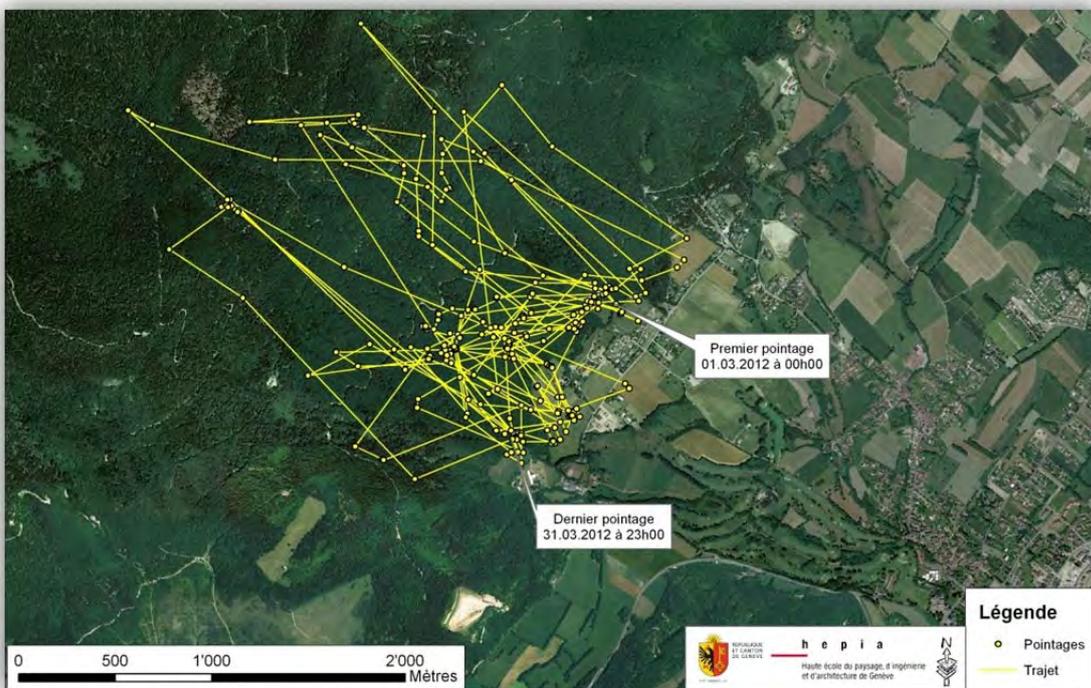


Figure 4 : carte des déplacements effectués par Baron durant le mois de mars 2012.

Cartes des vitesses de déplacements

Le calcul de la vitesse de déplacement des cerfs durant les trajets donne plusieurs indications : tout d'abord une bonne visibilité de l'espace utilisé par individus au fil du temps, leur position réelle ainsi que la largeur des corridors entre les différentes structures ainsi que les habitats préférentiellement utilisés.

Sur la base des données générées (shape pointages et trajets) par les colliers puis visualisées sur les cartes mensuelles, la vitesse de déplacement des différents individus pourra être calculée. Ce calcul se fait à partir des données brutes récoltées par les colliers émetteurs. Les données sont mises au propre afin de retirer les points non validés. Les points non validés (voir figure 5 ci-dessous) sont :

- les points ayant une DOP (coefficient d'affaiblissement de la précision) de plus de 4 ;
- les points qui n'ont pas pu être pris en 3D (trois dimensions).

Ces pointages sont le résultat du mauvais positionnement satellitaire lors de l'enregistrement du point et sont d'une trop grande imprécision. Ils peuvent donc fausser le calcul des vitesses de déplacement.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
LINE_N	UTC_DATE.D	UTC_TIME.C,8	LMT_DATE.D	LMT_TIM	ECEF_X,N	ECEF_Y,N	ECEF_Z,N	LATITUDE	LONGITUDE	HEIGHT	DOP,N,5,2	NAV,C,2	VALIDATED,C,3	SATS
3327.00	30.09.13	01:00:24	30.09.13	01:00:24	4389465.00	471792.00	4588569.00	46.2982808	6.1347593	487.08	2.40	3D	Yes	0.00
3328.00	30.09.13	01:30:10	30.09.13	01:30:10	4389465.00	471792.00	4588574.00	46.2983119	6.1347593	490.69	2.20	3D	Yes	0.00
3329.00	30.09.13	02:00:03	30.09.13	02:00:03	4389467.00	471793.00	4588569.00	46.2982671	6.1347694	488.53	2.60	3D	Yes	0.00
3330.00	30.09.13	03:00:42	30.09.13	03:00:42	4389458.00	471790.00	4588574.00	46.2983585	6.1347432	485.74	3.00	3D	Yes	0.00
3331.00	30.09.13	05:00:54	30.09.13	05:00:54	4389466.00	471789.00	4588576.00	46.2983199	6.1347192	492.61	2.40	3D	Yes	0.00
3332.00	30.09.13	12:02:20	30.09.13	12:02:20	4389461.00	471790.00	4588572.00	46.2983267	6.1347390	486.35	10.40	3D	No	0.00
3335.00	30.09.13	21:01:48	30.09.13	21:01:48	4389486.00	471794.00	4588549.00	46.2980193	6.1347559	487.19	4.40	2D	No	0.00
3336.00	30.09.13	21:30:48	30.09.13	21:30:48	4389472.00	471787.00	4588569.00	46.2982390	6.1346850	491.52	2.40	3D	Yes	0.00
3337.00	30.09.13	22:00:43	30.09.13	22:00:43	4389471.00	471791.00	4588575.00	46.2982800	6.1347380	495.46	3.20	3D	Yes	0.00
3338.00	30.09.13	22:30:12	30.09.13	22:30:12	4389474.00	471789.00	4588572.00	46.2982433	6.1347081	495.21	3.40	3D	Yes	0.00
3339.00	30.09.13	23:00:25	30.09.13	23:00:25	4389477.00	471791.00	4588573.00	46.2982287	6.1347297	498.14	4.40	3D	Yes	0.00
3341.00	01.10.13	00:00:48	01.10.13	00:00:48	4389480.00	471804.00	4588574.00	46.2982065	6.1348933	501.88	2.40	3D	Yes	0.00
3342.00	01.10.13	00:30:58	01.10.13	00:30:58	4389471.00	471792.00	4588569.00	46.2982420	6.1347509	491.20	3.00	3D	Yes	0.00
3343.00	01.10.13	01:00:09	01.10.13	01:00:09	4389465.00	471785.00	4588561.00	46.2982359	6.1346689	480.78	3.80	3D	Yes	0.00
3344.00	01.10.13	01:30:18	01.10.13	01:30:18	4389463.00	471785.00	4588555.00	46.2982116	6.1346717	475.07	3.80	3D	Yes	0.00
3345.00	01.10.13	02:01:18	01.10.13	02:01:18	4389468.00	471790.00	4588556.00	46.2981820	6.1347293	479.59	2.40	3D	Yes	0.00
3346.00	01.10.13	03:01:23	01.10.13	03:01:23	4389477.00	471793.00	4588570.00	46.2982087	6.1347555	496.12	4.00	3D	Yes	0.00

Figure 5 : exemple de fichier *dbf* de Colliou avec des points GPS non validés (DOP trop élevée).

Le calcul des vitesses de déplacement se fait sur la base des fichiers *.shp* émis par la toolbox précédente (point to line, R.Tagand, 2012).

Dans ces fichiers sont calculés premièrement le laps de temps entre deux pointages GPS (*diff_temps*) puis la distance entre ces deux points de relevés (*Distance*). Ces deux valeurs sont mises en rapport afin de calculer la vitesse du déplacement entre les deux points pris en compte.

Dans le but de faciliter et d'augmenter la rapidité de traitement de cette partie de l'analyse, un Model Builder a été créé afin d'automatiser cette étape (voir Model Builder complet en annexe 2 Vitesse).

Le Model Builder (Vitesse) ainsi réalisé permet de traiter aisément de grands nombres de données de déplacement afin d'en calculer la vitesse.

Certains problèmes ont été rencontrés lors de la mise en place du Model Builder :

- les données ne doivent pas contenir de cellules vides ;
- lors du calcul de la différence de temps entre deux pointages, il n'a pas été évident de mettre au point la boucle Python permettant ce calcul (boucle *if* voir figure 7 ci-dessous).

La première partie du modèle (figure 6 ci-dessous) permet d'ajouter les champs : différence de temps (Diff_temps) et Distance dans les fichiers *shape file* générés par la toolbox point to line. La différence de temps se calcule dans le fichier "pointage" et la distance dans le fichier "trajet". Ces deux fichiers sont générés par la Toolbox "point to line" et sont les intrants de ce nouveau Model Builder (Vitesse).

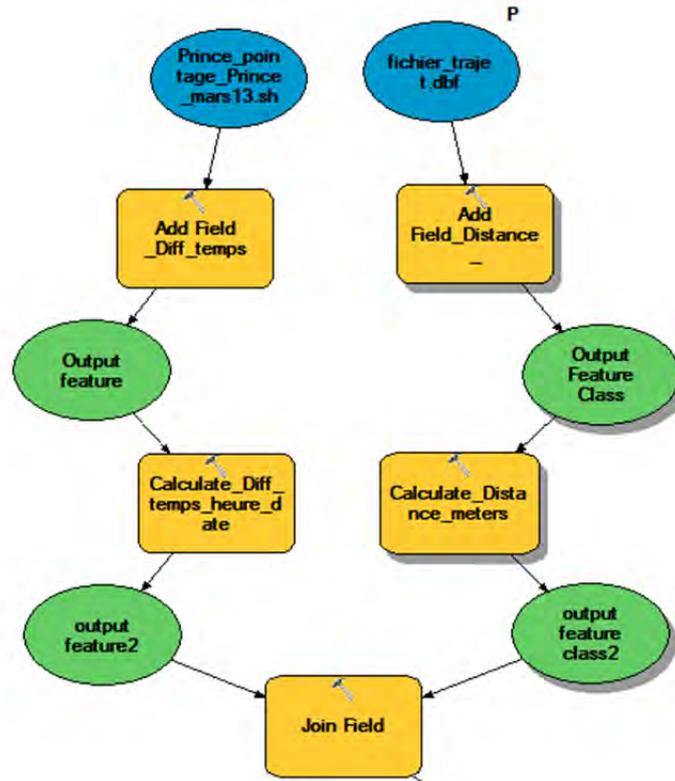


Figure 6: première partie du Model Builder "Vitesse" qui calcule la vitesse de déplacement des cerfs.

Ensuite, les valeurs de ces deux champs (Diff_temps et Distance) sont calculées en utilisant la fonction field calculator disponible dans ArcGis. Dans le cas du calcul de la différence de temps, il a été nécessaire d'intégrer un script Python dans la boîte de calcul Field Calculator. Le code python ci-dessous (figure 7) permet de calculer la différence de temps entre deux pointages GPS et donc deux points de présence de l'individu. Dans ce calcul il faut prendre en compte à la fois l'heure et la date. Ce point est important puisque le pointage peut être réalisé exactement à la même heure mais avec une journée d'intervalle en cas de dysfonctionnement du collier ou de trop faible signal GSM.

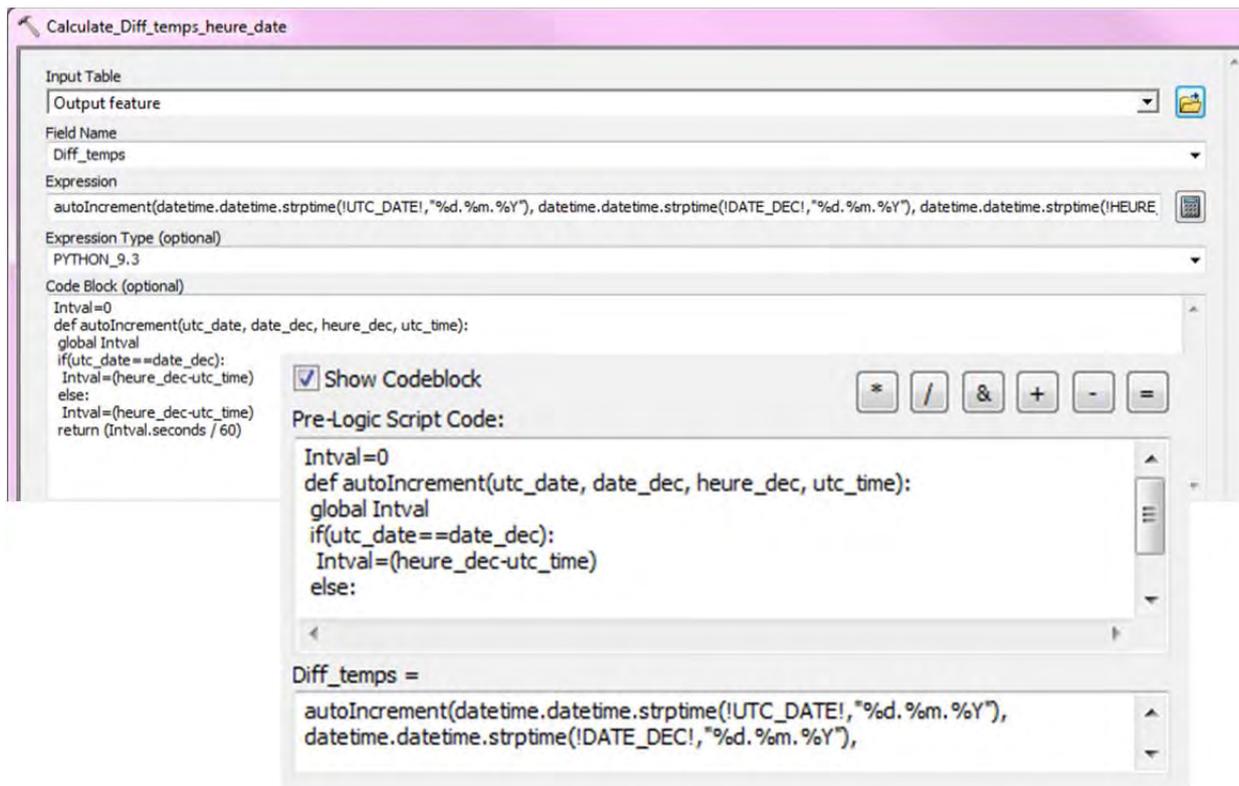


Figure 7: code Python pour le calcul de la différence de temps entre les pointages GPS (boucle IF).

A la suite de ce calcul, la colonne comprenant les distances entre les pointages est importée du fichier "trajets" dans le fichier "pointages" afin de ne travailler que sur un fichier comprenant tous les éléments.

Le champ "Vitesse" est ajouté, puis, celle-ci est calculée en mettant en relation la distance et la différence de temps.

Finalement, un fichier.lyr est ajouté. Celui-ci comprend la symbologie et permet ainsi de classifier directement les trajets effectués par les cerfs selon la vitesse de déplacement.

Ces différentes étapes ont lieu dans la deuxième partie du model (Vitesse) qui se trouve ci-dessous (figure 8).

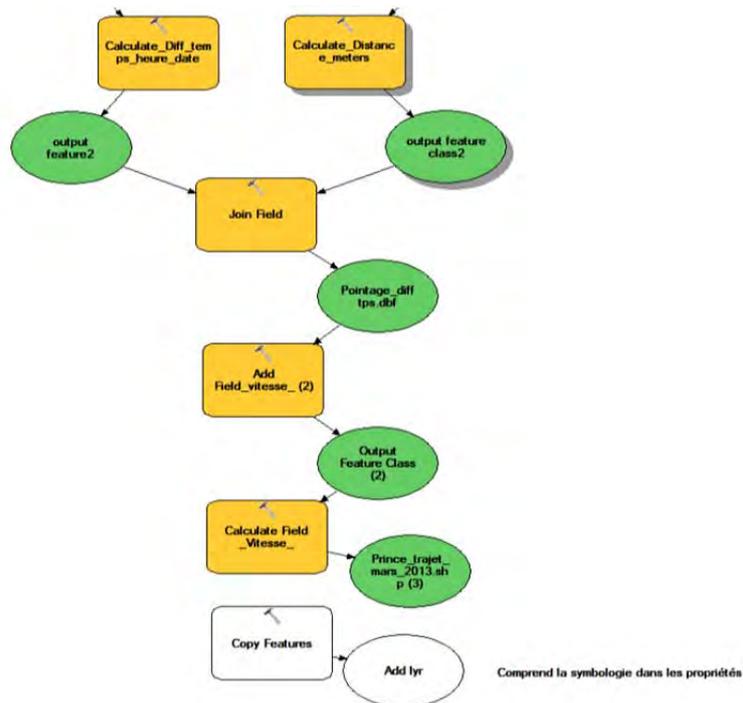


Figure 8: partie finale du Model Builder "vitesse de déplacements".

Le résultat de ces traitements permet la réalisation de carte de déplacement (figure 9 ci-dessous)

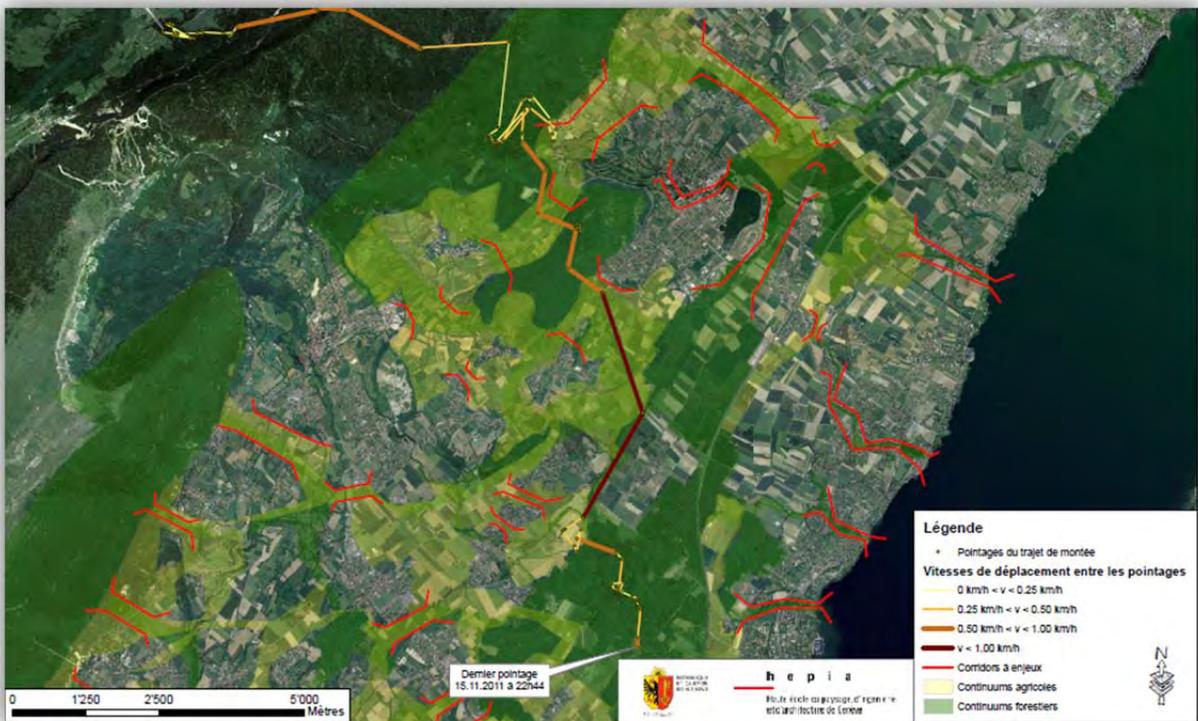


Figure 9: carte de déplacement de Baron avec mise en évidence des vitesses de déplacements.

