

AUTEUR·E·S
Valter HOXHA,
Hélène ILBERT

Application de l'approche *time-geography* pour modéliser les zones de cueillette à partir des traces GPS du cueilleur

RÉSUMÉ

L'activité d'exploitation des plantes aromatiques et médicinales sauvages représente, pour les territoires limités en ressources naturelles, une grande importance économique, sociale et environnementale. Identifier les surfaces exploitées des habitats naturels devient pour les experts un vrai défi. Les méthodes d'observation spatiale appliquées et celle de l'échantillonnage botanique par prélèvement floristique présentent des limites. Afin d'identifier les habitats exploités de ces ressources, une nouvelle méthode est proposée, qui s'appuie sur la modélisation de l'habitat exploitée à partir des traces GPS des cueilleurs. Pour ne « retenir » que les traces GPS de l'action de cueillette au sens strict, les concepts de l'approche *time-geography* ont été utilisés comme base de construction des quatre filtres : la vitesse instantanée, la densité spatio-temporelle, la surface et la moyenne des variations d'angle. Ce modèle a été testé avec succès sur trois types plantes : la sauge, le romarin et le tilleul. Cette communication traite les résultats obtenus par cette méthode en discutant les différentes implications méthodologiques et scientifiques.

MOTS CLÉS

modélisation, *time-geography*, habitat des plantes aromatiques et médicinales, capteur humain (GPS)

Application of the “Time Geography” Approach to Model the Picking Areas from the GPS Tracks of the Picker

ABSTRACT

The exploitation of wild aromatic and medicinal plants represents, for territories limited in natural resources, a great economic, social and environmental importance. Identifying the exploited areas of natural habitats is becoming a real challenge for experts. The applied methods of spatial observation and that of botanical methods by floristic sampling face their limits. In order to identify the exploited habitats of these resources, a new method is proposed, which is based on the modelling of the exploited habitat from the GPS tracks of the pickers. In order to “retain” only the GPS traces of the picking action in the strict sense, the concepts of the “Time Geography” approach were used as the basis for constructing the four filters: instantaneous speed, space-time density, surface and average of the angle variations. This model has been successfully tested on three types of plants: sage, rosemary and linden. This paper analyses the results obtained by this method through discussing the different methodological and scientific implications.

KEYWORDS

Modelling, Time Geography, Habitat for Aromatic and Medicinal Plants, Human Sensor (GPS)

INTRODUCTION

Sont considérés comme des plantes aromatiques et médicinales (PAM) toutes « les plantes utilisées pour produire des produits pharmaceutiques, des produits de suppléments alimentaires et les produits de santé naturels, de la beauté, les cosmétiques et produits de soins personnels, ainsi que certains produits commercialisés dans le secteur culinaire / alimentaire » (ISSC-MAP, 2007). Cette industrie représente aujourd'hui un poids considérable dans l'économie mondiale. Selon les données de COMTRADE, le taux de croissance annuel depuis 1988 est de 11 % (Ilbert & Hoxha, 2016) et leur valeur en 2018 a atteint 6 milliards de dollars¹. L'augmentation de la demande mène les cueilleurs vers une pression de l'exploitation de ces ressources alors

¹ www.comtrade.un.org/data

que la Convention de la diversité biologique² (CDB) mise en place à Rio juin 1992 prône la conservation³, l'utilisation durable⁴ et le partage juste et équitable de ces ressources. L'évaluation des habitats en surface, leurs potentiels en ressources comme les déterminants de leur érosion, ne sont ni exhaustifs ni systématiques. Les méthodes appliquées aux plantes aromatiques et médicinales, qu'elles soient botaniques d'échantillonnage ou d'observation spatiale (Pasteur *et al.*, 2009), ont leurs limites tant scientifiques qu'économiques (Hoxha *et al.*, 2017).

Pour avoir une information plus exhaustive, ces deux dernières décennies, les chercheurs s'appuient sur des nouveaux outils géographiques tels que le capteur humain GPS, le global positioning system. Dans le cas des plantes aromatiques et médicinales, le modèle actuel suppose une organisation verticale, « *top-down* », de l'information. Notre raisonnement part du fait que les cueilleurs connaissent parfaitement le terrain, parcourent presque tout l'habitat exploité (contrairement à la démarche par échantillonnage) et constituent un réservoir de contributeurs conséquent. Parmi toutes leurs actions, il nous faut donc identifier l'action de cueillette au sens strict pour identifier la zone de cueillette et éliminer les autres.

