

Novembre 2014

SMOOTH: Suivi de la Mobilité par GPS pour évaluer des Offres de transpOrt nouvelles dans les Territoires d'Habitat peu denses



INSTITUT
D'AMÉNAGEMENT
ET D'URBANISME

ÎLE-DE-FRANCE



Subvention n° 12-MT-PREDITG03-3-CVS-024 2012





SMOOTH : Suivi de la Mobilité par GPS pour évaluer des Offres de transport nouvelles dans les Territoires d'Habitat peu denses

Rapport final



Novembre 2014

SMOOTH : Suivi de la Mobilité par GPS pour évaluer des Offres de transpOrt nouvelles dans les Territoires d’Habitat peu denses

Rapport final

IAU île-de-France

15, rue Falguière 75740 Paris cedex 15

Tél. : + 33 (1) 77 49 77 49 - Fax : + 33 (1) 77 49 76 02

<http://www.iau-idf.fr>

Directrice générale : Valérie Mancret-Taylor

Directrice du Département Mobilité et Transports : Elisabeth Gouvernal

Étude réalisée par Dany Nguyen-Luong et Robert Allio
avec la collaboration de Frédéric Larose

N° d’ordonnancement : 5.12.009 (numéro IAU îdF)

N°12-MT-PREDITGO3-3-CVS-024 2012 (numéro Predit)

© IAU îdF novembre 2014

Un comité de suivi de la recherche a été constitué :

- Quentin Bakhtiari puis Charlotte Coupé (Predit, MEDDE/DGITM/SAGS)
- Ivan Derré (DRIEA)
- Jimmy Armoogum (Ifsttar)
- Anne-Eole Meret (Stif)
- Romain Guillou (conseil général du Val-d'Oise)
- Samy El-Herech (communauté d'agglomération de Roissy Porte de France, CARPF)
- Fabien Lambert (communauté de communes du Pays de Limours, CCPL)
- Nicolas Rocher et David Fernandez (Pole Star)

Nous remercions en particulier Samy El-Herech et Fabien Lambert pour leur aide précieuse dans la réalisation des deux enquêtes, Jean-Loup Madre, Jimmy Armoogum, Ivan Derré et Christelle Paulo pour leur relecture attentive du rapport.

Cette étude a bénéficié des subventions du MEDDE (Predit), de la DRIEA et de la CARPF.

SOMMAIRE

Résumé	9
1. Introduction	13
1.1. Contexte	13
1.2. Objectif de la recherche	14
1.3. Méthodologie SMOOTH	15
1.4. Propos sur la mobilité dans le périurbain	16
2. Revue de la littérature.....	19
2.1. A propos du livre <i>Transport Survey Methods, Best Practice for Decision Making</i>	19
2.2. L'apport du smartphone dans les EMD aux Etats-Unis.....	20
2.3. L'enquête de Cleveland 2012-2013	21
2.4. L'apport du smartphone dans les EMD à Singapour.....	22
2.5. Système-expert d'analyse des traces GPS	24
2.6. Taille des échantillons	25
2.7. Des innovations technologiques à suivre	26
2.7.1. Les batteries	26
2.7.2. Les objets connectés.....	27
2.7.3. Le combiné miniature traceur GPS/appareil photo.....	28
2.7.4. Les technologies de localisation sur smartphone.....	28
3. Développement de l'application SMOOTH pour smartphone	31
3.1. Cahier des charges	31
3.2. Développement de l'application	32
3.2.1. Architecture du système	33
3.2.2. Traitement des données	35
3.3. Valeur ajoutée de l'application	41
3.3.1. Avantages de l'application	41
3.3.2. Inconvénients de l'application.....	42
3.4. Exemples de traces obtenues	42
3.5. Améliorations et suites possibles à l'application.....	44
3.5.1. Améliorations	44
3.5.2. Test de localisation dans le métro	45
3.5.3. Un boîtier traceur spécifique.....	46
4. Première enquête : la gare de Briis-sous-Forges	51
4.1. La gare de Briis-sous-Forges	51
4.2. Chiffres-clés du territoire de la CCPL.....	52
4.2.1. Mode d'occupation du sol	52
4.2.2. Données socioéconomiques.....	52
4.3. Protocole	54
4.4. Recrutement des participants.....	55
4.5. Déroulement de l'enquête sur 6 semaines	57
4.6. Répartition finale des participants	59
4.7. Analyse des traces GPS et construction de la base de données.....	60
4.8. Résultats	61
4.8.1. Résultats de base	61
4.8.2. Quelques déplacements détaillés.....	63
4.9. Conclusion sur la mobilité des usagers de la gare de Briis-sous-Forges.....	66
5. Deuxième enquête : 5 communes de la CARPF.....	67
5.1. Objectifs de la deuxième enquête	67