Ces cartes permettent à la fois de situer les trajets des déplacements des cerfs mais aussi de comprendre l'utilisation des différentes structures spatiales qui sont traversées.

Les trajets générés sur la base des pointages GPS des colliers émetteurs ne sont pas les trajets réels effectués par les cerfs mais une modélisation en ligne droite des trajets réalisés entre deux pointages qui eux représentent les positions réelles des individus.

La vitesse de déplacement entre ces pointages renseigne sur le type de structures (végétales ou non) traversées et sur l'intensité de la menace du corridor.

Il faut noter que selon la zone traversée, le cerf avance plus ou moins vite. Une zone dégagée est plus vite traversée qu'une forêt dense et il restera plus longtemps dans une zone dans laquelle il se sent en sécurité (par exemple forêt, prairie) que dans une zone où il se sent menacé (bordure de route, proximité d'habitation sans refuges proches).

La vitesse de déplacement peut également être calculée directement sur excel une fois la distance (longueur du trajet) récupérée sur le fichier "Trajets". Les étapes sont les mêmes que pour le Model Builder (Vitesse). Seul la formule utilisée diffère. (voir figure 10 ci-dessous)

AA2 = GAUCHE(Z2;2)+DROITE(GAUCHE(Z2;5);2)/60+GAUCHE(Z2;2)/3600

rince_pointage_Prince_mars13.xlsx

HEIGHT	DOP	NA_VAL	SATS_USED	MAIN_VOL	BU_VOL	TEMP	LONG_X	LAT_X	REMARKS	DATE	MOIANNEES	NUM	Diff_horaire	Diff_temps
792.97	3.60	3D	Yes	0.00	3.20	3.44	4.00	60655.00	462238.00	20130301000118	201303.000000000000	1.000000000000	01:59:24 01.59.24	1.98361111
625.58	3.00	3D	Yes	0.00	3.28	3.36	2.00	0.00	0.00	20130301020042	201303.000000000000	2.000000000000	03:00:11 03.00.11	3.00083333
688.90	2.80	3D	Yes	0.00	3.28	3.44	3.00	0.00	0.00	20130301050053	201303.000000000000	3.000000000000	07:00:43 07.00.43	7.00194444
688.31	2.60	2D	No	0.00	3.28	3.44	13.00	0.00	0.00	20130301120136	201303.000000000000	4.000000000000	05:59:42 05.59.42	5.98472222
713.10	3.40	3D	Yes	0.00	3.28	3.44	7.00	0.00	0.00	20130301180118	201303.000000000000	5.000000000000	01:59:54 01.59.54	1.98361111
610.57	2.00	3D	Yes	0.00	3.28	3.44	6.00	0.00	0.00	20130301200112	201303.000000000000	6.000000000000	01:59:12 01.59.12	1.98361111
599.95	2.00	3D	Yes	0.00	3.28	3.44	5.00	60721.00	462209.00	20130301220024	201303.000000000000	7.000000000000	01:00:18 01.00.18	1.00027778
599.55	3.20	3D	Yes	0.00	3.28	3.36	5.00	0.00	0.00	20130301230042	201303.000000000000	8.000000000000	22:59:53 22.59.53	22.98944444
600.98	1.80	3D	Yes	0.00	3.28	3.44	6.00	0.00	0.00	20130302000049	201303.000000000000	9.000000000000	01:59:35 01.59.35	1.98361111
604.50	2.40	3D	Yes	0.00	3.28	3.44	5.00	0.00	0.00	20130302020024	201303.000000000000	10.000000000000	03:01:00 36528.00	36.47666667
635.42	2.40	3D	Yes	0.00	3.20	3.44	5.00	0.00	0.00	20130302050124	201303.000000000000	11.000000000000	07:00:00 07.00.00	7.00194444

Figure 10 : calcul de la différence de vitesse de déplacements sur Excel.

Une fois le calcul effectué, la table Excel est enregistrée en .dbf puis insérée dans ArcGIS pour traitement cartographique. La symbologie intégrée ci-dessus dans le Model Builder est appliquée et permet ainsi d'obtenir le même résultat visuel.

	Diff_horaire	Diff_temps
0000	01:59:24 01.59.24	1.98361111
0000	03:00:11 03.00.11	3.00083333
0000	07:00:43 07.00.43	7.00194444
0000	05:59:42 05.59.42	5.98472222
0000	01:59:54 01.59.54	1.98361111
0000	01:59:12 01.59.12	1.98361111
0000	01:00:18 01.00.18	1.00027778
0000	22:59:53 22.59.53	22.98944444
0000	01:59:35 01.59.35	1.98361111
0000	03:01:00 36528.00	36.47666667
0000	07:00:00 07.00.00	7.00194444

Figure 11 : extrait du calcul de la vitesse sur excel.

Il reste ici un problème lors du calcul de la vitesse. En effet, la fonction permettant de calculer la différence de temps ne peut pas utiliser les données en format "heure" telle que la colonne Différence horaire "Diff:_Horaire" (voir figure 11 ci-dessus). Or, il n'est pas possible de modifier le format de l'heure. Ainsi, pour calculer la différence de temps entre les deux points de déplacements, il faut insérer dans une nouvelle colonne l'heure des pointages sous forme "h.min.sec" et non "h:min:sec". Si les données à traiter sont peu nombreuses il est possible de modifier manuellement les données, ce qui n'est pas le cas si les données sont nombreuses.

Cette étape pose problème. L'automatisation du calcul de la vitesse n'a pas encore été résolue.

Carte de perméabilité de la région Versoix – Gex – La Dôle

Dans le but de comprendre et d'analyser plus précisément les déplacements des cerfs il est important, dans un premier temps, de comprendre la complexité des différentes structures du paysage de la région étudiée.

Les différentes nature des habitats traversés ou fréquentés par les cerfs sont autant d'indices sur leur rapidité et permettent la compréhension des choix fait dans les trajets.

Les cartes générées dans ce but permettent de mieux comprendre certains déplacements effectués.

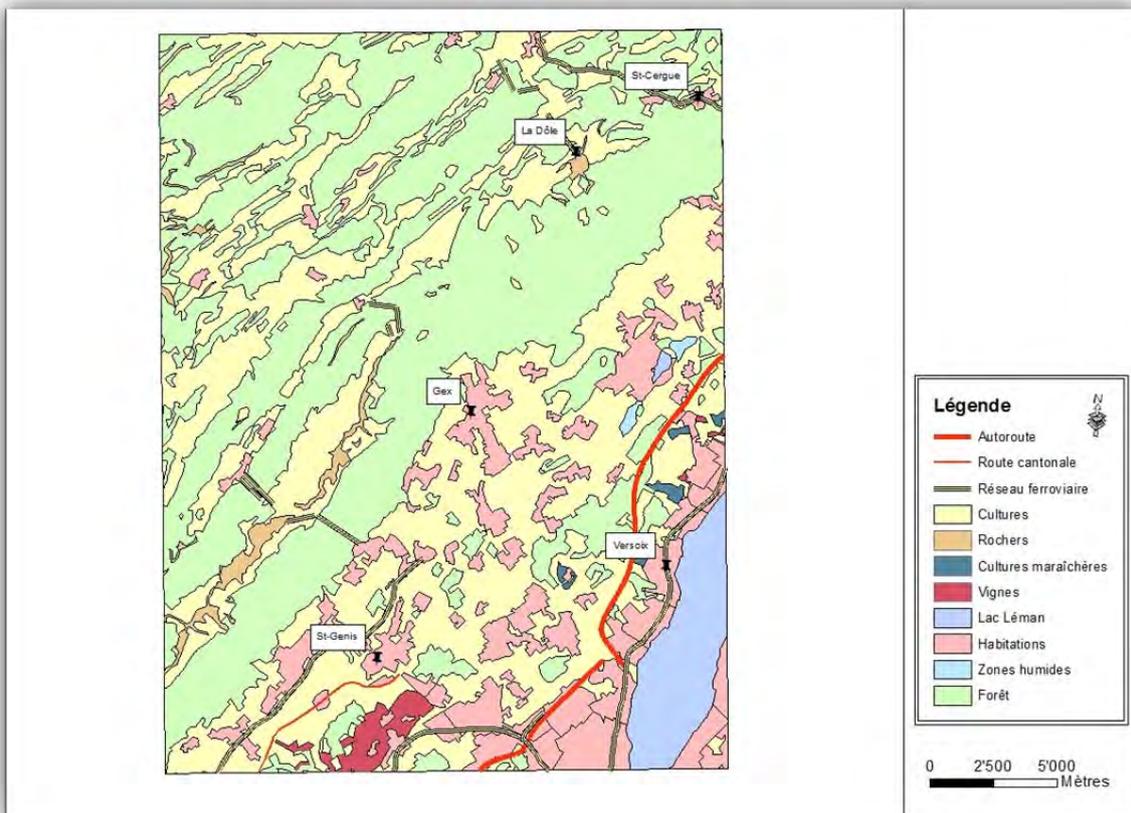


Figure 12 : carte d'occupation du sol⁴.

⁴ Remarque pour les figures 12 à 14 : Les cartes ont été redressées afin d'avoir un rendu visuel plus conventionnel tout en gardant le Nord magnétique dans l'axe réel.

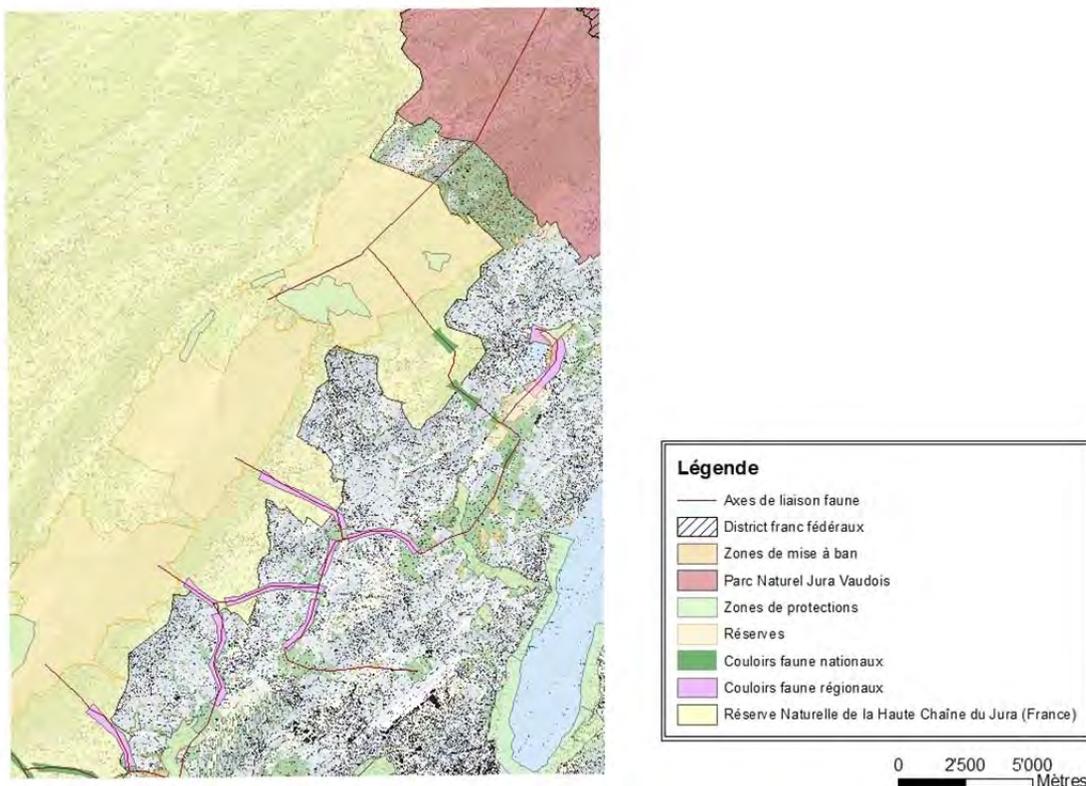


Figure 13 : carte des couloirs de faune nationaux et régionaux ainsi que des différentes zones de protection présentes sur la zone d'étude.

La carte de perméabilité (figure 14 ci-dessous) est issue de la carte d'occupation du sol (figure 12 ci-dessus) et de la carte des couloirs faunistiques d'importance nationale et régionale (figure 13 ci-dessus).

En effet, la carte de perméabilité permet de rendre compte des habitats qui sont plus aisés à traverser pour le cerf.

Une carte de perméabilité écologique du paysage peut, en attribuant une pondération aux différents habitats, permettre le calcul du chemin de moindre coût d'individu pour un déplacement précis (cette partie ne sera pas traitée dans ce document). En effet, un individu qui traverse uniquement des zones qui lui sont favorables investit moins d'énergie dans son trajet qu'un individu qui progresse en zone difficile.

Dans le cas des cerfs, les zones de passage impossibles sont les zones d'habitations ainsi que les autoroutes (dans le secteur étudié elle est grillagée sur deux mètres de hauteur).

Les zones de cultures sont des zones plus ou moins intermédiaires. Les zones forestières sont faciles d'accès et permettent une progression aisée.

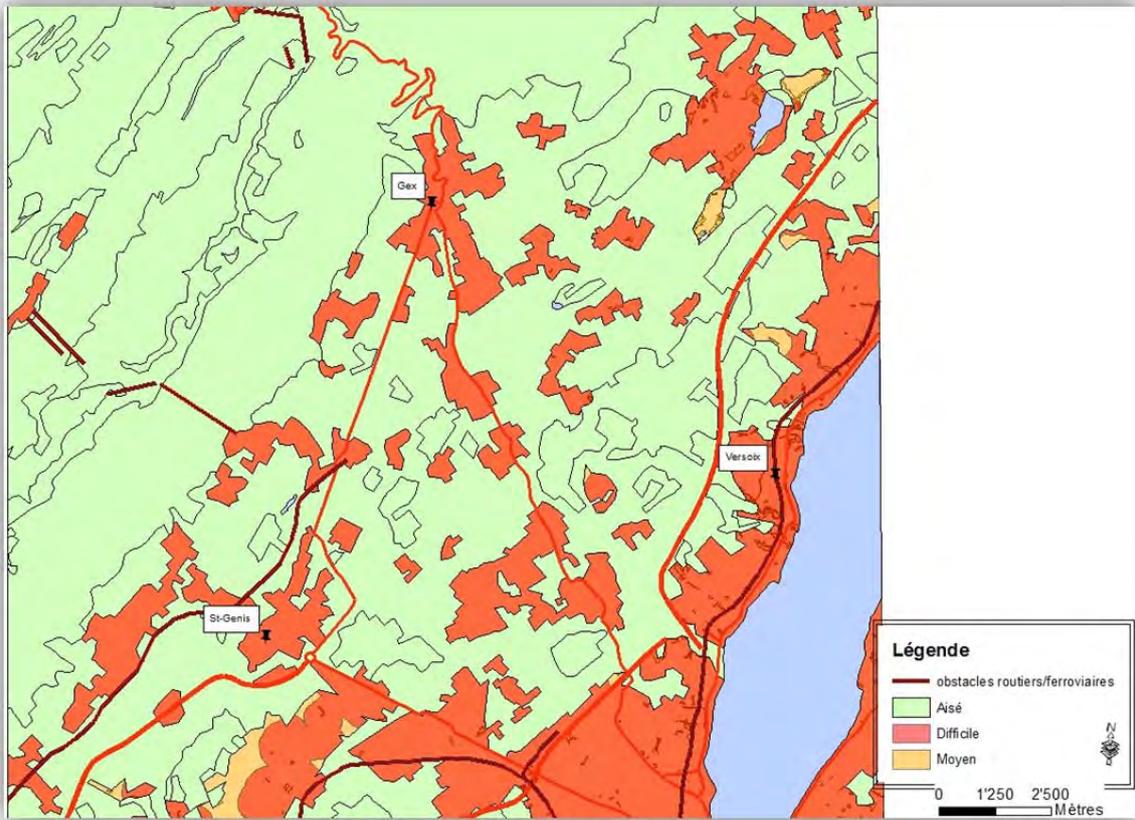


Figure 14 : carte de perméabilité.

Mise en évidence des corridors biologiques théoriques et réels

Afin de mieux comprendre l'utilisation spatiale de la zone étudiée et parcourue par les cerfs, il s'agit de mettre en évidence des zones de passage potentiel. En effet, certains passages (couloirs) sont nettement plus fréquentés que d'autres. Ces différents couloirs théoriques sont créés sur la base des cartes de perméabilité et de couverture du sol.

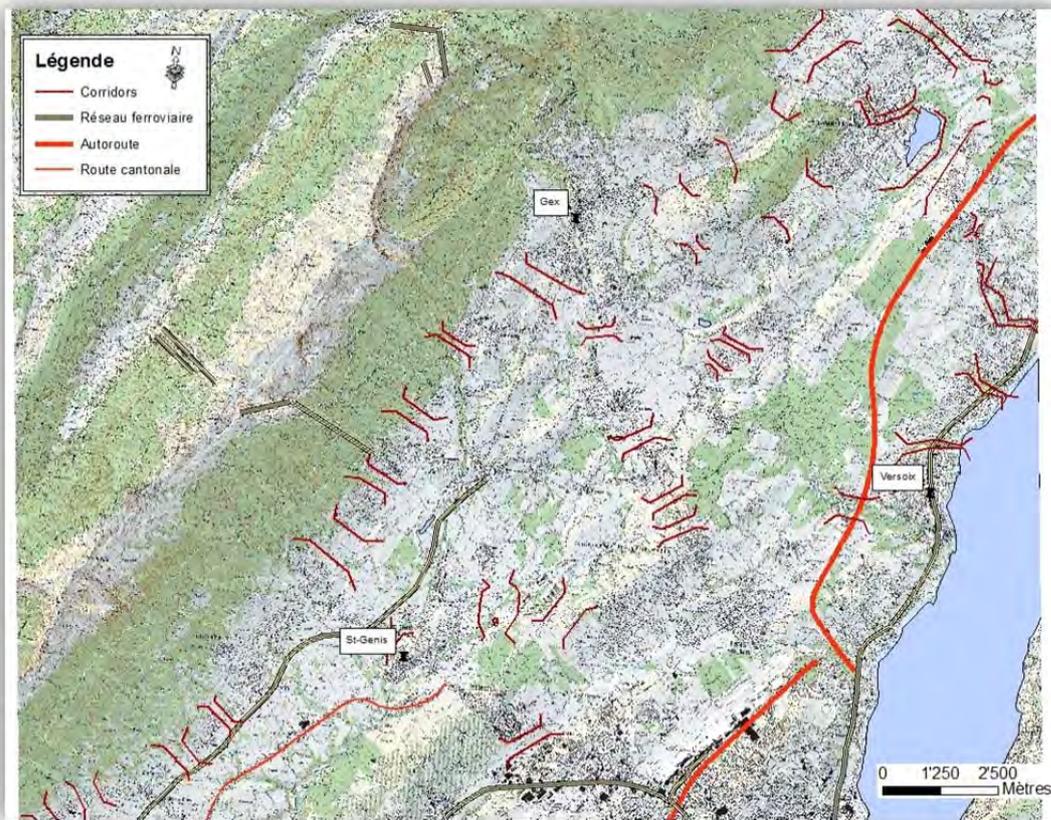


Figure 15 : carte des corridors théoriques utilisés lors des déplacements des cerfs.