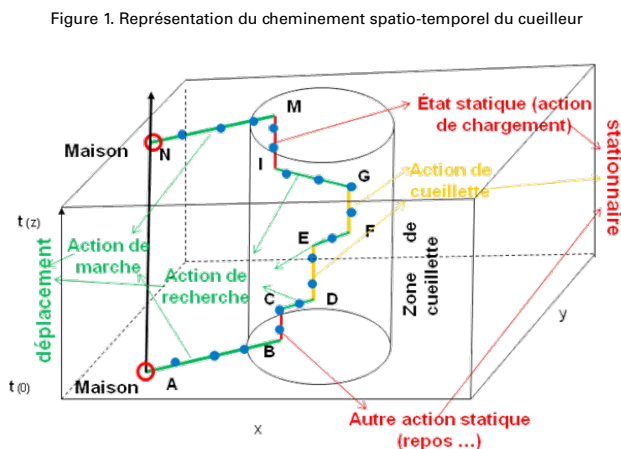
L'approche *time-geography* énoncée depuis les années 1970 par Hägerstrand analyse l'activité humaine en espace et en temps. Selon Klein et Schneider (2011), elle s'appuie sur un modèle spatio-temporel dont le cheminement spatio-temporel, stationnaire et déplacement, forme les éléments de base. Au niveau théorique, afin de caractériser les liens entre données et objets, les modèles spatio-temporels sont réalisés par des équipes de géographes, de physiciens, de psychanalystes et d'informaticiens (Ellegård, 2018) car ils prennent en compte des dimensions physiques (durée et temps) tout en y associant des dimensions cognitives et comportementales. Cette approche a notamment donné lieu à des modèles portant sur les déplacements urbains (Bazzani *et al.*, 2011 ; Klein & Schneider, 2011) et les mobilités quotidiennes (Nedel *et al.*, 2019).

Dans le cas de l'activité du cueilleur, les différentes actions relèvent de deux types de comportement : stationnaire et déplacement. À l'échelle spatiale, le cueilleur est dit stationnaire quand il cueille ou se repose. Il est en déplacement quand il cherche la zone de cueillette ou qu'il marche vers et de cette zone. La manière habituelle utilisée pour localiser le point de cueillette de chaque plante consiste à enregistrer « manuellement » un *waypoint* de GPS chaque fois qu'une plante est cueillie. Or ce travail est une surcharge pour les cueilleurs. Pour disposer d'une information collectée systématiquement, il faut donc s'appuyer sur les enregistrements automatiques et relever une coordination précise des actions. Cette communication cherche à montrer comment l'approche *time-geography* a contribué à la construction méthodologique des filtres permettant l'identification de l'action de cueillette au sens strict.

1. MÉTHODOLOGIE : CONSTRUCTION THÉORIQUE DES FILTRES

Nous partons du postulat que tous les points GPS traduisent les caractéristiques spécifiques des actions de l'activité de cueillette. En se basant sur les concepts de l'approche *time-geography* de Hägerstrand, nous pouvons visualiser les actions de l'activité de cueillette dans un prisme ou un cube composé de trois axes : la hauteur du cube représente le temps (axe z) et les axes x et y représentent l'espace (fig. 1).

À partir de ce raisonnement binaire (déplacement / stationnaire), nous représentons les actions de marche



par les segments AB, CD, EF, GI et MN (vert) tout en qualifiant progressivement les types de déplacement. La cueillette théorique est représentée par les segments DE et FG (orange) ; tous les autres types d'état stationnaire sont représentés par les segments BC et IM (rouge) et signalent différents types d'état stationnaire (chargement, repos, etc.). Afin de ne « retenir » que les traces GPS de l'action de cueillette au sens strict, l'approche *time-geography* est utilisée comme base de construction des quatre filtres : vitesse instantanée, densité spatio-temporelle, surface et moyenne des variations d'angle (fig. 2).

2 www.cbd.int/doc/legal/cbd-fr.pdf

3 Articles 6 pour les mesures générales en vue de la conservation et de l'utilisation durable et 7 pour les processus et les catégories d'activités qui pourraient avoir une influence défavorable sensible sur la conservation et l'utilisation de la diversité biologique doivent également être identifiés et leurs effets surveillés (CDB, 2012).