5.2. Chiffres-clés de l'aire d'enquête	68
5.2.1. Mode d'occupation du sol	68
5.2.2. Données socioéconomiques.....	68
5.3. Protocole	70
5.4. Recrutement des participants.....	70
5.5. Déroulement de l'enquête sur 5 semaines.....	71
5.6. Répartition finale des participants	73
5.7. Analyse des traces GPS et construction de la base de données.....	73
5.8. Résultats	74
5.8.1. Résultats de base	74
5.8.2. Quelques déplacements détaillés.....	80
5.9. Conclusion sur la mobilité des actifs des cinq communes	82
6. Bilan de la recherche SMOOTH	83
6.1. Bilan de l'application SMOOTH.....	83
6.1.1. Avantages/inconvénients.....	83
6.1.2. Améliorations possibles.....	84
6.2. Bilan de la méthodologie SMOOTH	87
7. Perspectives	91
Bibliographie.....	93
Annexe 1 : Protocole d'utilisation de l'application MesParcours	97
Annexe 2 : Questionnaire simplifié de l'enquête de Briis	101
Annexe 3 : Flyer distribué à la gare de Briis-sous-Forges	103
Annexe 4 : Extrait de la base finale des déplacements de l'enquête de Briis	105
Annexe 6 : Flyer de la deuxième enquête sur la CARPF.....	117
Annexe 7 : Extrait de la base finale des déplacements de l'enquête de la CARPF	119
Annexe 8 : Diaporama de la présentation à ERSA 2014	121

Résumé

Peut-on réaliser les enquêtes ménages déplacements sans enquêteur à domicile, en utilisant les technologies nouvelles (GPS, wi-fi, capteurs inertiels, SIG et système-expert) ? En 2010, une expérimentation sur 23 volontaires a été conduite à Paris. Elle a montré la faisabilité de la méthodologie. En 2013 et 2014, deux enquêtes en conditions réelles dans le cadre du projet SMOOTH ont été réalisées sur des territoires périurbains d'Île-de-France portant sur 240 individus. Leur réalisations ont été satisfaisantes et riches d'enseignements.

Problématique

Fin 2014, un consensus se dégage pour dire qu'il faut moderniser les Enquêtes ménages déplacements (EMD) afin d'améliorer leur qualité, leur fréquence et leur coût. Ce projet SMOOTH s'inscrit dans une vision à long terme : les EMD réalisées intégralement par GPS pourraient remplacer un jour les EMD traditionnelles papier. En 2009 a eu lieu la première EMD par GPS à Cincinnati (Ohio) sur 4 000 ménages, puis la deuxième à Cleveland (Ohio) en 2013 sur 3 500 ménages.

La recherche SMOOTH fait suite à la première phase appelée EGTparGPS en 2010-2011 dans le cadre du Predit (Programme de REcherche et D'Innovation dans les Transports terrestres). Elle avait montré la faisabilité, sous certaines conditions, de la méthodologie d'EMD réalisées par GPS. Les avantages et inconvénients de la méthodologie ont déjà largement été décrits dans la recherche EGTparGPS. En résumé, les avantages sont le moindre désagrément par rapport à un long entretien en face-à-face, le gain de précision pour certaines variables fondamentales (durée, distance, localisation à l'adresse postale) et l'apport de nouvelles informations sur les itinéraires et la multimodalité sur une semaine. Les inconvénients sont la perte d'information sur les sous-motifs (mais au profit d'une plus grande fiabilité sur les motifs agrégés) et les problèmes de coupure du GPS, en particulier lors des transitions « in-out-in ».