Ci-dessus (figure 15), les corridors représentent les passages potentiels des cerfs entre leurs différentes zones de présence.

Il est intéressant de voir comment les individus utilisent effectivement ces corridors en ajoutant les points de déplacements à cette carte (voir figure 16 ci-dessous).

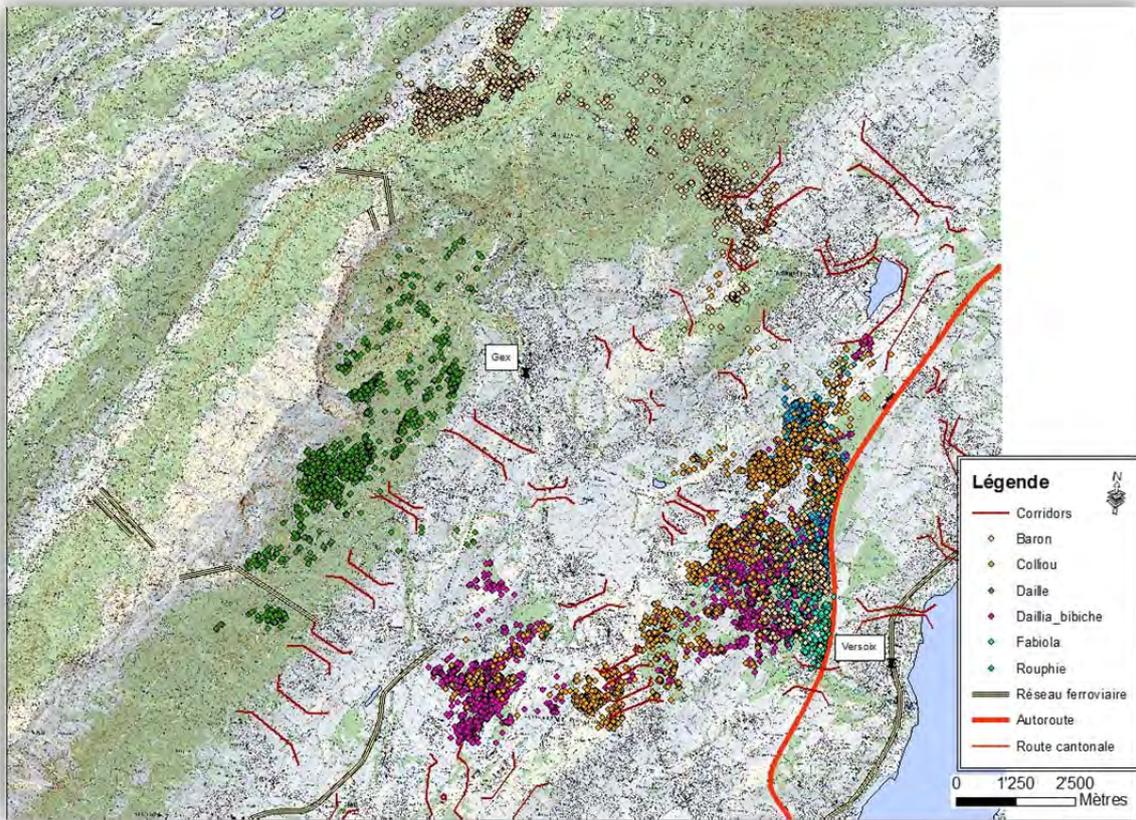


Figure 16 : carte des corridors de passage avec les points de déplacements des individus suivis.

Dans un deuxième temps, il est important de superposer l'emplacement de ces corridors de passage (théorique) à la carte de perméabilité de la région (voir figure 17 ci-dessous).

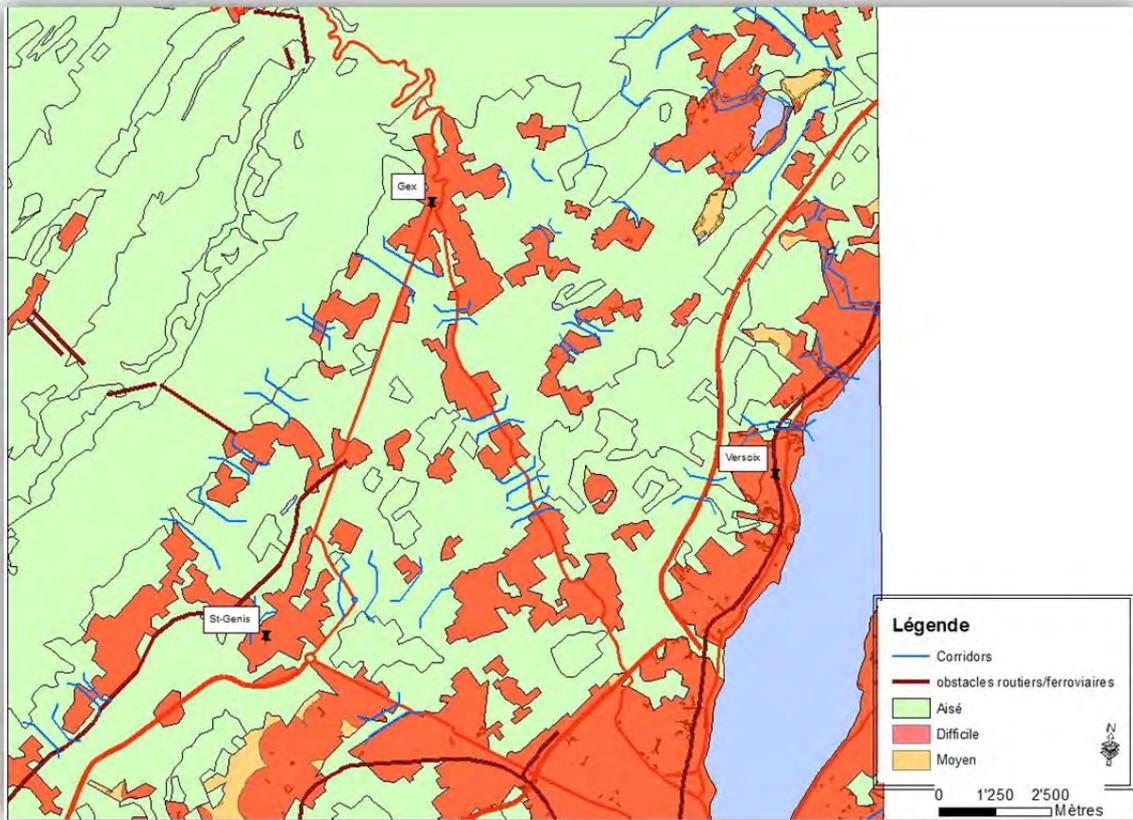


Figure 17 : superposition des cartes de perméabilité et des corridors potentiellement utilisés.

La superposition de ces différents éléments permet de comprendre comment les corridors théoriques ont été définis. En effet, il s'agit des seuls passages vides (non urbanisés) dans la trame urbaine de la région.

Toutefois, en superposant les points de déplacements des cerfs à cette dernière carte remarquer (voir figure 18) que les cerfs n'utilisent pas forcément les couloirs qui semblent les plus aisés (les plus ouverts et moins encerclés par la trame urbaine).

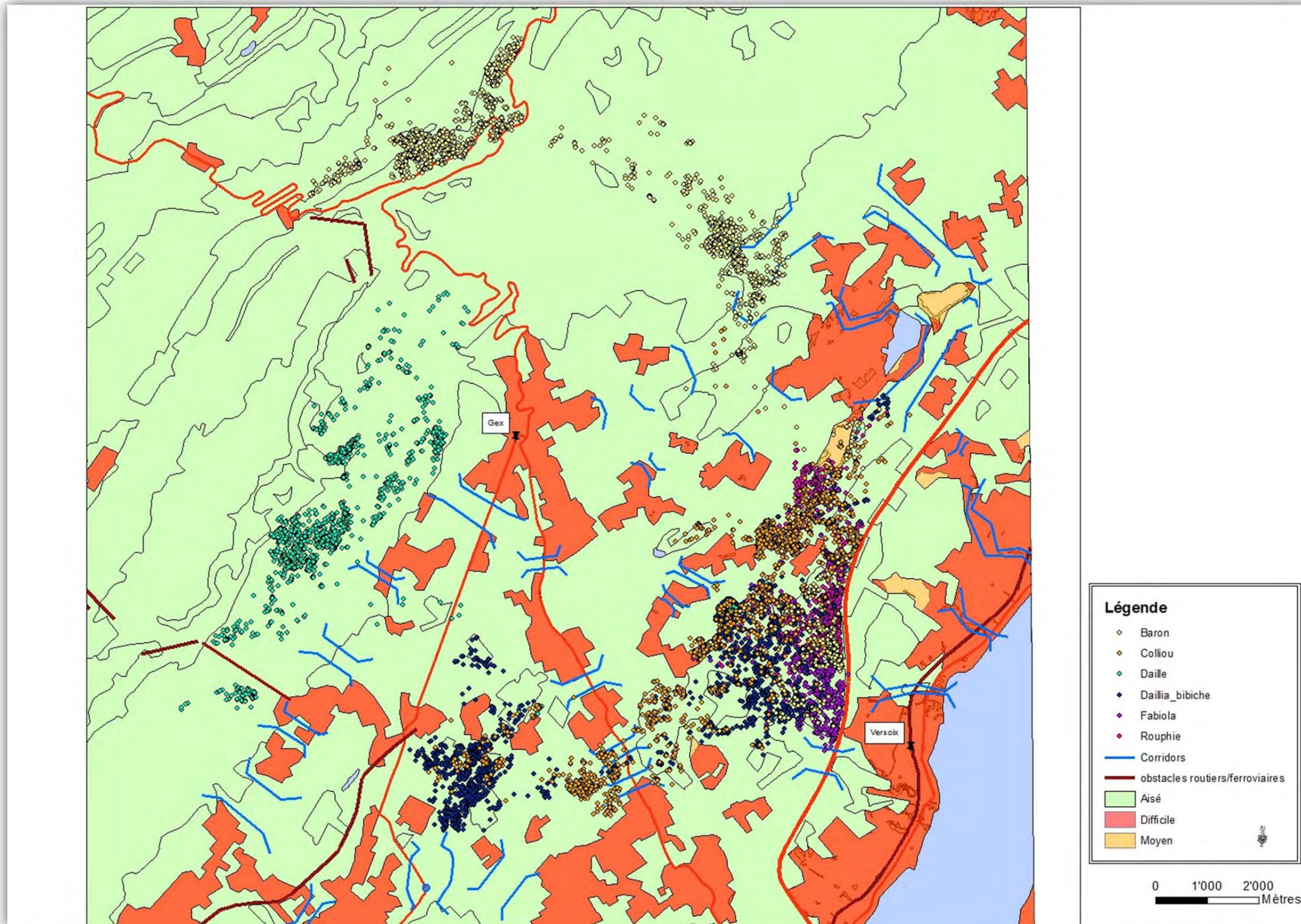
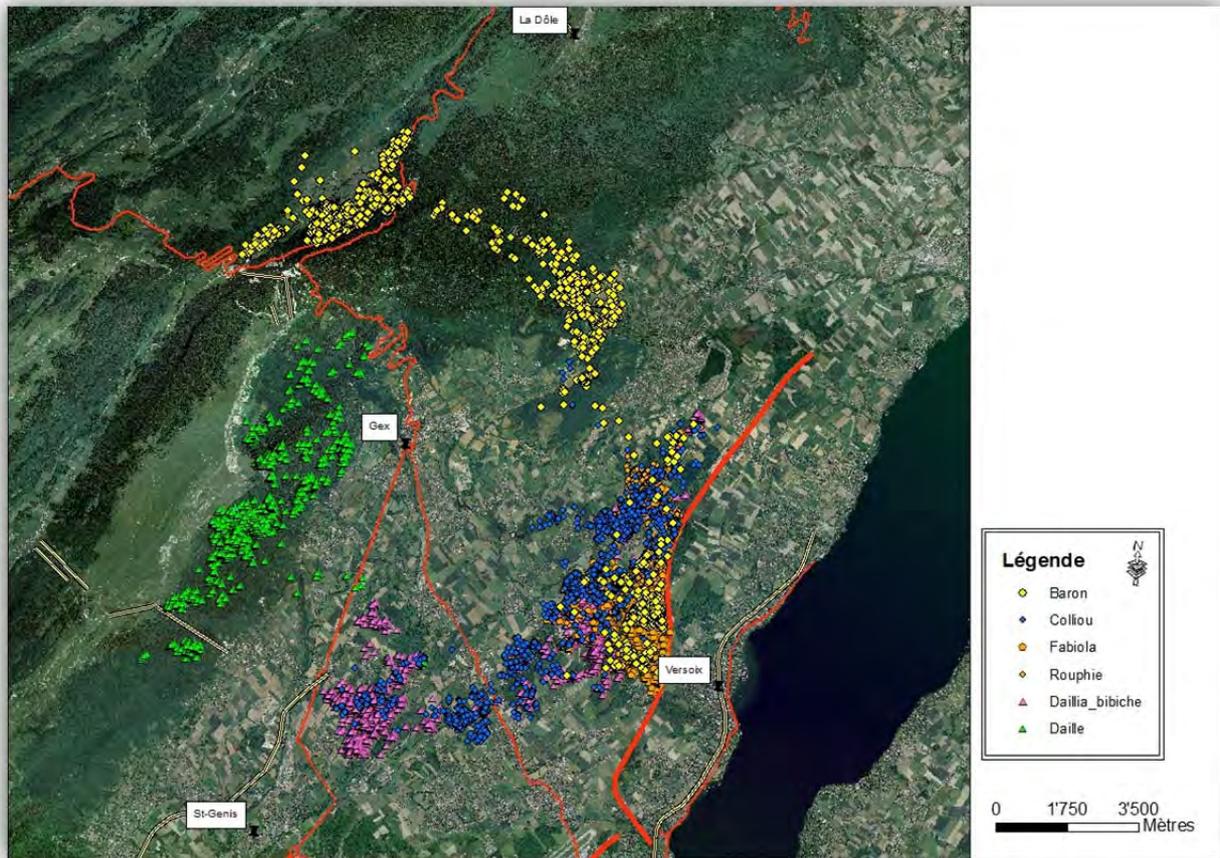


Figure 18 : superposition des cartes de perméabilité et des corridors potentiellement utilisés avec les points de déplacements des individus

Calcul et représentation des domaines vitaux apparents et réel

Deux analyses sont réalisées afin de calculer les domaines vitaux des individus sur la base des points de déplacements (voir figure 19 ci-dessous).



Il s'agit des analyses suivantes :

- The Minimum Convexe Polygon (MCP)⁶ ;
- L'analyse de Kernel.

Afin de représenter les domaines vitaux des individus, plusieurs outils ArcGis ont été testés. Ils seront présentés ci-dessous.

Les analyses de domaines vitaux sont basées sur les points de localisation des colliers GPS.

Ci-dessous une synthèse du nombre de points pris en compte pour les analyses (MCP et Kernel) par individus.

⁵ Cette carte est au format A3 en annexe 5.

⁶ Les définitions de ces deux termes se trouvent au début du document.

Nom	Nb points de suivi utilisés dans l'analyse
Baron	2'690
Coliou	2'817
Daille	2'032
Daillia-Bibiche	2'758
Fabiola	1'261
Rouphie	1'898

Figure 20 : synthèse du nombre de points utilisés pour les analyses par individus.

Minimum Convexe Polygon

L'outil Minimum Bounding Geometry de la toolbox Data Management (features) permet de créer des polygones incluant la totalité des points de déplacement des individus. Toutefois, les polygones ainsi créés ne sont pas assez précis, car ils ne suivent pas suffisamment les points générés par les colliers et ne permettent donc pas une vision réaliste du domaine vital des cerfs. Ci-dessous (figure 21) un exemple avec les données de Baron .

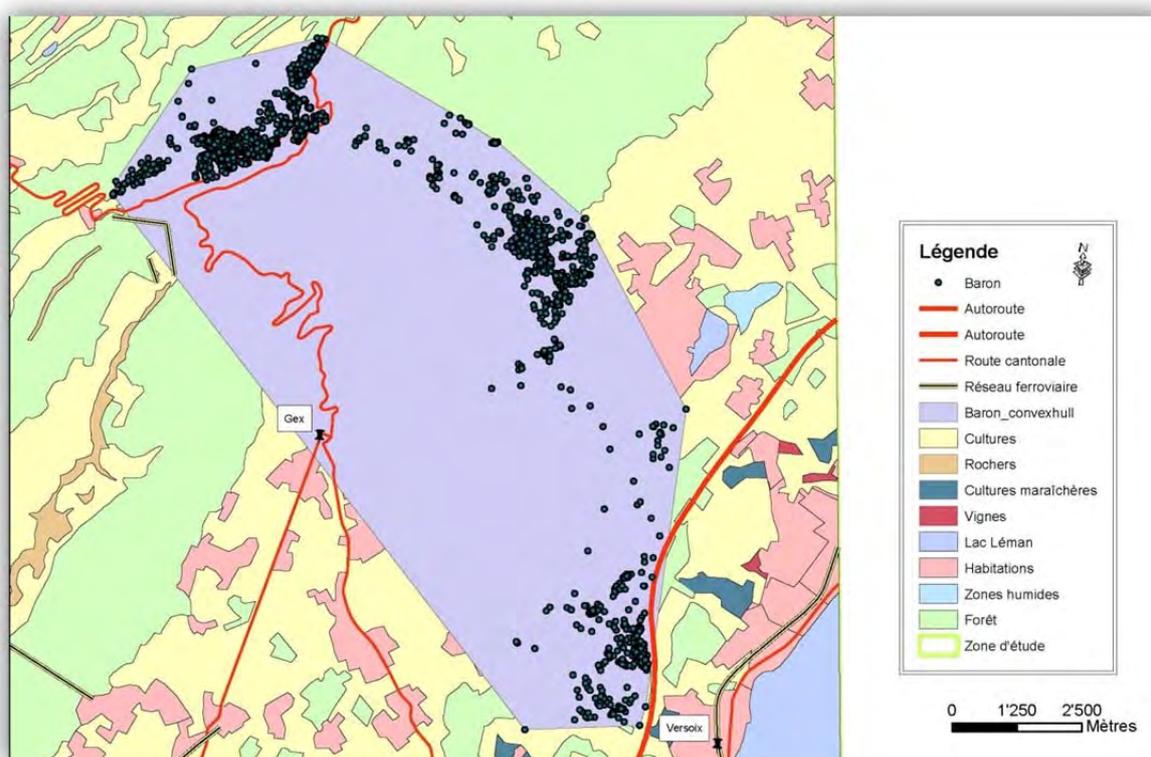


Figure 21 : carte obtenue avec l'outil Minimum Bounding Geometry de la Toolbox Data Management (features) d'ArcGis.

Ce traitement est possible avec l'outil "Minimum Convexe Polygons" du package "Animal Movement" de la barre d'outil "Hawth's Tools"⁷ créé pour compléter les outils d'analyse spatiale de ArcGis 9.3 (non disponible pour les versions 10 et 10.1). Afin d'obtenir des domaines vitaux plus précis, les données des colliers vont être analysées avec cet outil (voir figure 21 (mcp baron) ci-dessus).