4 Articles 10 pour l'utilisation durable des ressources biologiques et 14 pour les études d'impact sur l'environnement (CDB, 2004).

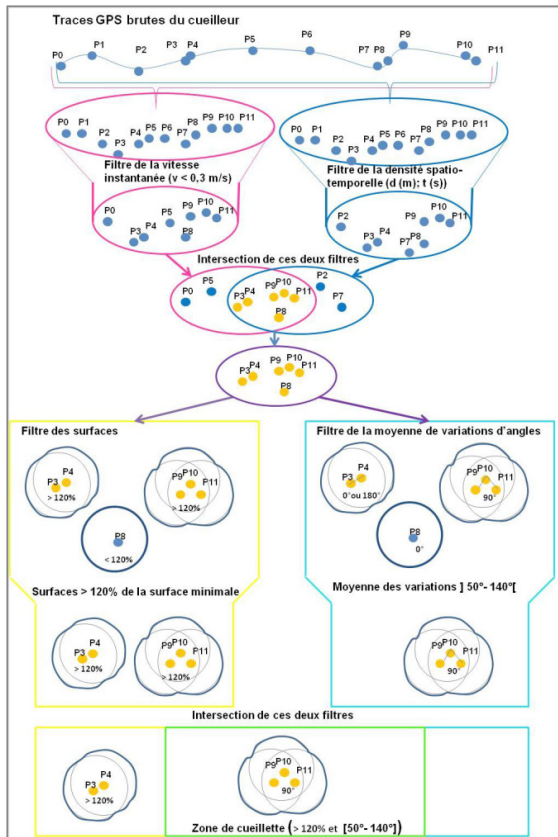
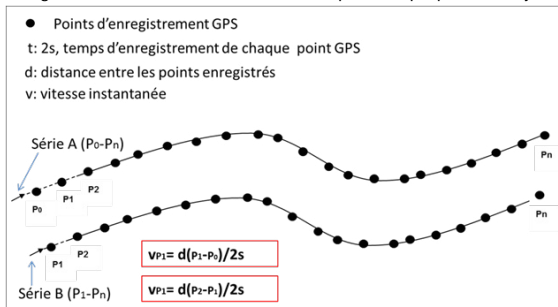


Figure 2. Filtres méthodologiques pour identifier l'aire de répartition des PAM exploitées

Figure 3. Calcul de la vitesse instantanée pour chaque point du trajet

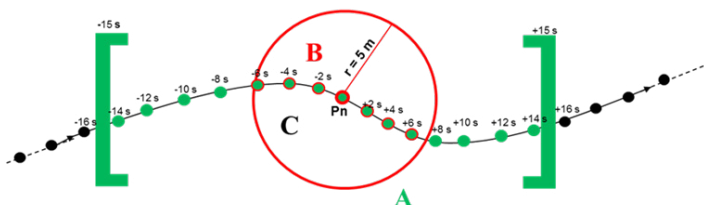


1.2. Construction du filtre de densité spatio-temporelle

Dans notre cas, la « densité spatio-temporelle » se calcule par rapport au nombre de points reliés au point de référence en fonction de leur proximité dans l'espace et dans le temps. Chaque action ayant une « signature » spatio-temporel particulière, le but est d'arriver à identifier les points stationnaires qui représentent la « signature spécifique » de l'action de cueillette. Dans la figure 4, les parenthèses vertes symbolisent l'intervalle de temps et le cercle rouge montre la limite de la zone tampon entourant le point considéré. Mathématiquement la densité spatio-temporelle du point Pn est constituée des points d'intersection notée $A \cap B$ symbolisés par un point vert entouré de rouge, soit 7 points d'intersection figurant dans l'ensemble C.