Objectifs

L'objectif de la recherche SMOOTH est double :

- Expérimenter la méthodologie SMOOTH en la mettant en œuvre sur deux cas dans le milieu périurbain : la gare intermodale de Briis-sous-Forges dans l'Essonne et la communauté d'agglomération Roissy Porte de France. Pour cela, une application sur smartphone a été développée par la société Pole Star spécialisée en géolocalisation.
- Analyser la mobilité sur deux territoires périurbains à partir de la base de données issue des deux expérimentations.

Méthodologie SMOOTH

La méthodologie SMOOTH est basée sur les cinq principes suivants :

- L'intervention minimale du participant (principe du fardeau minimum).
- Une communication personnalisée avec chaque participant : par email, par SMS, par téléphone.
- Une indemnisation financière (de 15 à 20 €).
- L'unité d'enquête est l'individu et non le ménage.
- Une simplification de la nomenclature des modes et des motifs à 11 modes et 11 motifs (contre 40 modes, 38 motifs et 18 sous-motifs dans l'EGT 2010).

Elle comprend trois étapes :

1. Un questionnaire pré-enquête portant sur les caractéristiques individuelles et sur les habitudes de déplacement en semaine. Il dure de 3 à 10 minutes.
2. L'enquête proprement dite de suivi par GPS avec une application passive sur le smartphone du participant pendant cinq jours.
3. Une analyse des géotracés par des techniciens bien formés croisant trois types d'informations : le questionnaire pré-enquête, le fond MOS/Google Maps/Street View, et un questionnaire téléphonique post-enquête.

Cet entretien court est indispensable pour compléter les motifs et modes indéterminés, et remédier à certaines coupures du signal GPS. Actuellement, l'analyse des géotracés est visuelle et non automatisée. Les outils d'identification automatique des déplacements sont encore au stade de la recherche.

Développement de l'application SMOOTH sur smartphone

L'IAU îdF a fait développer une application sur smartphone de suivi des déplacements par hybridation de technologies : GPS, GSM et wi-fi. Les capteurs inertiels n'ont pas été utilisés dans cette première version car ils sont énergivores. Elle permet la localisation en milieu fermé à condition que des mesures de puissance wi-fi soient enregistrées préalablement ou que les adresses physiques des points d'accès soient connues. L'envoi des données est automatique en léger différé. Mais l'application présente encore des défauts qui ne permettent pas un déploiement dans le cas d'une EMD régionale : fermetures inopinées, niveau de filtrage sur les lieux d'activité à régler, application énergivore. Pour ces raisons, d'autres applications du commerce et un boîtier GPS ont été utilisés en complément lors des deux expérimentations.

Expérimentations de la méthodologie SMOOTH

Les deux expérimentations réalisées en mai auprès de 83 usagers de la gare de Briis-sous-Forges et en janvier 2014 sur 156 actifs de la CARPF ont levé des doutes : il n'y a quasiment pas de réticence à être suivi par GPS et l'indemnisation a été motivante. Le taux d'abandon a été de 50 % car on avait pré-recruté 480 participants. Au final, la base de données comprend 4 500 déplacements.

Résultats sur la mobilité dans le périurbain

Les deux enquêtes sur 5 jours ont confirmé ce que l'on savait déjà. La gare de Briis rencontre un vif succès avec 310 000 utilisateurs en 2013, chiffre qui a été multiplié par quatre depuis 2006. La présence de cette gare permet un report modal très significatif de la voiture vers les TC. Un tiers des enquêtés utilisent la gare quotidiennement. Elle agit comme une station de métro en proche banlieue, avec son parking relais et un bus à haute fréquence. Les résultats de l'enquête de Briis-sous-Forges montrent cependant quelques dysfonctionnements :

- 70 % des enquêtés se rabattent en voiture. Malgré l'agrandissement récent du parking, la capacité reste encore insuffisante au regard de la demande de rabattement en voiture. En complément de l'augmentation de capacité du parking, la collectivité locale pourrait sensibiliser davantage les habitants au covoiturage et proposer au Stif de renforcer l'offre des navettes bus de rabattement.
- Une trop faible fréquence des 2 lignes de bus en heures creuses génère des temps d'attente élevés, notamment à Massy.

- 50 à 60 % des déplacements passant par la gare ont des destinations au-delà de Massy. Il serait peut-être intéressant d'étudier l'extension des lignes de bus au-delà de Massy.