⁷ Pour plus d'informations voir : <http://www.spatalecolony.com/htools/creatempc.php>

Pour pouvoir utiliser la suite "Hawths analysis" qui comprend le module "animal mouvement" dans lequel se trouvent l'outil de calcul (voir figure 22 ci-dessous) des "Minimum Convexe Polygone" (MCP) et de différents outils d'analyse de type Kernel (Batch Fixed Kernel et Fixed Kernel) il a fallu installer une machine virtuelle sur mon poste de travail. Cette machine virtuelle fonctionne sur une ancienne image windows qui est compatible avec ArcGis 9.3 et donc avec la suite Hawth's Tools.

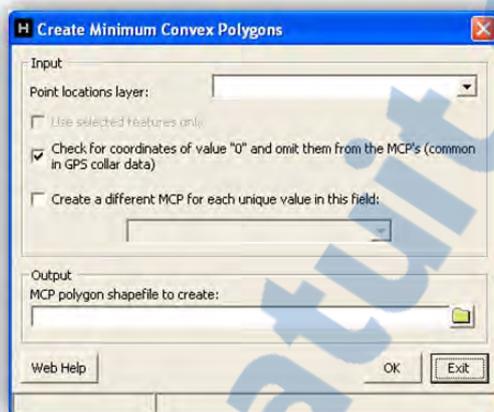


Figure 22 : outil MCP de la suite Hawth's Tools

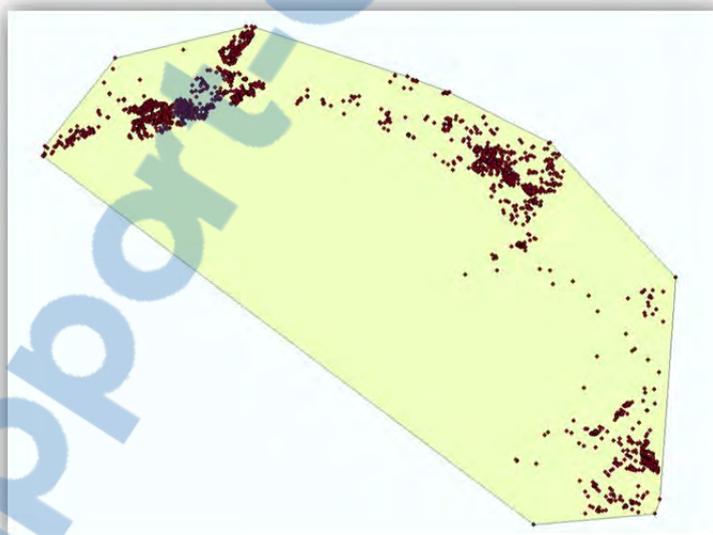


Figure 23 : carte des MCP pour Baron résultat de l'outil Hawth's Tools.

Cet outil de calcul pour les MCP ne permet pas de prendre en compte les isoplèthes à 95/75 et 50 %. Pour ce faire, la suite d'outils HRT a été installée sur une machine virtuelle dont le système d'exploitation est compatible avec ArcGis 9.3 (toutes nos autres machines sont équipées de la version 10.1).

Cet outil propose également une plus grande interaction possible pour le calcul des Kernel (sera repris plus loin).

Concernant les MCP, les analyses ont également été réalisées avec le logiciel R pour le 95, 75 et 50 % des données et ceci sans problème (voir le script ci-dessous). Il s'agit maintenant de trouver un script

permettant de transformer ces données en shape (type de fichier dans ArcGis) ou autre objet compatible avec ArcGis afin de pouvoir finaliser en le traitement (mise en évidence par des couleurs différentes des individus concernés) ainsi que de créer les cartes liées.

Script des analyses MCP (Minimum Convexe Polygon)

```
#MCP
?mcp#aide mcp

mcpTous95<-mcp(loc,indiv,percent=95)
mcpTous75<-mcp(loc,indiv,percent=75)
mcpTous50<-mcp(loc,indiv,percent=50)

loc=as.data.frame(loc)

class(mcpTous95)#donne les différentes valeurs générées
plot(mcpTous95)#affiche le résultat grâce à la librairie sp qui a ce genre de fonctions

class(mcpTous75)
plot(mcpTous75)

class(mcpTous50)
plot(mcpTous50)

plot(mcpTous,add=TRUE)# ajout de la table de base pour une meilleure visualisation
```

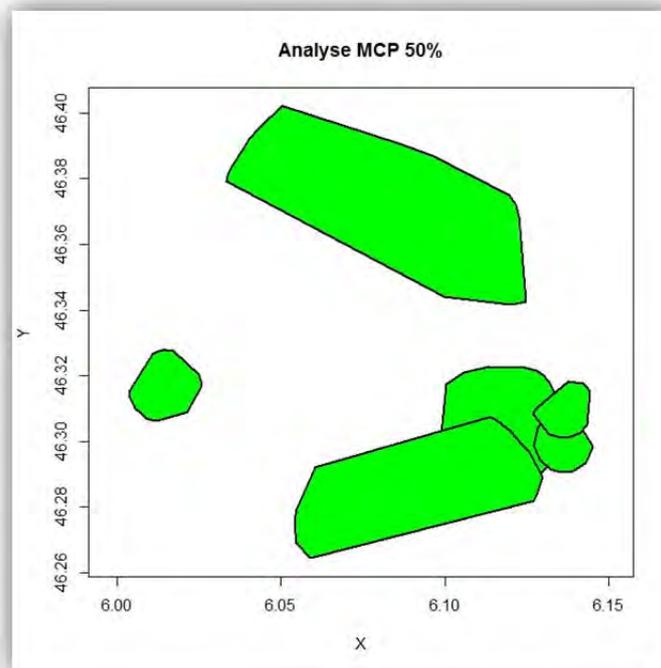


Figure 24 : carte brute des analyses MCP de tous les individus, réalisée sur R.

L'analyse MCP des différents individus varie beaucoup de l'un à l'autre (voir figures 25 et 26 ci-dessous). En effet, cela dépend à la fois de la distance les points de présence mais également du nombre d'occurrences pour chaque endroit.

Pour certains individus, tels que Fabiola, les MCP à 75 et 50 % varient très peu alors que pour d'autres, tel que Rouphie, cela peut changer considérablement.

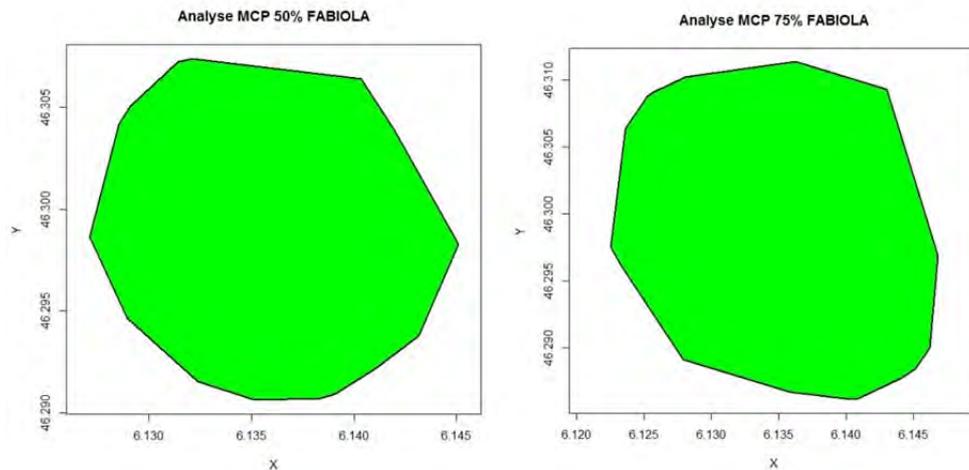


Figure 25 : analyses MCP à 50 et 75 % des points de déplacement de Fabiola.

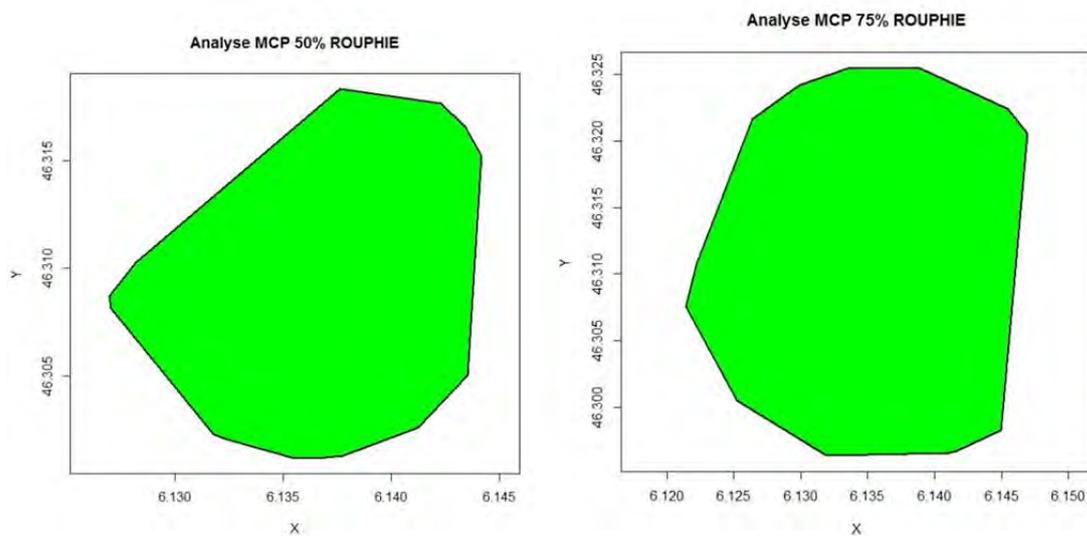


Figure 26 : analyses MCP à 50 et 75 % des points de déplacement de Rouphie.

L'analyse en MCP des données n'étant pas d'une grande précision, mais permettant une vue d'ensemble de l'utilisation spatiale des différents individus, elle est complétée avec l'analyse des Kernel (ci-dessous).

Analyse de Kernel

L'outil Kernel Density de la Toolbox Spatial Analyst (density) permet le calcul d'une zone de répartition beaucoup plus précise que les outils précédents (voir figure 27 ci-dessous).

Pour pouvoir lancer l'outil de calcul du Kernel il faut, au préalable, insérer un champ UID (Unique Identity Field) dans la table attributaire du shape qui sera traitée afin que l'outil le reconnaisse.

Toutefois, cet outil ne permet pas de préciser le pourcentage de points à prendre en compte lors du calcul du domaine vital.

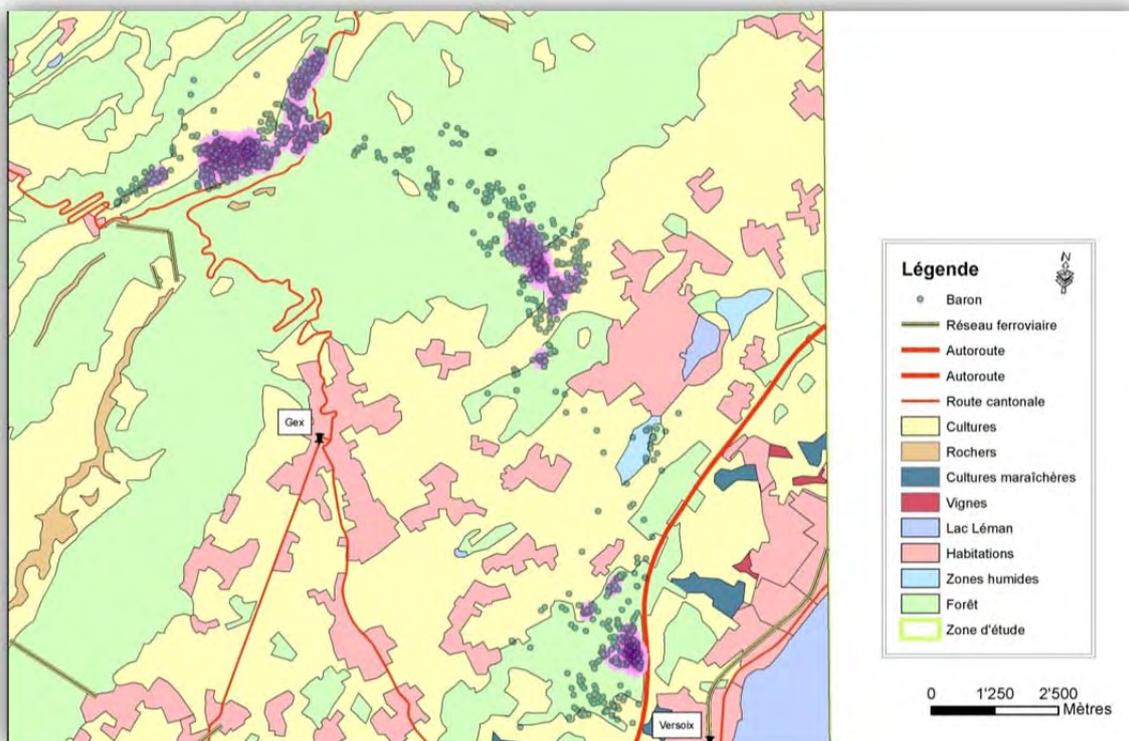


Figure 27 : carte obtenue avec l'outil Kernel Density de la Toolbox Spatial Analyst Tool (Density) de ArcGis.

Les outils Kernel des boîtes d'outils Hawth's Tools et HRT sur ArcGis 9.3 ne fonctionnant pas et l'outil Kernel de la toolbox Spatial Analyst de 10.1 ne permettant pas d'avoir une action sur les isoplèthes à 95, 75, 50 %, l'analyse des Kernel va être transposée dans R.

Pour ce faire, il faut premièrement transformer le fichier de fond (raster) en fichier .ascii. La deuxième étape consiste en la création des fichiers .txt des coordonnées géographiques de pointages des différents individus. La troisième est de générer l'analyse à proprement parlé après avoir rédigé le script nécessaire (voir script complet en annexe 5).

Afin de pouvoir traiter à la fois les MCP et les Kernel dans R il faut, dans un premier temps, mettre au propre les fichiers. En effet, les fichiers des données par individus à l'état brut comprennent trop de colonnes (messages d'erreur : "fichier contient plus de colonnes que de noms "). Les fichiers .txt sont donc épurés et ne sont gardées que les colonnes nécessaires soit : ID, coordonnées et heure/date. Il faut également enlever toutes les virgules et autres indications inutiles dans le fichier.

Avant de commencer toute analyse, il s'agit d'installer les packages nécessaires. Cela se fait dans l'onglet Tools /install packages, ou au fur et à mesure des besoins pour les différentes analyses.

Avant de réaliser une carte complète sur R, il faut importer le raster servant de fond (voir figure 28 ci-dessous). Pour l'instant le raster a été affiché dans R mais ne permet pas l'affichage des points de déplacements des individus car il n'est pas en format .ascii. Il faut donc encore le transformer, ceci avec l'outil de transformation Raster vers ascii dans ArcGis (conversion Tools).

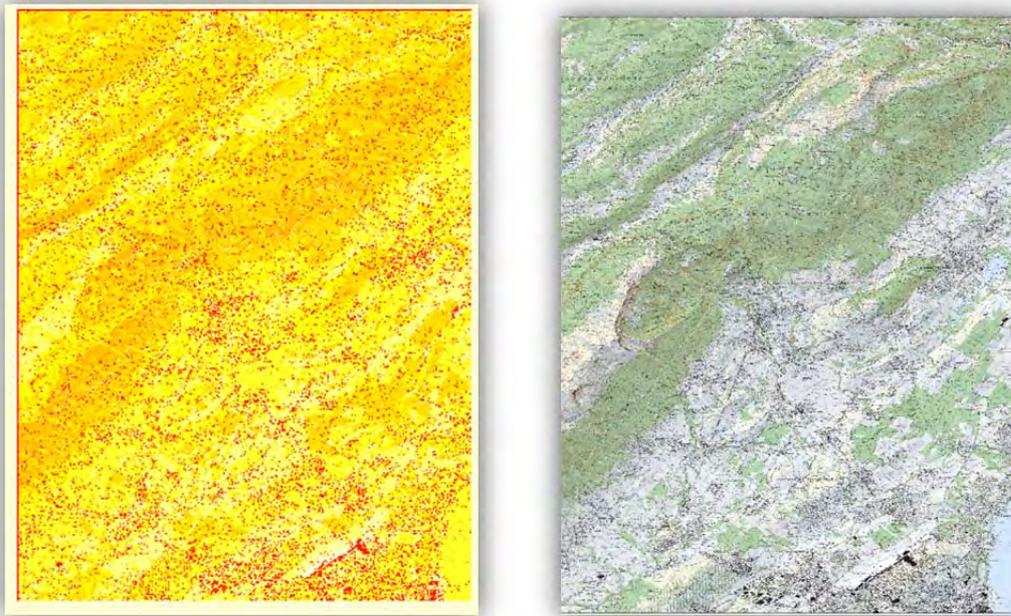


Figure 28 : à gauche : carte de fond importée dans R. A droite : même carte de fond en raster sur ArcGis

Dans un premier temps, l'analyse des kernel a été réalisée avec le 100 % des points de déplacements de tous les individus. Celle-ci fonctionne parfaitement sur l'ensemble des points de suivi pour les six individus, mais ne fonctionne plus les isoplèthes à 95, 75 et 50 % sont insérés.

Les données sortent de l'extension format comprise dans le calcul. Il faut donc trouver une manière d'élargir cet "extent".

A ce moment-là apparaît un autre message d'erreur qui nous indique que nous sommes à la limite de traitement possible pour R en terme de stockage et donc de disponibilité de mémoire. Ce problème sera réglé en réalisant les analyses de Kernel de manière individuelle pour chaque cerf.

Le calcul des aires des domaines vitaux se fait dans la fonction "*kernel.area(loc, id=NAME)*". En revanche, R ne peut pas calculer les tailles des domaines vitaux si une carte de fond sur laquelle il peut se baser comme grille de référence (grid) n'est pas insérée.

L'analyse des Kernels peut soit être faite pour chaque individu soit pour tous en même temps. Il y aura donc soit un fichier.txt par individu ou un fichier commun pour tous avec un identifiant unique par individu. La deuxième manière proposée sera appliquée. Les individus sont représentés par un numéro unique (Name) dans le fichier.txt (voir tableau 2 ci-dessous).

Nom de l'individu	Identifiant (Name)
Baron	1
Colliou	2
Daille	3
Daillia/Bibiche	4
Fabiola	5
Rouphie	6

Tableau 2: table des identifiants uniques des individus pour les traitements sous R

Les fichiers ainsi préparés, l'analyse des Kernel peut être générée sur la base du script ci-dessous (Script des analyses Kernel). Le résultat brut de cette analyse est visible pour le 100 % des points de déplacements pour tous les individus ci-dessous (figure 29).