Figure 4. Calcul de la densité spatio-temporelle pour un point du tracé

- Points d'enregistrements GPS chaque 2s
- Points de l'intervalle du temps ±15
- Points de la zone tampon r= 5m
- Points d'intersection qui créent la densité spatio-temporelle



Le premier filtre porte sur les tronçons ; l'objectif est de distinguer les points stationnaires des points de déplacement. Le deuxième filtre porte sur les points ; leur densité caractérise la signature spécifique de l'action de la cueillette. Le troisième filtre porte sur les polygones ; il a pour fonction principale d'éliminer les surfaces isolées qui représentent des bruits par rapport à l'action de la cueillette. La surface est calculée en fonction des caractéristiques de l'habitat naturel de la plante et prend en compte les plantes qui le composent. Enfin, le dernier filtre porte sur les angles des vecteurs des points ; il cherche à consolider les résultats obtenus lors de l'application du filtre de surface afin de retenir uniquement les zones qui concernent la cueillette.

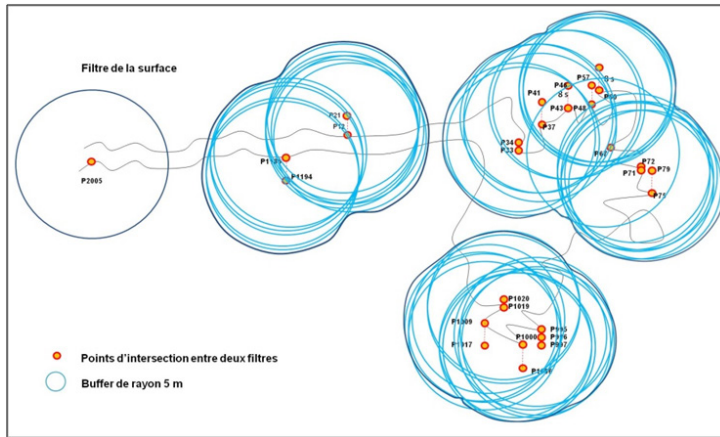
1.1. Construction du filtre de la vitesse instantanée : identification des traces GPS stationnaires

Les actions de cueillette au sens strict étant stationnaires, leurs traces GPS doivent avoir la même caractéristique. Or les points stationnaires ont une vitesse qui tend vers 0 m/s, contrairement aux points de type déplacement. Dans notre cas, la vitesse instantanée est l'indicateur qui mesure la distance d'un point dans un temps donné par rapport au point précédent. Ainsi, l'analyse statistique se fait par rapport aux deux séries des points A (P0-Pn) et B (P1-Pn) de telle façon que la vitesse instantanée du point P1 soit égale au rapport de la distance P1-P0 sur le temps d'enregistrement que nous avons choisi d'établir à 2 secondes (fig. 3). Une fois calculée la vitesse instantanée de tous les points du trajet, nous ne retenons que ceux dont la vitesse est inférieure à 0,3 m/s.

Le premier paramètre est déterminé par la durée de l'action de cueillette au sens strict alors que le second est fonction du type de plante (herbacée, arbuste, arbre). Ils sont complémentaires et leur intersection (résultant du traitement de leurs filtres respectifs) permet d'affiner les résultats.

1.3. Construction du filtre de la surface et superposition avec les filtres précédents

Figure 5. Application d'une zone tampon d'un rayon de 5 m autour de chaque point d'intersection, dans le cas des herbacées ou sous-arbrisseaux



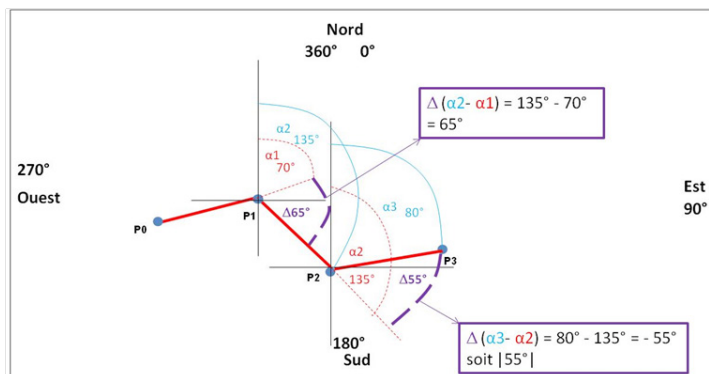
À la différence des filtres qui portent sur les tronçons et sur les points, ce troisième filtre porte sur les polygones (fig. 5). On part du postulat que seuls les sites interconnectés sont représentatifs. Les sites isolés de petite surface sont à considérer comme du « bruit » ou des artefacts. Pour passer des points préalablement identifiés à des points appartenant à une zone de cueillette, nous appliquons une zone tampon à chaque point retenu dont le rayon est fonction de l'espèce. Nous fusionnons ensuite les tampons individuels afin

d'obtenir un ensemble de surfaces. Les zones tampons qui s'intersectent sont fusionnées en un même polygone qui devient alors une zone de cueillette potentielle (zpc). Puis nous calculons le pourcentage de la surface des zpc par rapport à la surface minimale obtenue par la formule $S = r^2 \pi$. Il résulte du calcul suivant : $\% (S_{zpc}/S_{min}) = S_{zpc}/S_{min} * 100$.