Quant à la deuxième enquête sur la CARPF, elle montre que :

- La voiture est reine : deux déplacements sur trois. C'est plus que la moyenne dans les autres territoires périurbains en Île-de-France. Elle est un mode de proximité, utilisée principalement pour effectuer des déplacements courts et accomplir plusieurs motifs à la suite. Seulement 4 % des déplacements VP durent plus d'une heure, contre 71 % en TC.

- Les TC lourds sont le mode prépondérant sur des longues distances.

- Les modes alternatifs à la voiture et aux TC lourds sont quasiment absents de la base de données (hors marche).

- La multimodalité sur 5 jours est caractéristique de la mobilité de ces actifs. Près d'un actif sur deux change de mode d'un jour à l'autre.

- Le covoiturage est marginal : entre 4 et 6 % des trajets (y compris les rabattements) en voiture.

Un équipement d'envergure comme la gare de Briis est un levier puissant de report modal car il répond à une demande précise de desserte du pôle économique et multimodal de Massy. Pour l'enquête de la CARPF, en dehors des destinations pour motif travail à Paris et les Hauts-de-Seine, les actifs utilisent la voiture pour se rendre au travail en Seine-Saint-Denis, dans le Val-d'Oise et la plateforme de Roissy, là où l'offre TC n'est pas attractive. Les quelques solutions alternatives à la voiture (transport à la demande, taxis communautaires, bus locaux, pistes cyclables) mises en place par la CARPF ne parviennent pas à répondre à cette demande.

Perspectives

Outre les aspects technologiques certes séduisants, la nouvelle méthodologie SMOOTH comprend également deux questionnaires pré- et post-enquête. L'application SMOOTH est au stade du prototype et doit encore être améliorée. De plus, pour assurer la comparabilité dans le temps des EMD, il faudra réaliser une EMD mixte de transition papier-GPS. Enfin, le coût unitaire d'une enquête par GPS est relativement faible, ce qui rend optimiste pour un déploiement à plus grande échelle.

Pour préparer l'avenir, les EMD traditionnelles doivent intégrer les nouvelles technologies. Les acteurs de la mobilité en sont de plus en plus conscients. La méthodologie SMOOTH nécessite encore de faire de nouvelles expérimentations et de fédérer l'ensemble des partenaires. À chacun d'entre nous de s'y préparer dès maintenant.

Pour en savoir plus :

www.iau-idf.fr/egtpargps et www.iau-idf.fr/smooth

Sur youtube : youtu.be/XX5o4F512pA

1. Introduction

1.1. Contexte

La recherche SMOOTH fait suite à la première phase appelée « EGT par GPS » en 2010-2011 dans le cadre du Predit. Cette première phase avait montré la faisabilité, *sous certaines conditions*, de la méthodologie d'enquêtes ménages déplacements réalisées par GPS en association avec un SIG et sans enquêteur à domicile.

Les deux plus importantes conditions de faisabilité sont :

- l'amélioration des traces GPS en amont due à l'inadaptation des traceurs du marché. Nous avons conclu qu'il fallait utiliser à l'avenir non pas des traceurs du commerce mais des smartphones ou tablettes, aujourd'hui tous équipés de GPS/wi-fi/capteurs inertiels.
- la nécessité d'une enquête téléphonique légère après l'enquête GPS pour préciser certains attributs des déplacements, en particulier les motifs de déplacement et la distinction entre conducteur et passager d'un véhicule particulier.

Pour en savoir plus sur la première phase EGTparGPS : www.iau-idf.fr/egtpargps

Fin 2014, l'idée que l'enquête par GPS pourrait un jour remplacer l'enquête classique en face-à-face est encore loin de faire l'unanimité. En revanche, un consensus se dégage pour dire qu'il faut moderniser les enquêtes ménages déplacements (EMD) afin d'obtenir des enquêtes de meilleure qualité, plus fréquentes, et d'en réduire les coûts. Ce projet SMOOTH s'inscrit donc dans une vision à long terme : les enquêtes ménages déplacements réalisées intégralement par GPS pourraient **remplacer** un jour, **et non compléter**, les EMD traditionnelles papier. Le projet d'expérimentation d'une EMD mixte (papier + GPS) par le CEREMA en 2015 dans des villes de province va dans ce sens. De même, le Stif va lancer fin 2014 une étude d'analyse et de comparaison des méthodes d'enquête ménages déplacements dans le monde, afin de mettre en place une nouvelle enquête plus régulière sur la mobilité quotidienne des Franciliens. Cette étude Stif permettra de positionner clairement la méthodologie SMOOTH (smartphone GPS/wi-fi/capteurs + enquête téléphonique légère), selon l'état de l'art actuel et les avancées technologiques, parmi les autres méthodologies existantes : enquête papier traditionnelle en face-à-face, enquête papier autoadministrée, enquête par téléphone, enquête par internet autoadministrée, enquête passive par GPS, enquête active par GPS, combinaison deux à deux voire trois à trois.