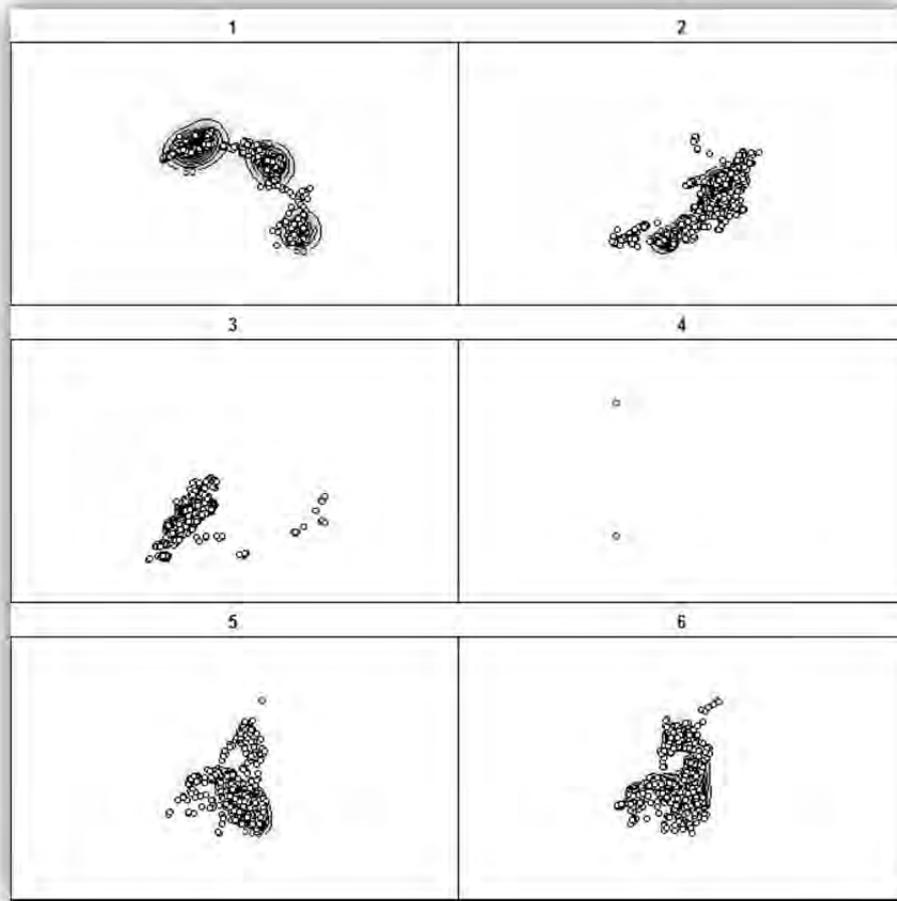


Figure 29 : représentation sur R des Kernel à 100% pour tous les individus

Script des analyses Kernel

#####

#Kernel un fichier par individu#

library(adehabitat)

#Baron#####BARON#####

Baron<-read.csv2("Baron2.txt",header=T)

Baron=read.table("Baron2.txt", h=T, na.string="NA")

attach(Baron)#rend les données disponibles

names(Baron)

summary(Baron)

nrow(Baron)

ncol(Baron)

#BARON KERNEL#

indiv<-Baron[,"NAME"]#indique le champ de différenciation par individus

loc <-cbind(Baron\$LONGITUDE,Baron\$LATITUDE)#création d'un fichier loc qui comprend les données long/ lat du fichier Tous

```
loc=as.data.frame(loc)
UDindiv <-kernelUD(loc,same4all=TRUE)# permet de faire l'analyse kernel sur tous les points
windows()#permet d'ouvrir une nouvelle fenêtre pour l'affichage du graphique/carte
image(UDindiv)

kernel95 <- getverticeshr(UDindiv, 95) # 95 permet de choisir le « pourcentage » de points pris en compte dans le calcul
kernel75 <- getverticeshr(UDindiv, 75)
kernel50 <- getverticeshr(UDindiv, 50)

plot(kernel95,main="Analyse KERNEL 95% Baron",add=TRUE)
plot(kernel75,main="Analyse KERNEL 75% Baron",add=TRUE,)
plot(kernel50,main="Analyse KERNEL 50% Baron",add=TRUE,)

kernel.area(loc, id=NAME)#donne les domaines vitaux en chiffre
```

La fonction Kernel UD (Utilisation Distribution) est basée sur la fonction quadratique de Silverman (1986).
 Le script présenté ci-dessus permet dans sa dernière partie (en orange ci-dessus) de calculer les domaines vitaux en prenant en compte les isoplèthes à 95, 75 et 50 %. Un aperçu des Kernel à 50 % pour trois des individus suivis se trouve ci-dessous (figure 30).

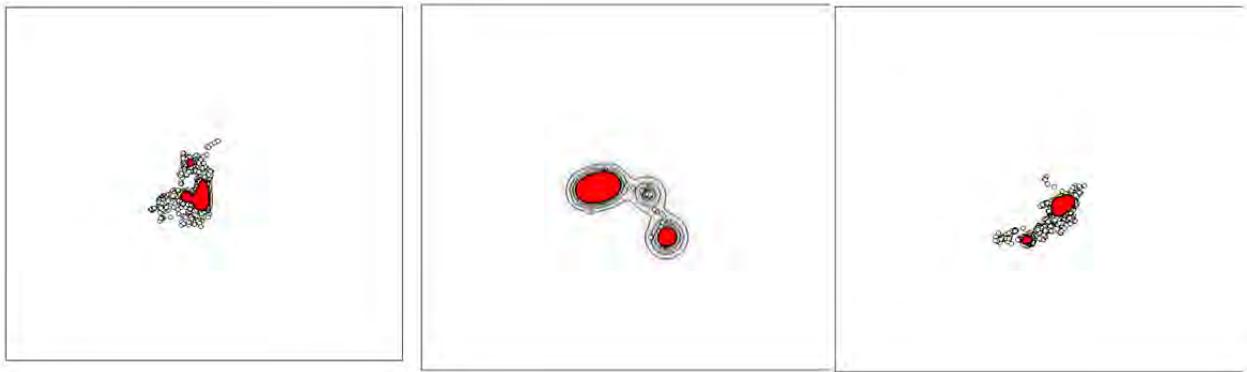


Figure 30 : kernel à 50 % sur R pour (de gauche à droite) Rouphie, Colliou et Baron.

Dans le cas des trois individus dont les aires nodales (Kernel à 50 %) sont représentées sur la figure 30 ci-dessus deux aires de présences sont visibles de manière distincte. Toutefois, pour les deux mâles (Colliou au centre et Baron à gauche), ces deux zones sont nettement marquées malgré la dominance en termes de taille de l'une des deux. Pour Daillia, le deuxième pôle de présence est nettement plus petit.

Ces trois individus ont donc nettement des zones de présence nodale assez compactes puis une zone de présence secondaire.

Par cette méthode, les kernels ont pu être calculés au 95, 75 et 50 % pour cinq des six individus. En effet, ces calculs n'ont pas pu être faits pour Bibiche. Les points étant regroupés en deux pôles principaux, le logiciel R n'arrive pas à calculer son domaine vital sans carte de fond sur laquelle s'appuyer.

Pour les autres individus, les kernels ont pu être modélisés sans la carte de fond.

Baron a trois pôles de présence principaux dont deux sont plus importants et le dernier est secondaire; il s'agit d'une zone "de passage".

Contrairement à Baron, **Colliou** n'a pas de zones de présence forte. Ses déplacements sont toujours dans la même région et ils se répètent au fil du temps.

Concernant **Dailla (Bibiche)**, le kernel n'a pu pour le moment être calculé que pour le 100 % des points. Ceci est certainement dû au fait que le script recherche les données dans un rayon rapproché (alignement des données) et du coup il se retrouve à chercher des points de passage en dehors de cette zone lorsqu'il calcule les isoplèthes.

Afin d'en avoir une image, le domaine vital de Daillia a été modélisé avec l'outil Kernel Density de la Toolbox Spatial Analyst de ArcGis 10.1.

Si on classe le résultat obtenu en quatre catégories, on peut déduire approximativement l'utilisation spatiale de Dailla. Deux pôles principaux sont visibles comme dit auparavant et il est également possible de mettre en évidence deux zones nodales marquées (voir figure 31 ci-dessous).



Figure 31: carte des Kernel pour Daillia-Bibiche (Outil Kernel Density).

Les points de déplacements de **Dailla** se trouvent tous dans une zone relativement compacte, comme Daillia.

Fabiolla a un domaine vital relativement étendu pour une femelle. Elle est la femelle suivie qui se déplace le plus en termes de longueur de trajet et de superficie parcouru.

Elle a une zone nodale à 50 % mais deux à 75 %.

Le domaine vital de **Rouphie** est relativement étendu pour une femelle, au même titre que celui de Fabiolla. En termes d'espace parcouru, ces deux femelles partagent la même zone des Bois de Versoix.

Ces éléments seront discutés dans la suite du document.

Une fois ces différentes analyses réalisées dans le logiciel R, il est intéressant de pouvoir transformer les résultats obtenus (polygones des MCP et Domaine vitaux des Kernel) en Shape file afin de pouvoir les lire dans ArcGis. Pour ce faire, le script ci-dessous a été mis au point.

Les données concernant les domaines vitaux des différents individus se trouvent dans le tableau en annexe 4.

.....

Script permettant l'export des données d'analyse en Shape file

```
library(shapefiles)
```

#code de transformation

```
dd <- data.frame(Id=c(1,1,1,1,2,2,2,2),X=c(3,5,8,3,6,7,8,6),Y=c(9,8,3,9,6,7,4,6))
ddTable <- data.frame(Id=c(1,2),Name=c("Item1","Item2"))
ddShapefile <- convert.to.shapefile(dd, ddTable, "Id", 5)
write.shapefile(ddShapefile, "c:/test", arcgis=T)
```

```
?convert.to.shapefile
```

#test

```
n.points<-nrow(mcpRouphie50)
dd <- data.frame(Id=c(1:n.points),X=c(mcpRouphie50$LONGITUDE),Y=c(mcpRouphie50$LATITUDE))#shape table
ddTable <- data.frame(Id=c(1:n.points),Name=c("X,Y"))#attTable
ddShapefile <- convert.to.shapefile(dd, ddTable, "Id", 5)#5 pour les polygone ""=field
write.shapefile(ddShapefile, "c:/test1", arcgis=T)
??Id
nrow(mcpRouphie50)
```

```
ncol(mcpRouphie50)
```

.....

Toutefois, ce code n'est pas encore fonctionnel, certaines colonnes du tableau qui ne sont pas reconnues par R. Il faut tout de même noter que malgré ceci, R transforme les données en shape file et fichiers liés (.shpx et .dbf).

Le résultat n'est pas encore satisfaisant car les polygones générés sur ArcGis prennent en compte la totalité des points de déplacements et pas seulement les 50 % considérés dans le calcul du MCP servant de test (voir figurex 33 ci-dessous).

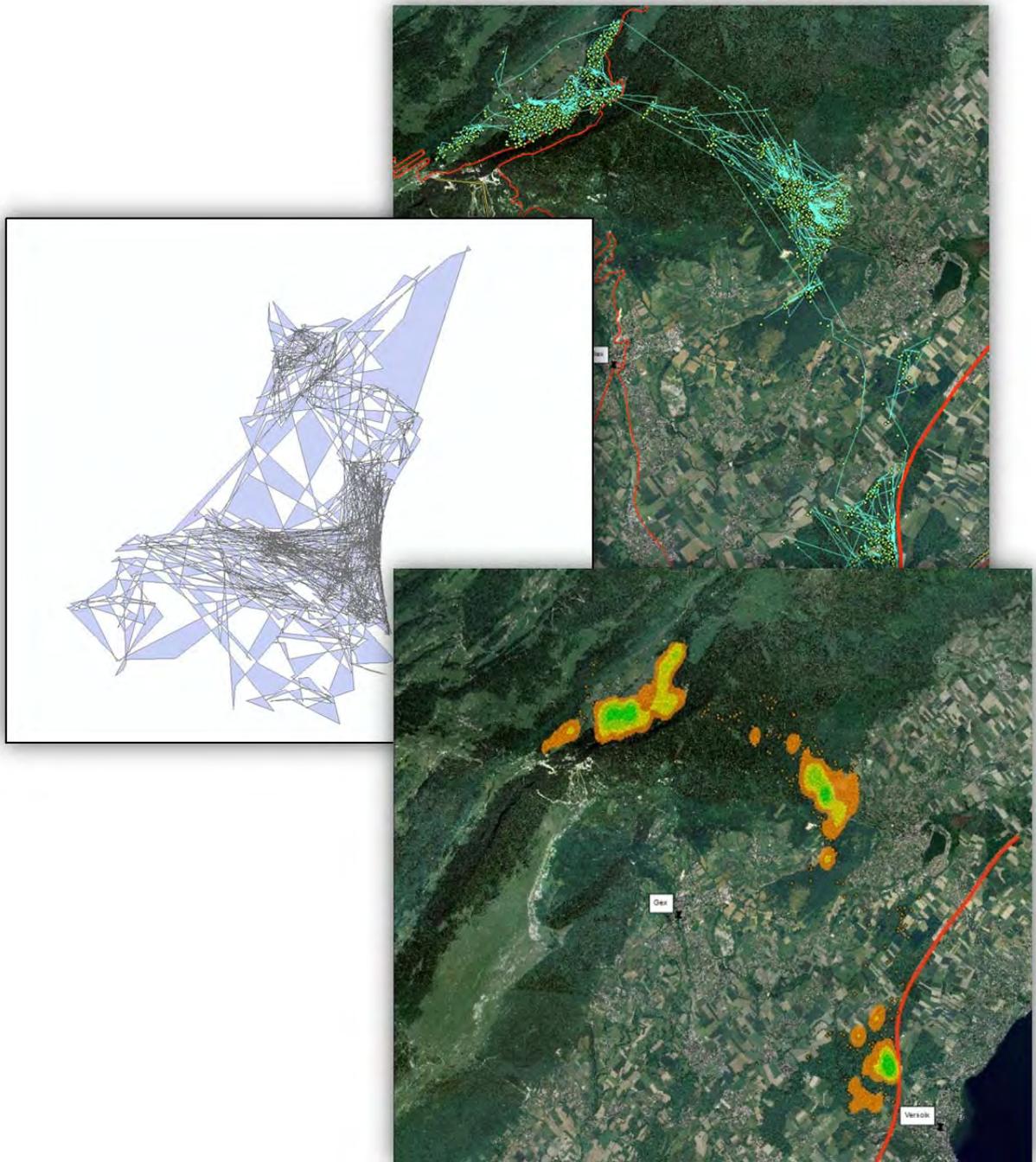


Figure 32 : à gauche: la transformation depuis R en Shape file des MCP à 50 %.
à droite en haut: les pointages et trajets de Baron.
à droite en bas: Kernel Density pour Baron.

Afin de pouvoir retransformer les résultats des analyses Kernel, il faut trouver un autre code permettant cette transformation car les objets en sortie ne sont pas de format *.data.frame* et ne sont donc pas reconnus par le code utilisé ci-dessus.

Analyse croisée des données théoriques et réelles

Dans un souci de compréhension de l'analyse des données obtenues, ce chapitre sera organisé d'après le plan suivant :

- A. Analyse des corridors théoriques et effectifs (passage de faune et structures spatiales) ;
- B. Analyse spatiale des individus suivis [MCP (B_1) et Kernels (B_2)].

A. Corridors théoriques vs corridors réels

Après superposition des points de déplacements des cerfs avec les corridors théoriques établis auparavant (voir figure 18 en page 25) nous pouvons relever que peu de corridors supposés sont réellement utilisés par les cerfs suivis par collier GPS. Certains passages se font dans ces zones mais de nombreux autres se situent aux abords de ceux-ci. Les corridors théoriques peuvent ainsi être ajustés. Une fois ceux-ci adaptés, il serait intéressant de pouvoir constater la fréquentation de ces passages dans le but de les rendre plus sûres.

B₁. MCP

Pour la majorité des individus, à l'exception de Roushie, la variation de la taille du polygone entre celui comprenant 75 % et celui comprenant 50 % des données est minime. Dans le cas de Roushie, cette modification plus importante s'explique par le fait que la zone comprise dans la partie du polygone qui n'est plus prise en compte pour le calcul à 50% (voir figure 26 en page 30) se trouve sur une zone d'habitations villageoise.

L'analyse des MCP permet de se faire une première idée de l'utilisation spatiale par individu. La forme générée reste très approximative et ne permet pas de définir précisément les domaines vitaux car le polygone est facilement modifiable (taille et forme) selon la prise en considération des points et trajets exceptionnels ou extrêmes réalisés par les individus. Toutefois, les MCP permettent de se faire une idée globale de la répartition spatiale des différents individus les uns par rapport aux autres. A partir de cela, il est également possible d'identifier les zones de conflits potentiels avec les grands axes routiers et le type de surfaces préférentielles. Pour ce faire il faut pouvoir les superposer avec les cartes d'occupation du sol générées sur ArcGis.

L'analyse des Kernel qui suit est d'une précision plus grande et permet d'affiner les éléments observés à l'aide des MCP.

B₂. Kernel

Les résultats sont présentés par individu.

Les points de déplacements de **Baron** se trouvent majoritairement en forêt au pied du Jura. Il a fait peu d'incursion en zone habitée. Les points extrêmes des déplacements pris en compte sont distants de plus de 15 kilomètres.

Le troisième pôle de présence (central) n'apparaît plus lorsque le kernel est calculé avec le 50 % des points de déplacements. Ceci confirme le postulat de départ qui laissait penser qu'il s'agissait d'un point de passage secondaire ou un point de relais uniquement.

Coliou a deux pôles majoritaires de présence avec un goulet de passage entre les deux. Ceci également lorsque le domaine vital est calculé avec le 50 % des points ce qui laisse penser à une utilisation régulière de ces deux pôles.

Coliou est surtout présent en plaine, dans les zones bocagères entre les villages et dans les champs. Il ne se déplace jamais (durant la période de suivi prise en compte) sur le versant du Jura.

Il est majoritairement présent le long de la route de Sauvigny, route cantonale à forte fréquentation. L'aire de présence de Colliou se trouve au cœur de la zone considérée comme zone de conflit concernant les passages de faune sur les routes par l'Etat de Genève (voir figure 34 ci-dessous).



Figure 33: carte des points de déplacement de Colliou, avec superposition des zones de conflits faune-route.

Daillia est également présente dans les Bois de Versoix, aux abords de la route de Sauvigny. Elle traverse de nombreuses fois les zones de village mais aussi les deux routes cantonales que sont la route de Sauvigny et la route reliant Versoix et Gex. Si on considère les deux points de présence les plus éloignés sur la période étudiée, ils sont distants d'environ 12 kilomètres. Daillia a parcourue de manière absolue (sans prendre en compte le temps mis pour ces déplacements ni leur occurrence) des distances comparables à celles parcourues par Baron (plus de 15 km entre deux points extrêmes). Toutefois, ces trajets sont plus rares pour Daillia que pour Baron.

L'exemple de Daillia montre les limites de la fonction KernelUD dans R qui ne peut faire le calcul du domaine vital de cette biche en prenant en compte les isoplèthes.

L'aire de présence de **Daille** est compacte, il ne fait pas, à l'image de certains autres mâles (Baron par exemple), de grands trajets exceptionnels (par exemple Versoix – La Dôle).

Daille est présent au pied du Jura. Il se trouve dans une zone qui n'est pas fréquentée par les autres cerfs considéré ici. Il est en dehors de ces zones de conflits avec les routes. Il se tient principalement en forêt mais fait Toutefois, des incursions régulières ans les zones agricole et en bordure de zones villageoises. Il peut être vu aux abords de la route reliant Gex au Col de la Faucille (voir figure 35 ci-dessous).

Parfois, il descend en direction de la plaine en direction de Divonne. Pour ce faire, il traverse deux routes cantonales.

Si nous prenons en compte les points les plus extrêmes de ses déplacements, ils sont distants de 14 kilomètres environ. De manière absolue, ses trajets sont comparables à ceux réalisés par Baron qui se situe pour sa part plus en plaine.