1.4. Construction du filtre de la moyenne des variations d'angle

Le dernier filtre concerne la moyenne des variations d'angle. Il se base sur l'analyse de l'orientation de l'ensemble des droites qui lient 2 points successifs contenus dans la surface. On part de l'hypothèse méthodologique que plus les variations d'angles d'une surface sont chaotiques plus elle tend vers une surface de cueillette. Nous supposons donc qu'il y a une corrélation directe entre les variations d'angles et les actions

Figure 6. Calcul de la variation des angles lorsque la valeur est inférieure à 180° d'intersection, dans le cas des herbacées ou sous-arbrisseaux



effectuées par les cueilleurs dans le « monde réel ». Dans le cas de l'action de cueillette, pour un ensemble donné de points de déplacement, si les directions sont chaotiques, la moyenne de ces variations tend vers 90°. Dans le cas de l'action de déplacement, si elles sont linéaires alors la moyenne tend vers 0°.

Nous calculons ensuite les azimuts pour tous les points qui se trouvent dans les surfaces retenues afin d'obtenir tous les angles pour chaque surface (fig. 6).

Afin de vérifier la validité de la méthodologie, les filtres sont testés dans la cueillette de trois types de plantes de taille différente. Nous avons commencé par des tests effectués en Albanie sur la sauge et le tilleul, pour poursuivre par un autre test sur romarin en Languedoc Roussillon, France.

2. RÉSULTATS

Ce test méthodologique a été réalisé au printemps dans la commune de Grabels dans l'Hérault. Nous avons demandé la collaboration d'un des cueilleurs pour réaliser ensemble une cueillette de romarin. Cela nous donnait l'opportunité d'analyser les variations d'identification d'actions de courtes durées pour un arbuste.

2.1. Présentation du cheminement spatio-temporel du trajet

Tableau 1. Caractéristiques du trajet (track GPS) pour le romarin

Caractéristiques	Quantité	Unité
Type d'enregistrement (pas de temps)	1	s
Temps de début-fin	09:16:34 - 17:23:21	h
Nombre total de trackpoints	27 043	points
Distance totale du trajet	4.821	km
Vitesse moyenne du cueilleur	0,2	m/s
Altitude minimale et maximale	337,56 – 341,67	m

Figure 7. Information générale sur le cueilleur, son activité de cueillette et les traces brutes du trajet effectué