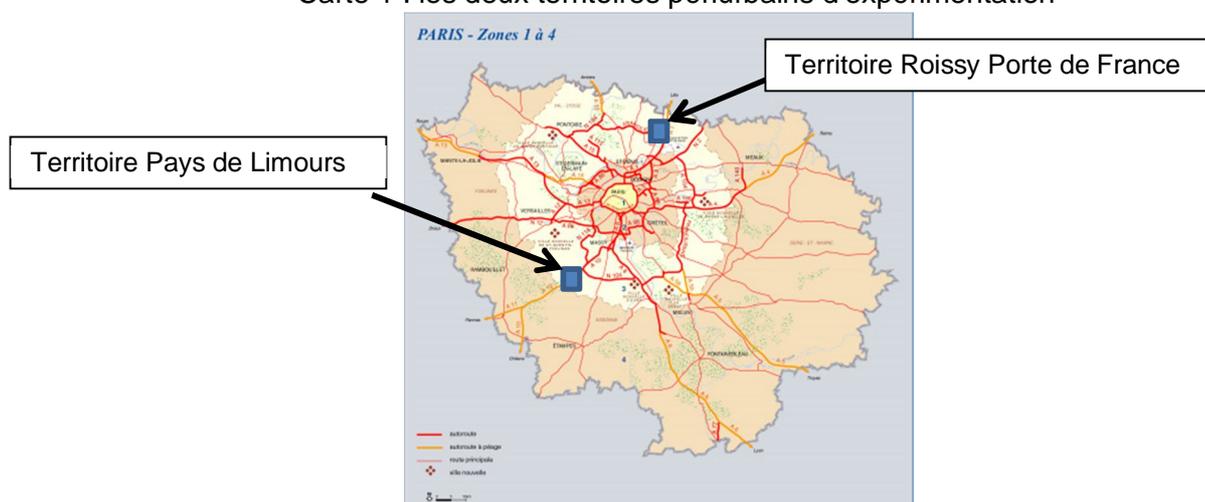
1.2. Objectif de la recherche

L'objectif est double :

- **expérimenter la méthodologie SMOOTH** d'enquête mobilité par GPS en la mettant en œuvre sur deux cas **en conditions réelles** : une offre de transport existante dans le milieu périurbain (la gare intermodale de Briis-sous-Forges dans le Pays de Limours, Essonne) et un territoire périurbain (communauté d'agglomération Roissy Porte de France). Une application spécifique de suivi des déplacements sur smartphone a été développée par la société Pole Star spécialisée en géolocalisation. Néanmoins, nous insistons d'ores-et-déjà sur le fait que l'application, aussi séduisante soit-elle, ne constitue qu'une partie de la méthodologie SMOOTH.

- **analyser la mobilité sur deux territoires périurbains** à partir des bases de données issues des deux expérimentations. Toutefois, nous avertissons que les données recueillies ne sont pas celles d'une EMD classique qui comporte un questionnaire d'une centaine de questions et qui nécessite en moyenne 1h30 d'entretien en face-à-face par ménage. Les avantages et inconvénients de la méthodologie SMOOTH ont largement été décrits dans la recherche EGTparGPS¹.

Carte 1 : les deux territoires périurbains d'expérimentation



Un rapport intermédiaire a été remis au Predit et à la DRIEA à mi-parcours en septembre 2013.

Un site internet a été mis en place afin de faire connaître le projet : www.iau-idf.fr/SMOOTH.