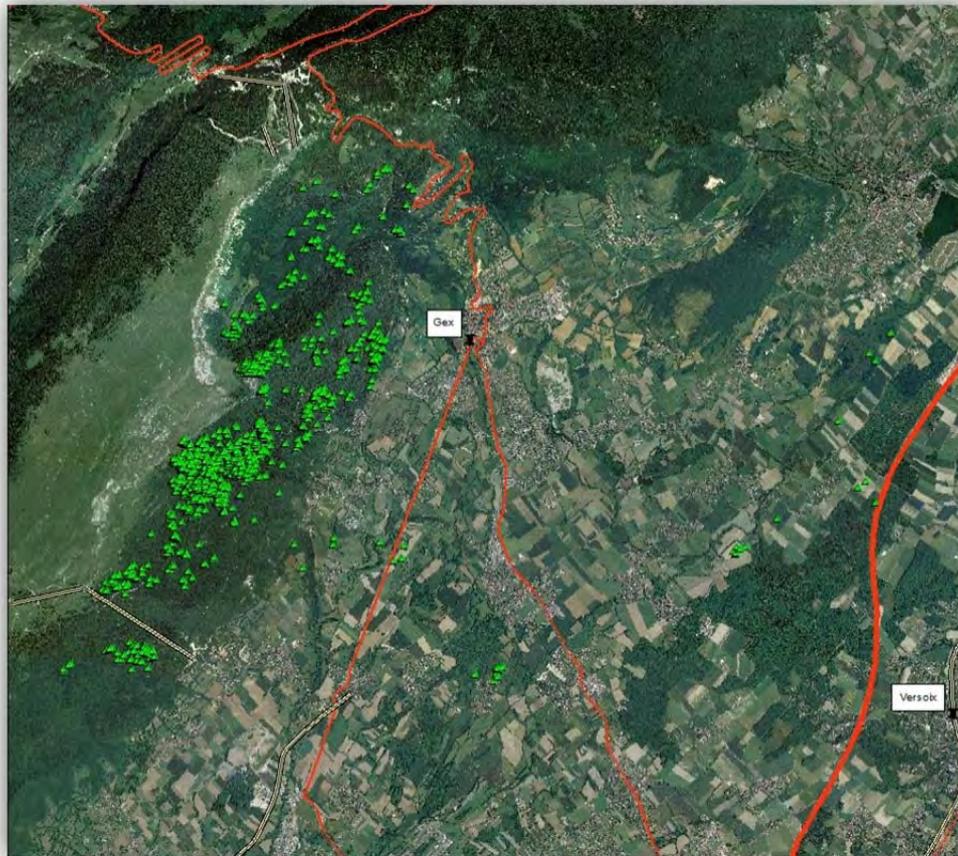


Figure 34: carte des points de déplacements de Daille.

Fabiola est présente surtout le long de l'autoroute au-dessus de Versoix. Principalement dans les Bois de Versoix, avec certaines incursions en zone agricole en bordure de village. Elle est également (à l'image de Colliou et de Daillia) présente sur la zone de conflit entre les passages de faune et le trafic sur la Route de Sauvigny (voir figure 36 ci-dessous).



Figure 35: carte des points de déplacements de Fabiolla.

Son aire de présence se recoupe avec celle de Colliou (figure 37 ci-dessous). Toutefois, leurs aires nodales ne sont pas situées dans la même zone.

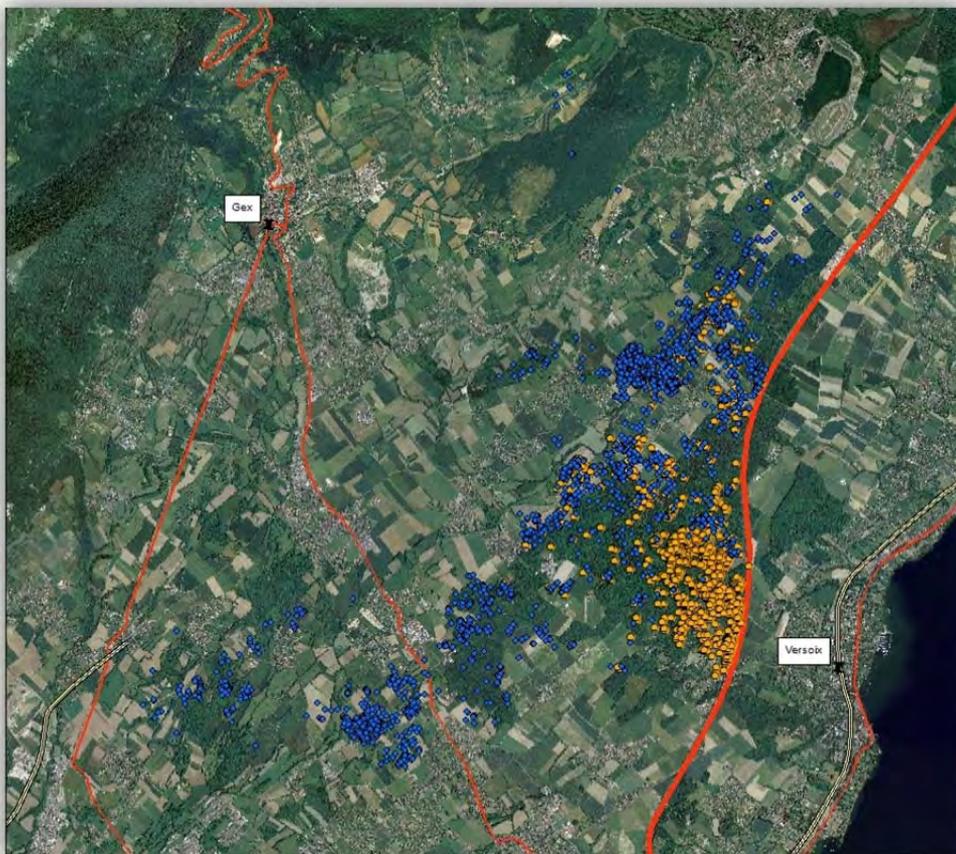


Figure 36: carte des points de déplacements de Colliou et Fabiola.

Rouphie est présente dans la même zone que Fabiolla et Colliou. Elle se trouve donc aussi au cœur de cette zone conflictuelle des Bois de Versoix. Contrairement à Fabiolla, Rouphie fréquente plus volontiers les zones bordant les villages et traverse plus souvent la Route de Sauverny (voir figure 38 ci-dessous Fabiolla en rose, Rouphie en orange). Ces nombreux passages s'expliquent par la répartition de ses points de présence qui sont répartis de manière presque équivalente des deux côtés de la route cantonale.



Figure 37: carte des points de déplacements de Rouphie et Fabiola.

Discussion des résultats

Les différentes étapes du traitement des données brutes de déplacement nécessitent toutes une grande précision dans la préparation des données. En effet, un fichier brut adapté au traitement prévu permet d'obtenir des données "propres" et "correctes". En outre, cela évite de nombreuses erreurs, non reconnaissance des fichiers par les outils utilisés notamment.

Les **cartes de déplacements** mensuelles des cerfs sont maintenant bien maîtrisées et sauf certains problèmes dus aux changements de version d'**ArcGis**, le traitement est automatisé et bien maîtrisé. Cela permet d'obtenir un visuel des déplacements des différents individus au fil du temps. C'est sur cette base que sont construites les réflexions et analyses (MCP, Kernel) faites par la suite.

Le calcul des vitesses de déplacement des cerfs permet d'ajouter une idée de temps de déplacement aux cartes de positionnement. Ceci permet de comprendre l'utilisation du territoire en faisant la distinction entre les trajets réguliers, ponctuels voire exceptionnels.

En superposant les vitesses de déplacement avec une carte d'occupation du sol on peut identifier les surfaces dans lesquelles les cerfs se sentent le plus en sécurité et restent donc pour des périodes plus longues ou au contraire les zones de passage rapide (bordure de route).

La distinction des trajets selon la période de l'année ou en distinguant les trajets fait de jours et/ou de nuit et la comparaison des vitesses de déplacement permet d'avoir une bonne représentation de l'utilisation spatiale faite par les cerfs.

Ces deux étapes (cartes des positionnements ou déplacements et calculs des vitesses) sont les deux étapes permettant une compréhension de base. Les analyses en MCP ou de Kernel faites par la suite vont approfondir, vérifier ou non certaines hypothèses que l'on peut établir sur ces premières constatations.

Avant de passer à la suite des traitements, quelques mots sur le **calcul des vitesses** et la manière de la réaliser.

Le calcul des vitesses a été intégré dans une toolbox appelée "Vitesse" qui a été créé à cet effet.

De nombreuses erreurs dans le code Python, compris dans la boîte de calcul du champ "Différence de temps" (Diff_temps) et dans les différentes étapes de celui-ci sont apparues.

Il a fallu à plusieurs reprises modifier l'ordre des étapes de calcul car il fallait changer le format des données en entrée afin de pouvoir les traiter, ce qui a souvent compliqué le processus.

Finalement, la différence de temps est générée en prenant en considération les dates d'émission des pointages. Une fois la distance calculée, théoriquement le calcul de la vitesse peut se faire. Concrètement cela ne fonctionne pas encore car il reste un problème de conversion des données Heure et Date en un format compatible avec la distance parcourue afin de pouvoir les comparer. Pour le moment l'outil utilisé pour le calcul des différence de temps entre deux pointages ne permet pas encore la conversion de ce laps de temps en une unité usuelle (h :min :sec), permettant d'obtenir la différence réelle.

Cette partie a été retravaillée à plusieurs reprises mais la solution n'a pas encore été trouvée. Le format des différentes informations générées en est-il la seule cause ? Le problème est-il dans la réalisation du calcul à proprement parler ? Ceci reste sans réponse pour le moment.

L'alternative de calculer la vitesse de déplacement sur excel est également possible. C'est ainsi que les vitesses étaient calculées avant la tentative de mise en place du Model Builder "Vitesse".

Les sources d'erreurs sont plus nombreuses avec cette méthode car les colonnes du fichier sont directement modifiées alors qu'avec le Model Builder, une fois celui-ci validé et confirmé, les sources d'erreurs sont négligeables.

Toutefois, les soucis de comptabilité de données entre elles dans le traitement sont une réalité dans ce logiciel aussi.

L'automatisation du calcul des vitesses de déplacement des cerfs n'est pas encore aboutie. Plusieurs pistes ont été testées mais aucune n'est encore satisfaisante dans le cas où il faut traiter des données nombreuses.

La mise en évidence des corridors de passages sur la base des points de déplacements des cerfs puis la comparaison avec les **zones de conflit** faune-route établies par l'Etat de Genève permettent d'identifier certains nœuds de conflit potentiels. Les plus visibles sont les traversées fréquentes de route cantonale telles que sur la **Route de Sauverny** ou sur la route reliant **Versoix et Gex**.

La traversée de ces obstacles aux déplacements des cerfs peut poser de nombreux problèmes. La zone la plus marquante est celle sise sur la Route de Sauverny. En effet, les passages de cerfs sont nombreux (voir figure 38 ci-dessous) et leur présence aux abords de cette route qui traverse une zone de Réserve (Les Bois de Versoix) peut être problématique.

En effet, sur les six cerfs considérés ici, cinq sont présents de manière constante dans cette zone et font de nombreuses traversées de cette route jugée dangereuse. Sur une année de relevés, environ 240 passages ont pu être déterminés (sur la base des points GPS) sur le tronçon de 2.5 km qui traverse les Bois de Versoix. Ces zones de conflits sont donc fortement peuplées et augmentent d'autant leur importance et la possibilité d'accidents sur ces tronçons.

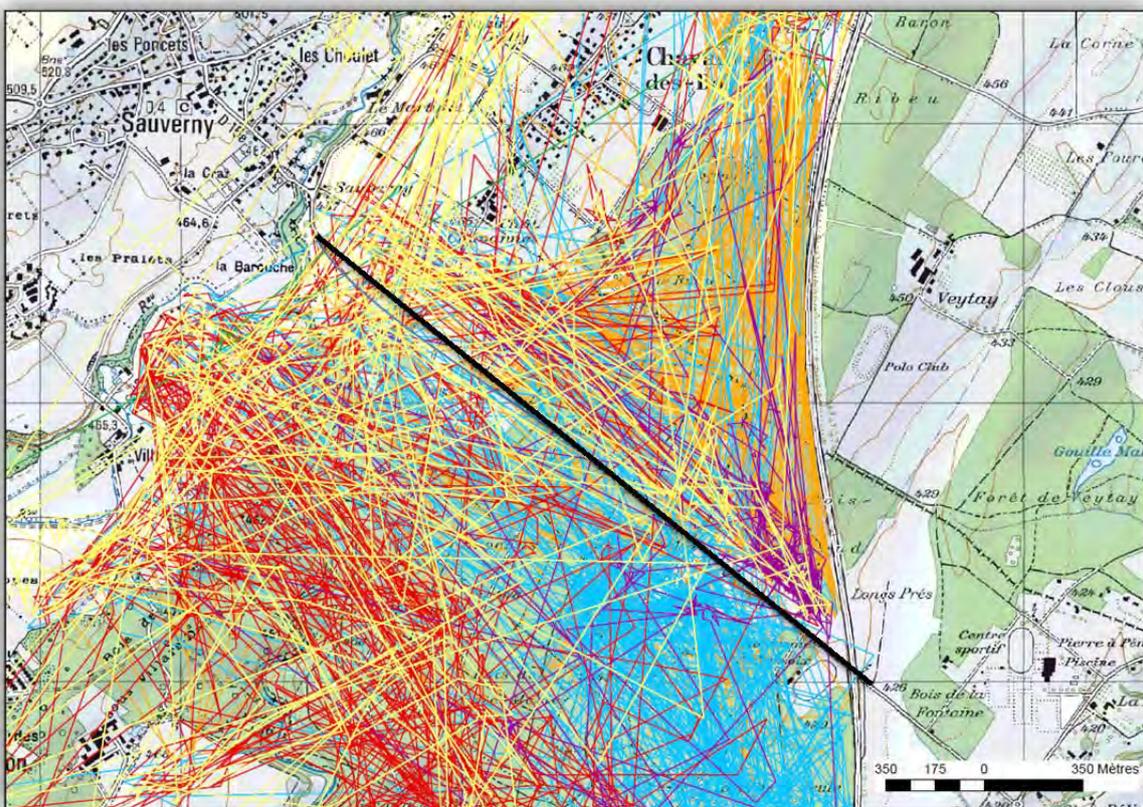


Figure38 : passages des cerfs sur route de Sauverny (en noir).

D'une manière plus globale, la mise en commun des déplacements des cerfs et des cartes de couverture du sol et de perméabilité permettent de faire certaines constatations sur **l'utilisation spatiale** des différents individus. Par exemple, Baron est présent en plaine et traverse de

nombreuses zones villageoises ainsi que des routes cantonales lors de ses grands déplacements. Daille pour sa part se tient dans les forêts du pied du Jura et ne s'approche que occasionnellement des zones habitées et ne traverse "que" une route cantonale dans ses trajets habituels.

Ces deux mâles ont des trajets absolus (sans prendre en compte le temps ni les occurrences) comparables. On peut en déduire dans ce cas-là que les types de surfaces présentes dans les aires de présence des cerfs mâles ne sont pas un frein ou un incitateur aux déplacements. En effet, la logique voudrait que Baron qui se trouve dans une zone « enclavée » entre les villages, les routes cantonales et l'autoroute fasse des trajets plus réduits que ceux réalisés par Daille, qui fréquente les forêts du pied du Jura en dehors des zones de forte densité d'urbanisation (habitations et routes). Or ces deux mâles se déplacent de manière comparable.

Suite à la mise en évidence de plusieurs éléments à l'échelle individuelle, on peut relever certains points communs aux six individus suivis. Premièrement, de manière absolue, sans considération du temps et du nombre d'occurrences, les trajets effectués par certains mâles (ex : Daille, Baron) sont comparables à ceux réalisés par certaines femelles (ex : Daillia). En effet, les deux mâles cités ont des trajets absolus d'environ 14 et 15 kilomètres. Celui de Daillia est d'environ 12 kilomètres. La différence principale entre ces trajets (mâles vs femelle) est la fréquence de ces déplacements de grande taille. Ils sont plus nombreux pour les mâles que pour les femelles.

Afin d'affiner encore la compréhension de l'utilisation spatiale faite par les cerfs, des analyses MCP et Kernel ont été faites.

Les **MCP** permettent d'avoir une vision globale des zones les plus utilisées par les cerfs suivis. Pour des individus dont le domaine vital est très compact tel que Fabiola, les MCP à 75 et 50 % ne varient pas beaucoup car le territoire occupé reste le même.

Toutefois, pour des individus aux déplacements plus épars tels que Rouphe la taille des polygones peut considérablement varier.

Par les **Kernel** les zones d'occupation principale et secondaire ont été mises en évidence et ont permis l'analyse non seulement spatiale mais également des types des surfaces fréquentées par les différents individus.

Ces deux étapes ont été contrairement aux précédentes réalisées sur le logiciel **R** et non sur ArcGis. Ceci car les outils d'ArcGis ne permettent pas la même interaction que sur R. En effet, il est important dans le cas du calcul de domaine vitaux de pouvoir avoir une action sur le nombre de points de présences qui seront pris en considération (isoplèthes). Ceci afin d'optimiser la corrélation entre les aires modélisées et les domaines vitaux réels.

Il ne faut perdre de vue que la totalité de ces données sont réalisées à partir des pointages de présence émis par les colliers GPS. Leur précision est donc assez fiable mais pour le reste, il s'agit d'interprétation et de modélisation. Les trajets par exemple sont des lignes droites générées entre deux points et non le trajet réellement effectué.

Lors du calcul des MCP et des Kernel, plusieurs complications sont apparues.

La **transformation du raster de fond en fichier *asci*** pose problème car la zone parcourue par les cerfs est trop grande et le fichier de fond est donc volumineux (10 millions de Ko). Ceci complique la transformation puis l'affichage du fichier.

Ceci se répercute à différents niveaux des analyses réalisées. En effet, sans carte de fond, les outils utilisés n'ont pas de grid sur lequel se baser pour les calculs des différentes zones demandées. Ceci explique que les points de déplacements des différents individus ne s'affichent pas et que les données calculées automatiquement par R pour la taille des domaines vitaux sont inexactes.

Certains Kernel ne se calculent pas, celui de Daillia (Bibiche) ne se calcule que pour le 100% des points (ceci a déjà été discuté plus haut). Cette erreur pourrait être corrigée par l'affichage de la carte de fond.

Après avoir analysé les données de déplacements sur R il aurait été intéressant de pouvoir **re-transposer ces résultats sur ArcGis**. Pour ce faire, il s'agit de transformer les données obtenues en shape file. Pour cela un script qui permet de transformer les objets data frame en shape (format des objets en sortie des analyses MCP) a été utilisé. La transformation n'est pas encore réussie mais n'est pas complètement erronée. Cela demande encore à être précisé. Toutefois, cette étape ne serait pas obligatoire si l'affichage de la carte de fond fonctionne dans R. A ce moment-là, la compréhension et l'analyse de l'utilisation spatiale des différents individus pourrait se faire directement sur R.

De nombreux **problèmes** ont été rencontrés lors de la réalisation de ce document.

Les premiers sont de l'ordre des mises à jour d'ArcGis et de la non compatibilité de certaines fonctions entre les différentes versions (problèmes logiciel). Par exemple le Model Builder créée sur 9.3 (point to line R.Tangand, 2012) a été adapté pour la version 10 et a dû être remis à jour pendant ce travail pour être compatible avec la version 10.1. D'autres difficultés rencontrées sont dues au matériel informatique à proprement parler. En effet, le poste de travail sur lequel ce document a été réalisé avait quelques difficultés à gérer les analyses demandées sur ArcGis ou R.