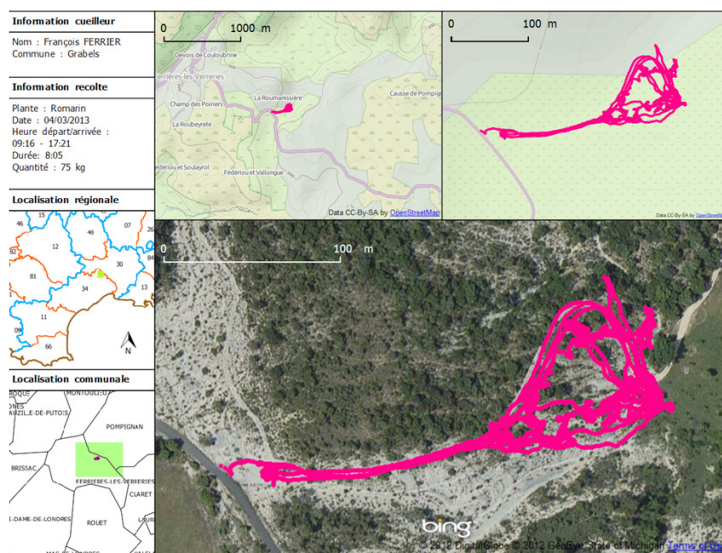


Figure 8. Présentation du cheminement spatio-temporel du trajet pour le romarin

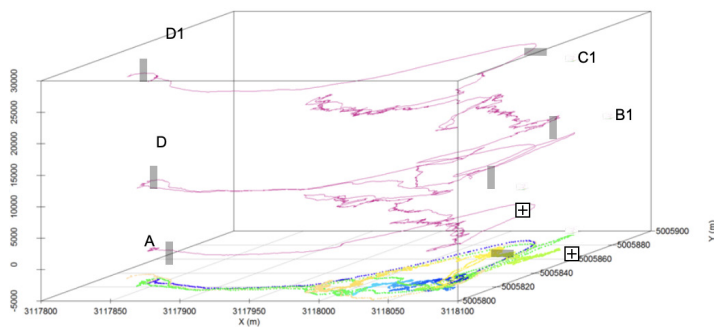
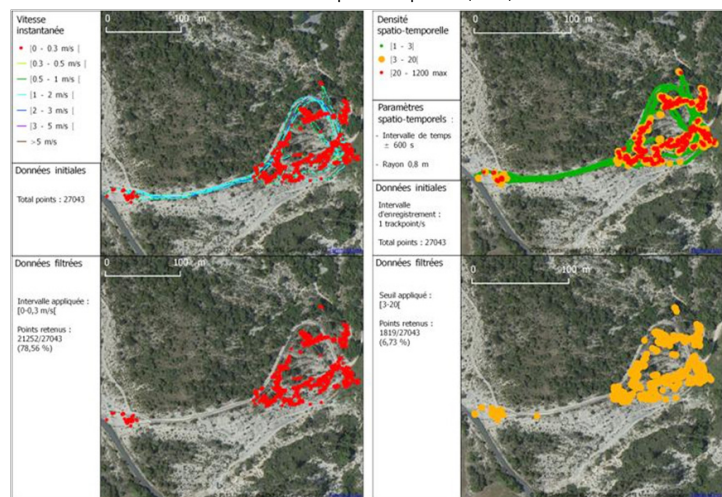


Figure 9. Application des filtres de vitesse instantanée (gauche) et de densité spatio-temporelle (droit)



Contrairement au tableau précédent, la figure 7 fournit les informations relatives au cueilleur (nom, village et commune), les données relatives à la cueillette (type de plante, date, heure, durée et quantité récoltée) ainsi que le trajet brut enregistré selon différentes échelles spatiales superposées sur les fonds de carte.

Pour représenter de façon graphique le cheminement spatio-temporel, nous avons utilisé le logiciel libre R à travers sa bibliothèque scatterplot3D. Le cheminement spatio-temporel représenté en 3D peut ainsi être divisé en 5 segments: les segments AB, CD, DB1 et C1D1 correspondent aux trajets d'aller-retour, BC et B1C1 représentent la zone de cueillette (fig. 8).

2.2. Application des filtres de vitesse instantanée et de densité spatio-temporelle

Du premier filtre, 21252 points stationnaires ont été retenus sur un total de 27 043 (78,56 %). Pour le deuxième filtre, le romarin étant de type arbuste, nous avons opté pour un rayon de 0,8 m et d'intervalle de temps, soit ± 600 s. Pour déterminer le seuil de densité spatio-temporelle identifiant l'action de cueillette, nous avons mesuré le temps de cueillette, qui est compris entre 3-4 secondes et 10-15 secondes.

Pour prendre en compte la densité artificielle, nous avons fixé le seuil de densité entre 3 et 20 points. En faisant le traitement statistique du trajet, nous obtenons 3 107 points (en jaune-orangé) sur un total de 27 043 (11,49 %). Pour mieux exprimer ces filtres, nous avons construit les diagrammes de distribution par rapport aux points du trajet (fig. 10). Comme on peut le voir dans le

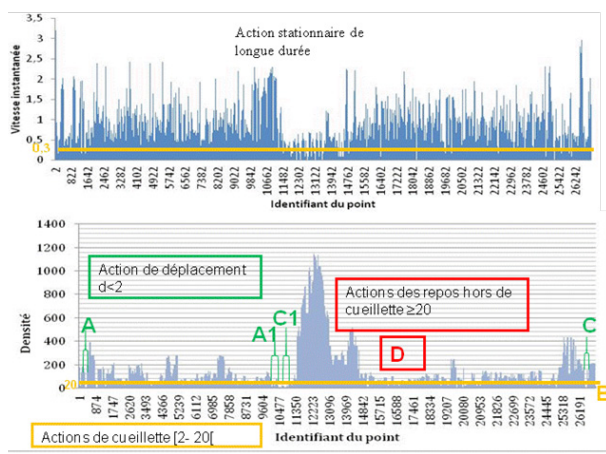


Figure 10. Diagramme de distribution de la vitesse instantanée et de la densité spatio-temporelle avec les paramètres (± 300 ; 0,5 m) pour tous les points du trajet