¹ En résumé, les avantages sont le moindre désagrément par rapport à un long entretien en face-à-face, le gain de précision pour certaines variables fondamentales (durée, distance, localisation à l'adresse postale) et l'apport de nouvelles informations sur les itinéraires et la multimodalité sur une semaine. Les inconvénients sont la perte d'information sur les sous-motifs (mais au profit d'une plus grande fiabilité sur les motifs agrégés) et les problèmes de coupure du GPS, en particulier lors des transitions « in-out-in ».

1.3. Méthodologie SMOOTH

La méthodologie SMOOTH est basée sur les principes suivants :

- Le minimum d'actions est demandé au participant (les Anglo-Saxons parlent de *minimizing burden*, c'est-à-dire de fardeau minimum).
- Une communication personnalisée avec chaque participant : par email (par exemple, le questionnaire pré-enquête), par SMS (par exemple, des encouragements et des remerciements envoyés par SMS en cours d'enquête), par téléphone (par exemple, écoute attentive des doléances des participants).
- Une récompense financière (de 15 à 20 €).
- L'unité d'enquête est l'individu et non le ménage.

Elle comprend **trois étapes** :

1. **Un questionnaire pré-enquête** portant sur les caractéristiques individuelles et sur les habitudes de déplacement en semaine. Ce questionnaire peut être envoyé par email au participant en lui demandant de le pré-remplir puis de le retourner ou il peut être rempli en totalité par un enquêteur par téléphone. Il dure de 3 à 10 minutes selon les cas : but de l'enquête, renseignements à compléter, demandes d'explications complémentaires du participant.
2. **L'enquête proprement dite de suivi par GPS** avec une application totalement passive sur le smartphone du participant du lundi au vendredi ou du lundi au dimanche.
3. **Une analyse des géotracés** par des techniciens bien formés qui utilisent et croisent trois types d'informations :
 - a. le questionnaire pré-enquête sur les caractéristiques individuelles et les habitudes de déplacement ;
 - b. le fond de plan numérisé MOS (mode d'occupation du sol), Google Maps et Street View ;
 - c. un questionnaire téléphonique post-enquête pour lever les incertitudes. Ce questionnaire est indispensable pour compléter les motifs indéterminés, différencier conducteur et passager et remédier à certaines coupures du signal GPS non suppléées par le wi-fi et les capteurs inertiels. Ce questionnaire personnalisé ne doit pas durer plus de cinq minutes (principe « fardeau » minimum). C'est parfois l'occasion de laisser le participant s'exprimer spontanément sur les problèmes de transport qu'il rencontre au quotidien. Une écoute attentive conforte le participant dans l'intérêt qu'il porte

à l'enquête. L'entretien peut être complété dans un deuxième temps par des questions envoyées par email.

Remarques importantes :

- Le mode opératoire de cet entretien post-enquête est le téléphone. Stopher (2007) recommande également une enquête téléphonique et/ou par email plutôt qu'une enquête autoadministrée sur internet.
- Actuellement, l'analyse des géotracés est visuelle et non automatisée (voir paragraphe 2.4).
- Le cas des enfants entre 5 et 11 ans (le seuil étant à 5 ans dans l'EGT) n'a pas été abordé dans cette recherche pour des raisons évidentes de taux de possession de smartphone dans cette tranche d'âge et de bonne utilisation de l'application. Nous envisageons pour ces enfants une enquête par téléphone en interrogeant les parents. La méthodologie précise reste à inventer et ne fait pas l'objet de cette recherche.

1.4. Propos sur la mobilité dans le périurbain

Une bonne compréhension de la mobilité des résidents du périurbain est nécessaire pour élaborer les politiques de développement durable. Mais connaître la mobilité « en moyenne » ne suffit pas, cela reviendrait à proposer de l'eau tiède à une population dont la moitié aime l'eau chaude et l'autre moitié l'eau froide. Il y a un consensus pour dire qu'il n'y a pas un périurbain mais des périurbains et que la mobilité y est multiple. Pour mieux comprendre la mobilité dans des zones peu denses, il faut pouvoir descendre au niveau individuel, au niveau de l'adresse postale et suivre l'individu sur plusieurs jours. Les enquêtes de mobilité par GPS permettent d'atteindre ce niveau de précision.