Perspectives

Dans une idée de progression, il convient ici d'émettre certaines **perspectives** à donner à ce travail.

Une étude plus approfondie des zones de conflits présentes sur les différentes routes cantonales est à envisager afin de pouvoir cibler l'étendue de ces zones et de les quantifier non pour les cerfs mais aussi pour d'autres espèces. Ceci afin de déterminer les besoins réels en termes de déplacement de la faune.

Les domaines vitaux et les aires de présence des cerfs nécessitent une analyse plus poussée afin de comprendre non seulement les facteurs qui font que certaines zones sont ou non des zones d'aire nodale des domaines vitaux ou sont délaissées par les cerfs. Les facteurs abiotiques et biotiques qui régissent ces comportements seraient intéressants à cerner pour une meilleure compréhension de l'utilisation spatiale mais surtout dans le but de pouvoir extrapoler et comprendre l'extension potentiel des groupes de cerfs présents dans cette région.

L'analyse du type de surfaces utilisées peut être affinée par le calcul des chemins de moindres coûts qui prend en compte la pondération des milieux traversés en termes de difficulté de passage pour l'individu ou par une analyse ECL (Enveloppe convexe locale, Huck M., 2008).

Les ponts Brownien peuvent également venir compléter ceci en amenant une dimension temporelle aux domaines vitaux.

Avant cela bien entendu la finalisation du Model Builder Vitesse et la concrétisation de l'export des données MCP et Kernel depuis R en Shape file et l'affichage de la carte de fond en *asci* sur R sont à terminer.

Conclusion

Au départ le travail a été mal défini. Les objectifs de départ de ce document n'étaient pas réalisables dans le temps imparti. De nombreuses analyses ont été entamées sur ces données mais certains des processus n'ont pas pu aboutir. Les méthodes utilisées semblent adaptées mais peuvent être améliorées par l'approfondissement des connaissances concernant les logiciels utilisés et par la régularité de traitement de données de ce type.

Le test de nombreux outils ArcGis pour l'analyse des points de déplacements a permis la mise en évidence d'outils adaptés à ce traitement dans un premier temps et dans un deuxième à l'application de ceux-ci.

En terme de résultat, les éléments obtenus (DV, MCP, Model Builder Vitesse, diverses cartes,..) sont nombreux. Les cartes générées permettent de mettre à jour certains comportements dans l'utilisation spatiale qui sont porteuses. Il serait intéressant de pouvoir par des outils de SIG mettre en évidence les facteurs régissant l'utilisation spatiale des cerfs dans les zones fortement urbanisées comme dans les zones forestières.

D'autres résultats obtenus tels que le calcul des Kernel sur R ne sont pas encore au point mais sont prometteuse. Les analyses possibles sur ce jeu de données sont encore nombreuses (Ponts Brownien , ECL) et comme suggéré précédemment elles amèneraient un bon complément à la compréhension des données.

Remerciements

Je voudrais remercier :

Benjamin Bergerot, Alain Dubois, Damien Dumusque pour leur patience et leur aide ;
Claude Fischer pour son encadrement ;
Grégory Favre pour son aide lors de soucis informatiques ;
Fanny Greulich, Mickael Cid pour leur soutien et leurs coups de main ;
Mélania Trentini et Fanny pour la relecture ;
Jeanine et Benoît pour le prêt de leur ordinateur lorsque le mien ne voulait plus rien savoir.

Merci à tous ceux qui de près ou de loin m'ont aidé pour la réalisation du Certificat de Géomatique.

Un petit clin d'œil à Baron, Colliou et Tictac qui nous ont quittés durant la rédaction de ce document.*

Rapport-Gratuit.Com

Bibliographie

BERNIER A. ET THÉAU J., "Modélisation de réseaux écologiques et impacts des choix méthodologiques sur leur configuration spatiale : analyse de cas en Estrie (Québec, Canada) ", Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 13 Numéro 2 | septembre 2013, mis en ligne le 06 octobre 2013, consulté le 24 octobre 2013. URL : <http://vertigo.revues.org/14105> ; DOI : 10.4000/vertigo.14105

BAUDOIN R., "Utiliser des fichiers spatiaux dans des applications R", Muséum national d'Histoire naturelle Inventaire et suivi de la biodiversité, Semin-R MNHN mars 2011

CALENGE C., "Home Range Estimation in R : the adehabitatHR Package" Office national de la chasse et de la faune sauvage Saint Benoist – 78610 Auffargis – France, mars 2011, 59 p.

DE WILD I., "Etude de l'utilisation de l'habitat de 6 biches dans la forêt de St-Michel Freyr", 118 p. Références non complète document de travail transmis par C.Fischer

HUCK M., DAVIDSON J., ROPER T J., Comparison of two sampling protocols and four home-range estimators using radio-tracking data from urban badgers (*Meles meles*), *WildLife Biology* 14:4 (2008).

PATHEY P., "Habitat and corridor selection on expanding red deer (*Cervus elaphus*) population", Thèse de Doctorat Faculté des sciences, Lausanne, 2003, 124p.

INTERREG IIIA FRANCE-SUISSE, "Suivi de la colonisation naturelle du cerf sur le Massif Jurassien", Rapport annuel 2007, 81p.

HILTY, JODI A., "Corridor Ecology : the science and practice of linking landscapes for biodiversity conservation". British Cataloging in Publication data available.

THYRIOT C., "Cartographie des corridors écologiques /biologiques à l'échelle du 1/2500^{ème} sur l'ensemble du Parc Naturel Régional du Pilat ", Rapport de stage Master 2SIG et gestion de l'espace, Université JeanMonnet Saint Etienne, 41p.

SAWYER H., KAUFFMAN M.J., MIDDLETON A.D., "A framework for understanding semi-permeable barrier effects on migratory ungulates", *Journal of Applied Ecology* 2012

SILVERMAN, B.W. *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. New York: Chapman and Hall, 1986 (p.76 équation 4.5).

ZWEIFEL-SCHIELLY B., "Spatial and nutritional ecology of GPS-collared red deer in an Alpine region: the role of forage availability and quality ", Dissertation submitted to Swiss Fédéral Institute of Technology Zurich for the degree of Doctor of Natural Sciences – accepted-, 2005

SUPPORT DE COURS CERTIFICAT DE GÉOMATIQUE 2013

Sites web :

Concernant :

Les erreurs de précision GPS: <http://sxbluegps.com/fr/technologie/le-gps-et-les-erreurs/>

La suite Hawth's Tools: <http://www.spatial ecology.com/htools/tool desc.php>

Les Home Range Tools (HRT): <http://flash.lakeheadu.ca/~arodgers/hre/>

Les kernel et MCP:

<http://cran.r-project.org/web/packages/adehabitatHR/vignettes/adehabitatHR.pdf>

Annexes

Annexe 1: Model Builder point to line.

Annexe 2 : Model Builder Vitesse.

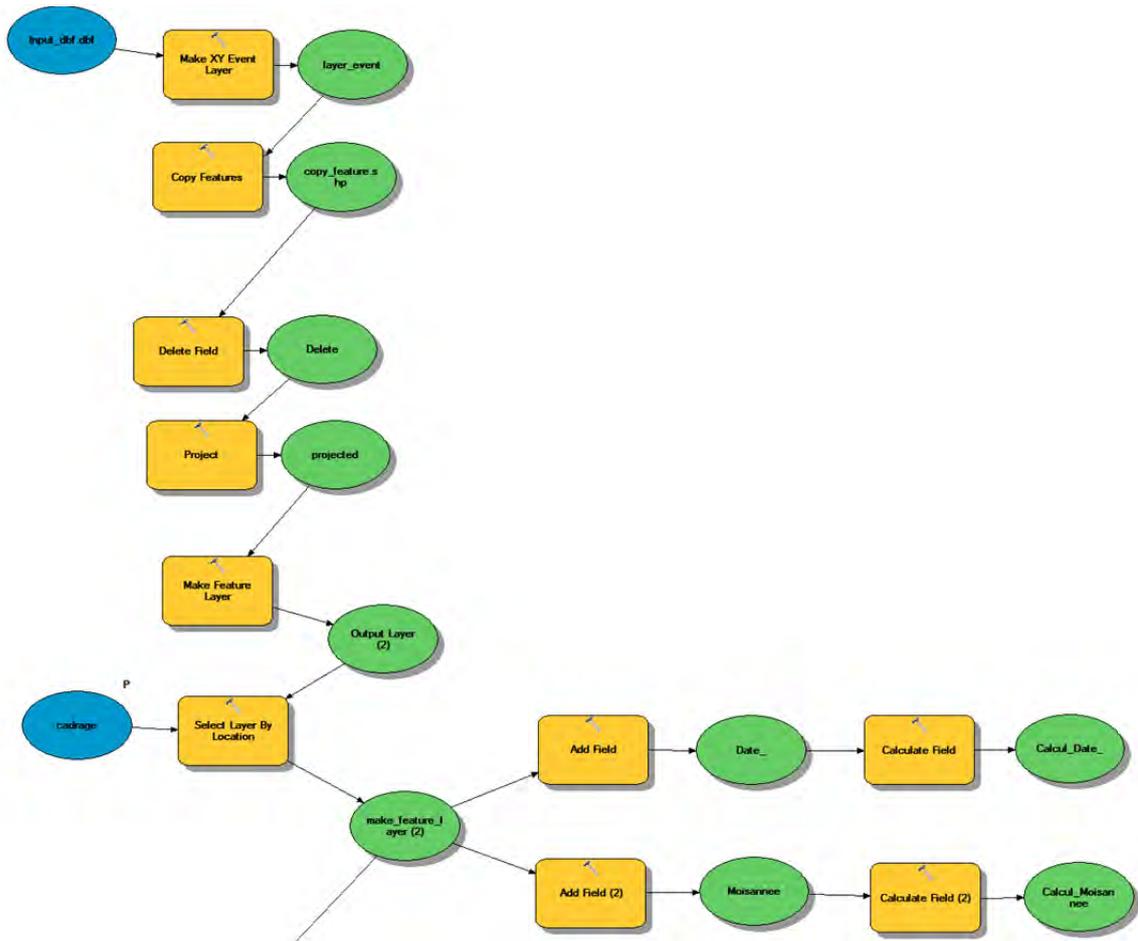
Annexe 3: Exemple de données brutes des colliers GPS.

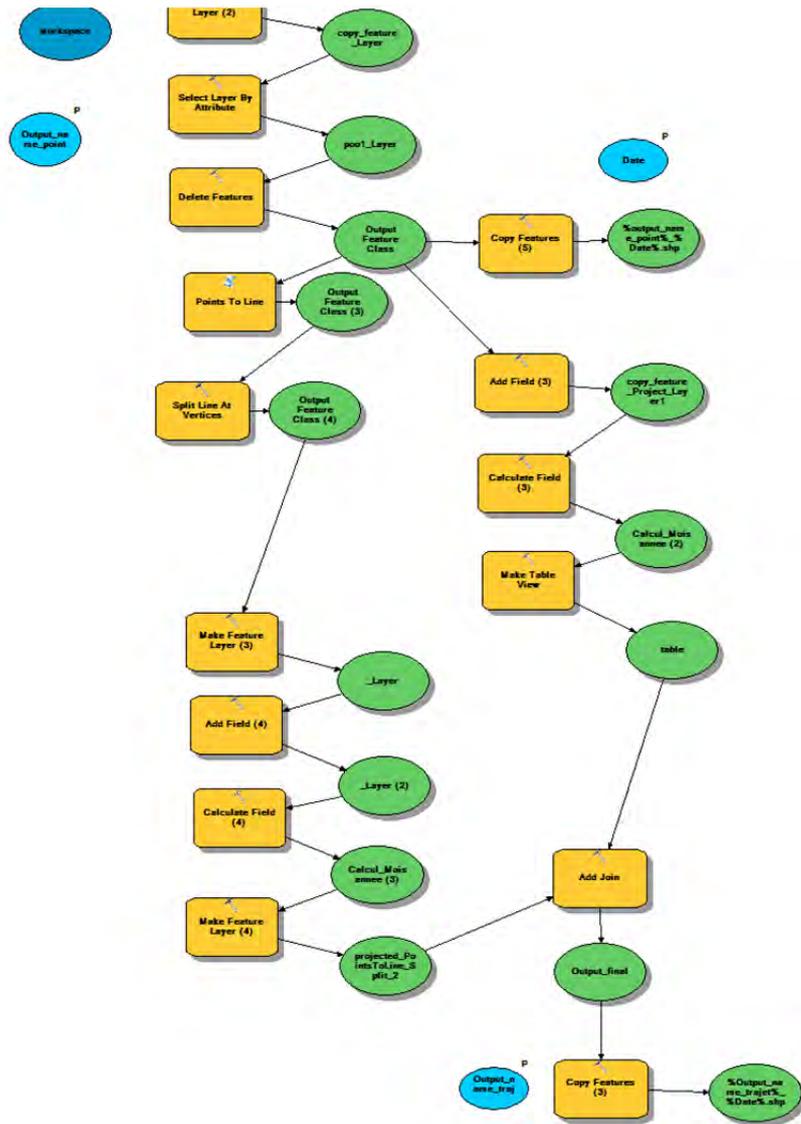
Annexe 4: Tableau de synthèse des différentes valeurs liées aux individus.

Annexe 5: Carte des points de déplacements totaux.

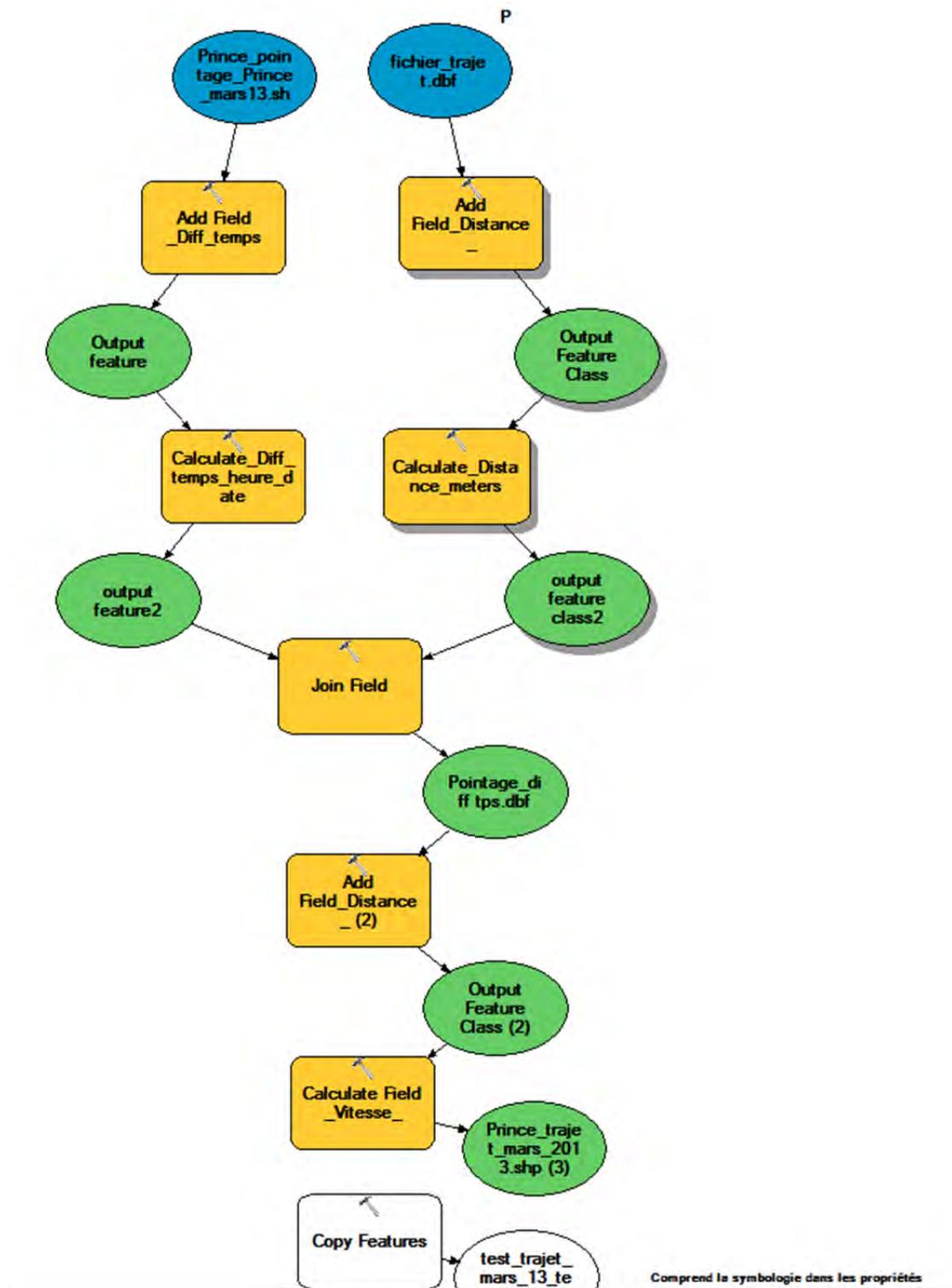
Annexe 6: Script R complet (MCP et Kernel).

Annexe 1: Model Builder point to line.





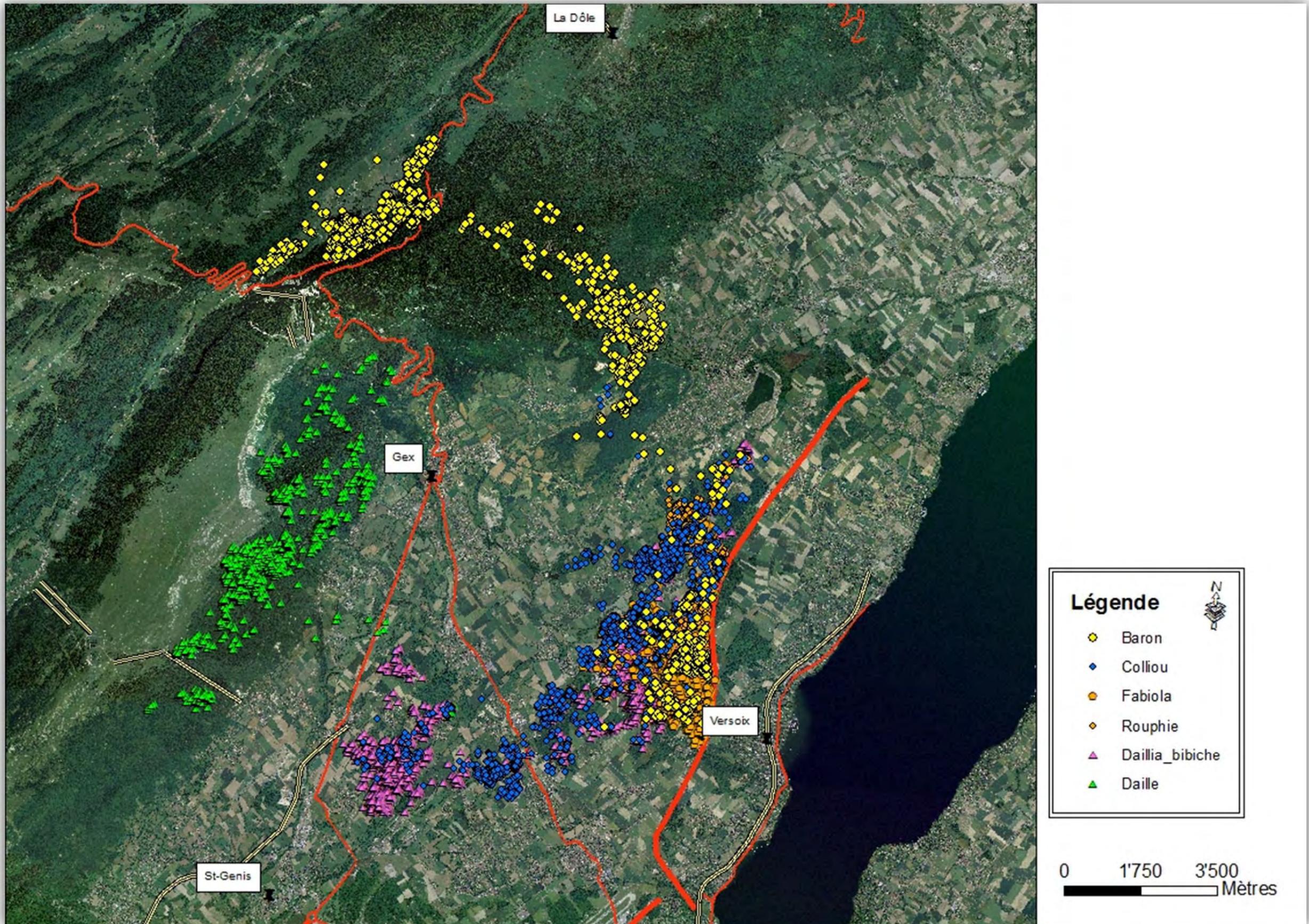
Annexe 2 : Model Builder Vitesse.