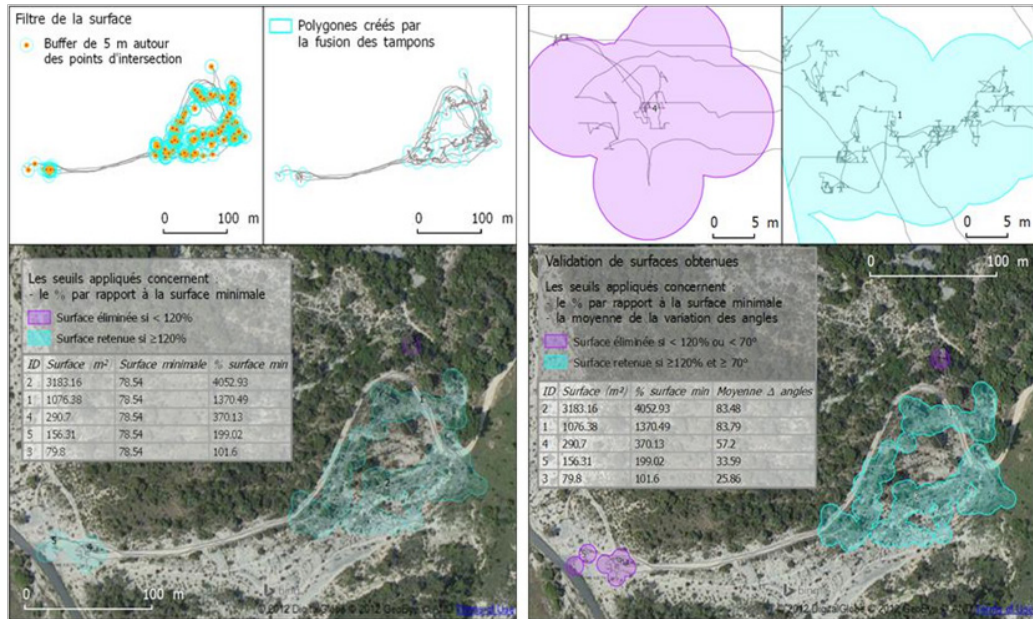
diagramme de filtre de vitesse instantanée, il est très difficile de distinguer les actions du cueilleur.

En effet, les points dont la vitesse est inférieure à 0,3 m/s représentent les actions de cueillette au sens strict et les repos de courte durée. Ceux dont la vitesse est supérieure ou égale à 0,3 m/s représentent les actions de déplacements (recherche et allers-retours). Nous pensons que la partie orange est une action de repos de longue durée (partie B au-dessous du trait orange). La partie D (rouge) représente les actions de repos dont la densité est comprise dans le segment [20-1147]. Les parties qui identifient l'action de déplacement (trajets aller-retour) n'apparaissent pas clairement :

elles sont divisées en quatre parties (A, A1, C et C1, en vert) dont la densité est inférieure à 3 points. Après intersection des deux filtres, les points retenus sont au nombre de 1 194 (7,08% du total).

2.3. Application des filtres de surface et de la moyenne des variations d'angle

Figure 11. Application des filtres de surface (gauche) et de la moyenne des variations d'angle (droit)



Dans le cas du romarin, nous appliquons un *buffer* de 5 m autour de chaque point (fig. 11, gauche).

La surface des polygones créés varie entre 79,8 m² et 3 138,61 m². En fixant le seuil à 120 %, nous éliminons le polygone 3. Par contre, dans le filtre de moyenne des variations d'angle, nous fixons le seuil à 70° : ainsi tous les polygones ≥ 120 % dont la moyenne de variation des angles est inférieure à 70° sont à exclure. Après ce traitement, nous éliminons les polygones 4 et 5 (fig. 11, droite).