Annexe 4: Tableau de synthèse des différentes valeurs liées aux individus.

Nom	Nbr points	N°code (Kernel)	Taille DV (ha)	Genre
Baron	2'690	1	92	M
Coliou	2'817	2	37.5	M
Daille	2'032	3	47.2	M
Dailia-Bibiche	2'758	4	129.4	F
Fabiola	1'261	5	11.3	F
Rouphie	1'898	6	20.4	F

Annexe 5: Carte des points de déplacements totaux.



Annexe 6: Script R complet (MCP et Kernel).

```
#Script analyse Kernel-MCP données cerfs
#mémoire certificat de géomatique
#S.Haesler

#chargement du dossier de travail
setwd("P:/DEPARTEMENTS/4_INTNE/PRESENTATIONS_INSTITUT/Assistant-e-
s/sandra/Certif_geomatique/Mémoire/SIG/Analyse")
getwd

#####Installation des packages avant tout
##library()#permet de voir tous les package qui sont accessibles/?library#aide sur les librairie et packages

#traitement du raster
library(raster)
library(rgdal)

#traitement données spatiales
library(sp)
library(ade4)#analyse spatiale
library(adehabitat)#spécialement pour MCP et Kernel-après avoir installé le package sur R

#donne l'affichage des paramètres du raster
raster("rastert_ortho_21.asc") #fond étant le nom du fichier dans le dossier de travail

#affichage du raster (visuel)
fond<-readGDAL("rastert_ortho_21.asc")
image(fond)
summary(fond)

#####

#va chercher les données de tous les individus en .txt !!! le fichier s'appel Tous
Tous<-read.csv2("Tousred.txt",header=T)
Tous=read.table("Tousred.txt", h=T, na.string="NA")
attach(Tous)#rend les données disponibles
names(Tous)
summary(Tous)
nrow(Tous)
ncol(Tous)

#KERNEL TOUS#
loc <-cbind(Tous$LONGITUDE,Tous$LATITUDE)#création d'un fichier loc qui comprend les données long lat du fichier Tous
loc=as.data.frame(loc)
indiv<-Tous[, "NAME"]#indique le champ de différenciation par individus

library(adehabitat)
UDindiv <-kernelUD(loc,indiv)# permet de faire l'analyse kernel sur les points en différenciant par individus selon la colonne
Name
?kernelUD

kernel95 <- getverticeshr(UDindiv, 95) # 95 permet de choisir le « pourcentage » de points pris en compte dans le calcul
kernel75 <- getverticeshr(UDindiv, 75)
kernel50 <- getverticeshr(UDindiv, 50)

plot(kernel95,add=TRUE)
plot(kernel75,add=TRUE)
plot(kernel50,add=TRUE)
```

```

kernel.area(loc, id=NAME)#donne les domaines vitaux en chiffre
par(mfrow=c(2,3))
windows()#permet d'ouvrir une nouvelle fenêtre pour l'affichage du graphique/carte
image(UDindiv)

#MCP pour Tous (fichier avec tous les individus)
?mcp#aide mcp

mcpTous95<-mcp(loc,indiv,percent=95,main="Analyse MCP 95% Baron")
mcpTous75<-mcp(loc,indiv,percent=75,main="Analyse MCP 75% Baron")
mcpTous50<-mcp(loc,indiv,percent=50,main="Analyse MCP Baron")

loc=as.data.frame(loc)

class(mcpTous95)#donne les différentes valeurs générées
plot(mcpTous95, main="Analyse MCP 95%")#affiche le résultat grace à la librairie sp qui a ce genre de fonctions
summary(mcpTous95)

class(mcpTous75)
plot(mcpTous75)

#####

#Import de la carte de fond et affichage des points
carte<-import.asc(fond)#faut trouver à transformer la carte en asc pour pouvoir afficher les points des individus dessus

points(Tous$LONGITUDE,Tous$LATITUDE)#affichage des points sur la carte

#####
#####

#Kernel un fichier par individu#
library(adehabitat)

#Baron#####BARON#####

Baron<-read.csv2("Baron2.txt",header=T)
Baron=read.table("Baron2.txt", h=T, na.string="NA")
attach(Baron)#rend les données disponibles
names(Baron)
summary(Baron)
nrow(Baron)
ncol(Baron)

#BARON KERNEL#

indiv<-Baron[, "NAME"]#indique le champ de différenciation par individus
loc <-cbind(Baron$LONGITUDE,Baron$LATITUDE)#création d'un fichier loc qui comprend les données long lat du fichier
Tous
loc=as.data.frame(loc)

UDindiv1 <-kernelUD(loc,same4all=TRUE)# permet de faire l'analyse kernel sur tous les points
UDindiv2 <-kernelUD(loc,same4all=TRUE)
UDindiv3 <-kernelUD(loc,same4all=TRUE)
UDindiv4 <-kernelUD(loc,same4all=TRUE)

windows()#permet d'ouvrir une nouvelle fenêtre pour l'affichage du graphique/carte
par(mfrow=c(3,2))

```

```

image(UDindiv1)
image(UDindiv2)
image(UDindiv3)
image(UDindiv4)

kernel95 <- getverticeshr(UDindiv2, 95) # 95 permet de choisir le « pourcentage » de points pris en compte dans le calcul
kernel75 <- getverticeshr(UDindiv3, 75)
kernel50 <- getverticeshr(UDindiv4, 50)

plot(kernel95,main="Analyse KERNEL 95% Baron",add=TRUE)
plot(kernel75,main="Analyse KERNEL 75% Baron",add=TRUE,)
plot(kernel50,main="Analyse KERNEL 50% Baron",add=TRUE,)

windows()
par(mfrow=c(3,2))

kernel.area(loc, id=NAME,unout=c("km2"))#donne les domaines vitaux en chiffre en km2

?kernel.area

#####
#test to shape file kernel###

dd <- kernel.area#shape table
ddTable <- kernel.area#attTable
ddShapefile <- convert.to.shapefile(dd, ddTable, "Id", 5)#5 pour les polygon ""=field //5 pour les polygon
write.shapefile(ddShapefile, "c:/testkernelbaron", arcgis=T)
names(kernel50)
nrow(kernel50)

ddShapefile <- convert.to.shapefile(kernel.area,NAME)#5 pour les polygon ""=field //5 pour les polygon
write.shapefile(ddShapefile, "c:/testkernelbaron", arcgis=T)

convert.to.simple(kernel50)
#####

#Baron MCP#
mcpBaron95<-mcp(loc,indiv,percent=95)
mcpBaron75<-mcp(loc,indiv,percent=75)
mcpBaron50<-mcp(loc,indiv,percent=50)

loc=as.data.frame(loc)

class(mcpBaron95)#donne les différentes valeurs générées
plot(mcpBaron95, main="Analyse MCP 95% BARON")#affiche le résultat grace à la librairie sp qui a ce genre de fonctions et
donne un titre au plot
summary(mcpBaron95)

class(mcpBaron75)
plot(mcpBaron75,main="Analyse MCP 75% BARON")

class(mcpBaron50)
plot(mcpBaron50,main="Analyse MCP 50% BARON")

#COLIOU#####COLIOU#####

#Colliou
Colliou<-read.csv2("Colliou.txt",header=T)

```

```

Colliou=read.table("Colliou.txt", h=T, na.string="NA")
attach(Colliou)#rend les données disponibles
names(Colliou)
summary(Colliou)
nrow(Colliou)
ncol(Colliou)

#COLLIOU KERNEL#

indiv<-Colliou[, "NAME"]
loc <-cbind(Colliou$LONGITUDE,Colliou$LATITUDE)
loc=as.data.frame(loc)
UDindiv <-kernelUD(loc,same4all=TRUE)
windows()
image(UDindiv)

kernel95 <- getverticeshr(UDindiv, 95)
kernel75 <- getverticeshr(UDindiv, 75)
kernel50 <- getverticeshr(UDindiv, 50)

plot(kernel95,main="Analyse KERNEL 95% Colliou",add=TRUE)
plot(kernel75,main="Analyse KERNEL 75% Colliou",add=TRUE)
plot(kernel50,main="Analyse KERNEL 50% Colliou",add=TRUE)

kernel.area(loc, id=NAME)

#COLLIOU MCP#

mcpColiou95<-mcp(loc,indiv,percent=95)
mcpColiou75<-mcp(loc,indiv,percent=75)
mcpColiou50<-mcp(loc,indiv,percent=50)

loc=as.data.frame(loc)

class(mcpColiou95)
plot(mcpColiou95, main="Analyse MCP 95% COLLIOU")
summary(mcpColiou95)

class(mcpColiou75)
plot(mcpColiou75,main="Analyse MCP 75% COLLIOU")

class(mcpColiou50)
plot(mcpColiou50,main="Analyse MCP 50% COLLIOU")

#DAILLE#####DAILLE#####

#Daille

Daille<-read.csv2("Daille.txt",header=T)
Daille=read.table("Daille.txt", h=T, na.string="NA")
attach(Daille)#rend les données disponibles
names(Daille)
summary(Daille)
nrow(Daille)
ncol(Daille)

#DAILLE KERNEL#

indiv<-Daille[, "NAME"]

```

```

loc <-cbind(Daille$LONGITUDE,Daille$LATITUDE)
loc=as.data.frame(loc)
UDindiv <-kernelUD(loc,same4all=TRUE)
windows()
image(UDindiv)

kernel95 <- getverticeshr(UDindiv, 95)
kernel75 <- getverticeshr(UDindiv, 75)
kernel50 <- getverticeshr(UDindiv, 50)

plot(kernel95,main="Analyse KERNEL 95% Daille",add=TRUE)
plot(kernel75,main="Analyse KERNEL 75% Daille",add=TRUE)
plot(kernel50,main="Analyse KERNEL 50% Daille",add=TRUE)

kernel.area(loc, id=NAME)

#DAILLE MCP#

mcpDaille95<-mcp(loc,indiv,percent=95)
mcpDaille75<-mcp(loc,indiv,percent=75)
mcpDaille50<-mcp(loc,indiv,percent=50)

loc=as.data.frame(loc)

class(mcpDaille95)
plot(mcpDaille95, main="Analyse MCP 95% DAILLE")
summary(mcpDaille95)

class(mcpDaille75)
plot(mcpDaille75,main="Analyse MCP 75% DAILLE")

class(mcpDaille50)
plot(mcpDaille50,main="Analyse MCP 50% DAILLE")

#####BIBICHE#####

#Bibiche

Bibiche<-read.csv2("Bibiche.txt",header=T)
Bibiche=read.table("Bibiche.txt", h=T, na.string="NA")
attach(Bibiche)#rend les données disponibles
names(Bibiche)
summary(Bibiche)
nrow(Bibiche)
ncol(Bibiche)

#Bibiche KERNEL#

indiv<-Bibiche[, "NAME"]
loc <-cbind(Bibiche$LONGITUDE,Bibiche$LATITUDE)
loc=as.data.frame(loc)
UDindiv <-kernelUD(loc,same4all=TRUE)
windows()
image(UDindiv)

kernel95 <- getverticeshr(UDindiv, 95)
kernel75 <- getverticeshr(UDindiv, 75)
kernel50 <- getverticeshr(UDindiv, 50)

plot(kernel95,main="Analyse KERNEL 95% Bibiche",add=TRUE)

```

```

plot(kernel75,main="Analyse KERNEL 75% Bibiche",add=TRUE)
plot(kernel50,main="Analyse KERNEL 50% Bibiche",add=TRUE)

kernel.area(loc, id=NAME)

#BIBICHE MCP#

mcpBibiche95<-mcp(loc,indiv,percent=95)
mcpBibiche75<-mcp(loc,indiv,percent=75)
mcpBibiche50<-mcp(loc,indiv,percent=50)

loc=as.data.frame(loc)

class(mcpBibiche95)
plot(mcpBibiche95, main="Analyse MCP 95% DAILLIA-BIBICHE")
summary(mcpBibiche95)

class(mcpBibiche75)
plot(mcpBibiche75,main="Analyse MCP 75% DAILLIA-BIBICHE")

class(mcpBibiche50)
plot(mcpBibiche50,main="Analyse MCP 50% DAILLIA-BIBICHE")

#FABIOLA#####FABIOLA#####

#Fabiola

Fabiola<-read.csv2("Fabiola.txt",header=T)
Fabiola=read.table("Fabiola.txt", h=T, na.string="NA")
attach(Fabiola)#rend les données disponibles
names(Fabiola)
summary(Fabiola)
nrow(Fabiola)
ncol(Fabiola)

#Fabiola KERNEL#

indiv<-Fabiola[, "NAME"]
loc <-cbind(Fabiola$LONGITUDE,Fabiola$LATITUDE)
loc=as.data.frame(loc)
UDindiv <-kernelUD(loc,same4all=TRUE)
windows()
image(UDindiv)

kernel95 <- getverticeshr(UDindiv, 95)
kernel75 <- getverticeshr(UDindiv, 75)
kernel50 <- getverticeshr(UDindiv, 50)

plot(kernel95,main="Analyse KERNEL 95% Fabiola",add=TRUE)
plot(kernel75,main="Analyse KERNEL 75% Fabiola",add=TRUE)
plot(kernel50,main="Analyse KERNEL 50% Fabiola",add=TRUE)

kernel.area(loc, id=NAME)

#FABIOLA MCP#

mcpFabiola95<-mcp(loc,indiv,percent=95)
mcpFabiola75<-mcp(loc,indiv,percent=75)

```

```

mcpFabiola50<-mcp(loc,indiv,percent=50)

loc=as.data.frame(loc)

class(mcpFabiola95)
plot(mcpFabiola95, main="Analyse MCP 95% FABIOLA")
summary(mcpFabiola95)

class(mcpFabiola75)
plot(mcpFabiola75,main="Analyse MCP 75% FABIOLA")

class(mcpFabiola50)
plot(mcpFabiola50,main="Analyse MCP 50% FABIOLA")

#####ROUPHIE#####ROUPHIE#####

#Rouphie

Rouphie<-read.csv2("Rouphie.txt",header=T)
Rouphie=read.table("Rouphie.txt", h=T, na.string="NA")
attach(Rouphie)#rend les données disponibles
names(Rouphie)
summary(Rouphie)
nrow(Rouphie)
ncol(Rouphie)

#Rouphie KERNEL#

indiv<-Rouphie[,"NAME"]
loc <-cbind(Rouphie$LONGITUDE,Rouphie$LATITUDE)
loc=as.data.frame(loc)
UDindiv <-kernelUD(loc,same4all=TRUE)
windows()
image(UDindiv)

kernel95 <- getverticeshr(UDindiv, 95)
kernel75 <- getverticeshr(UDindiv, 75)
kernel50 <- getverticeshr(UDindiv, 50)

plot(kernel95,main="Analyse KERNEL 95% Rouphie",add=TRUE)
plot(kernel75,main="Analyse KERNEL 75% Rouphie",add=TRUE)
plot(kernel50,main="Analyse KERNEL 50% Rouphie",add=TRUE)

kernel.area(loc, id=NAME)

#Rouphie MCP#

mcpRouphie95<-mcp(loc,indiv,percent=95)
mcpRouphie75<-mcp(loc,indiv,percent=75)
mcpRouphie50<-mcp(loc,indiv,percent=50)

loc=as.data.frame(loc)
mcpRouphie50=as.data.frame(mcpRouphie50)

class(mcpRouphie95)
plot(mcpRouphie95, main="Analyse MCP 95% ROUPHIE")
summary(mcpRouphie95)

class(mcpRouphie75)
plot(mcpRouphie75,main="Analyse MCP 75% ROUPHIE")

```

```

#mcpRouphie50=as.data.frame(mcpRouphie50)
class(mcpRouphie50)
plot(mcpRouphie50,main="Analyse MCP 50% ROUPHIE")
names(mcpRouphie50)

#####
#####

#transformation en shape file arcgis#####

library(help = rgdal)#aide sur la librairie
#Further information is available in the following vignettes in directory 'C:/Program
#Files/R/R-3.0.0/library/rgdal/doc':OGR_shape_encoding: OGR shapefile encoding (source, pdf)

library(rgdal)

writeOGR(mcpRouphie50,rg, "P:/DEPARTEMENT SV/4_INTNE/PRESENTATIONS_INSTITUT/Assistant-e-
s/sandra/Certif_geomatique/Mémoire/SIG/Analyse", "mcpBaron50", driver="ESRI Shapefile")

#####
library(shapefiles)

#code de transformation
dd <- data.frame(Id=c(1,1,1,1,2,2,2,2),X=c(3,5,8,3,6,7,8,6),Y=c(9,8,3,9,6,7,4,6))
ddTable <- data.frame(Id=c(1,2),Name=c("Item1","Item2"))
ddShapefile <- convert.to.shapefile(dd, ddTable, "Id", 5)
write.shapefile(ddShapefile, "c:/test", arcgis=T)

?convert.to.shapefile

#test
n.points<-nrow(mcpRouphie50)
dd <- data.frame(Id=c(1:n.points),X=c(mcpRouphie50$LONGITUDE),Y=c(mcpRouphie50$LATITUDE))#shape table
ddTable <- data.frame(Id=c(1:n.points),Name=c("X,Y"))#attTable
ddShapefile <- convert.to.shapefile(dd, ddTable, "Id", 5)#5 pour les polygon ""=field //5 pour les polygon
write.shapefile(ddShapefile, "c:/test1", arcgis=T)
??Id
nrow(mcpRouphie50)

ncol(mcpRouphie50)

#test sur kernel export to shapefile

dd <- data.frame(Id=c(UDindiv1))#shape table
ddTable <- data.frame(Id=c(1:n.points),Name=c("X,Y"))#attTable
ddShapefile <- convert.to.shapefile(dd, ddTable, "Id", 5)#5 pour les polygon ""=field //5 pour les polygon
write.shapefile(UDindiv1, "c:/test5", arcgis=T)

summary(UDindiv1)

##
convert.to.simple(shp)
###

```