En zoomant sur les polygones 4 et 1, nous constatons que les graphes des traces changent. Dans le premier cas, elles sont plus linéaires, dans le second beaucoup plus chaotiques.

Les surfaces retenues 1 et 2 (bleu clair) satisfont les deux conditions : ≥ 120 % et respectivement une moyenne des variations d'angle de 83,48° et 83,79°. Elles ont été confrontées par les photos de terrain géolocalisées qui vérifient la viabilité du modèle et de ces filtres.

CONCLUSION

L'approche *time-geography* offre les concepts de base pour analyser les activités humaines en temps et en espace, comme c'est le cas de l'activité du cueilleur. Elle a contribué à construire les deux premiers filtres (vitesse instantanée et densité spatio-temporelle). Mais elle reste limitée lorsque nous avons à faire à un grand nombre de personnes (milliers de cueilleurs par exemple).

Une des conditions indispensables pour améliorer et généraliser la méthode est de disposer de plus de traces concernant un plus grand nombre d'espèces. Parallèlement, il faudrait envisager une méthode en perpétuelle amélioration par le biais d'un cycle de développement itératif impliquant une confrontation régulière de la zone d'habitat obtenu par le modèle avec la réalité.

Enfin, d'autres filtres pourraient être envisagés à partir d'outils complémentaires, tel l'accéléromètre.

RÉFÉRENCES

Bazzani A., Giorgini B., Gallotti R., Giovannini L., Marchioni M., Rambaldi S., 2011, "Towards Congestion Detection in Transportation Networks Using GPS Data", *IEEE Third International Conference on Privacy, Security, Risk and Trust and IEEE Third International Conference on Social Computing*, Boston, p. 1455-1459.

Ellegård K. (dir.), 2018, *Time Geography in the Global Context: An Anthology*, Abingdon, Routledge.

Hägerstrand T., 1970, "What About People in Regional Science?", *Papers of the Regional Science Association*, n° 24, p. 7-21.

Hoxha V., Ilbert H., Deckart B., 2017, "An Alternative Methodology Based on Gatherers and GPS Sensors to a Sustainable Management of Aromatic and Medicinal Plants", *2017 EFITA WWCA CONGRESS European conference dedicated to the future use of ICT in the agri-food sector, bioresource and biomass sector* (Montpellier, 2-6 juillet 2017 [en ligne: www.efita2017.org]).

Ilbert H., Hoxha V., 2016, « Marché mondial des plantes: analyse des échanges et de la position de l'Albanie et de l'Algérie », in H. Ilbert, V. Hoxha., L. Sahi, A. Courivaud et C. Chailan (dir.), *Le marché des plantes aromatiques et médicinales: analyse des tendances du marché mondial et des stratégies économiques en Albanie et en Algérie*, Montpellier, CIHEAM/FranceAgriMer, coll. « Options Méditerranéennes: série B. Études et recherches », n° 73, p.17-40.

ISSC-MAP, 2007, *Une norme internationale relative à la collecte sauvage soutenable de plantes médicinales et aromatiques*, Frankfurt am Main, WWF Germany-TRAFFIC [en ligne: www.floraweb.de/map-pro/flyer_french.pdf, consulté le 17/11/2019].

Klein O., Schneider M., 2011, *Activités et déplacements intra-urbains des enfants scolaires à Luxembourg-ville*, Luxembourg, CEPS/INSTEAD-DIFFERDANGE.

Nedel L., Dublé E., Ortega M., Menin A., Davoine P.-A., Chardonnel S., 2019, « eSTIME: une approche visuelle, interactive et modulable pour l'analyse multi-points de vue des mobilités quotidiennes », communication à SAGEO'2019 (Clermont-Ferrand, 13-15 novembre 2019) [en ligne: www.researchgate.net/publication/337007382, consulté le 15/01/2020].

Pasteur N., Ruelland D., Arnaud N., 2009, « Applications de l'information spatiale par champs thématiques. Environnement », *Les dossiers d'Agropolis International*, Information spatiale pour l'environnement et les territoires, n° 9, p. 42.

LES AUTEUR-E-S

Valter Hoxha

Université méditerranéenne d'Albanie
Département d'économie
valter.hoxha@umsh.edu.al

Hélène Ilbert

MOISA
ilbert@iamm.fr