Les pouvoirs publics, guidés par les principes du développement durable, tentent de réduire l'usage de la voiture dans ces territoires. La voiture est dénoncée comme génératrice de nuisances. Des alternatives existent : le transport à la demande (lignes virtuelles ou lignes zonales), l'autopartage (entre particuliers, modèle Autolib', achat de véhicules en commun), le covoiturage (services et stations), l'aménagement d'infrastructures pour les modes actifs (pistes cyclables, parcs vélos, aménagements piétons), la gare intermodale (modèle de la gare de Briis-sous-Forges unique en Europe), la voiture électrique, le scooter électrique, le vélo électrique. Il faut désormais offrir *un panel de solutions de mobilité complémentaires et décarbonées dans une approche intégrée.*

Les débats sur la mobilité dans ces territoires peu denses tournent autour d'un double-discours : mobilité choisie, mobilité subie.

D'un côté, la voiture est le mode prépondérant dans le périurbain et on sait que sa part modale n'évoluera que très lentement (sauf cas exceptionnel comme dans le Pays de Limours grâce à la gare de Briis-sous-Forges). En l'absence d'une offre de transport en commun attractive, la voiture est indispensable pour optimiser sa journée et atteindre des lieux de destination dispersés. Elle a le monopole sur des territoires peu sujets à la congestion routière, en particulier chez les ménages avec enfants, grâce à sa disponibilité immédiate, l'avantage du porte-à-porte, la possibilité d'accroître la vitesse si nécessaire, en bref la liberté de se déplacer sans contrainte et en un minimum de temps. Ne pas prendre la voiture, c'est « subir » les transports en commun avec leurs ruptures de charge (rabattements, correspondances, diffusions), leurs temps d'attente, leur inconfort (pas toujours), leurs retards aléatoires.

D'un autre côté, il semble que la voiture ait perdu de son aura depuis une dizaine d'années (laissons aux sociologues le soin d'expliquer cette tendance lourde). D'aucuns se basent sur cette tendance pour encourager en zone périurbaine les nouveaux modes de transport. Par exemple, la combinaison de tous les modes possibles émerge comme solution innovante pour arriver à faire du porte-à-porte. Ainsi, sur le territoire de Marne-la-Vallée, un réseau de « plates-formes intermodales d'écomobilité » se met en place progressivement, avec un objectif d'une centaine de plates-formes à la fin 2015. Chacune offre de nombreux services sur un même site : autopartage, covoiturage, véhicules et scooters électriques en libre-service, borne de recharge électrique, information des voyageurs sur les transports en commun, les recherches d'itinéraires, etc. Mais quelle est la population visée ? Les jeunes, les personnes très âgées, les personnes à mobilité réduite, les personnes non motorisées, les personnes sans permis, les personnes à faibles revenus. A l'évocation de ces catégories, on peut se demander si les mesures d'écomobilité ne seraient pas à ranger dans les politiques sociales. La différence avec les mesures *réservées* en faveur des populations « vulnérables » (par exemple une tarification spécifique) est que les mesures d'écomobilité peuvent bénéficier à l'ensemble de la population, y compris les plus nantis. Mettre en place et subventionner un bouquet de services à la mobilité durable devient alors politiquement visible. Après tout, disposer sur son territoire d'offres alternatives lorsque l'on possède déjà sa voiture peut en cas d'indisponibilité temporaire de son véhicule être une solution de remplacement. Néanmoins, du point de vue purement économique, on peut se poser la question de la rentabilité de ces modes alternatifs dans les territoires périurbains.

Gageons que les deux visions seront réconciliées à l'avenir. Nous sommes plutôt optimistes quant au rôle de la voiture dans le périurbain. La solution viendra de l'électro-mobilité qui connaîtra son avènement d'ici une dizaine d'années.

2. Revue de la littérature

Elle s'est concentrée sur les sept sujets suivants.

2.1. À propos du livre *Transport Survey Methods, Best Practice for Decision Making*

Publié en 2013, ce livre de 800 pages décrit l'état de la pratique des enquêtes ménages déplacements dans le monde. Il comprend 42 chapitres, rédigés par les meilleurs experts du sujet, des chercheurs et des praticiens. Ces articles ont été sélectionnés pour la 9^e conférence internationale ISCTSC (International Steering Committee for Travel Survey Conferences) qui s'est tenue au Chili en novembre 2011. Quasiment tous les articles traitent de l'apport des nouvelles technologies pour améliorer les enquêtes traditionnelles papier : GPS, réseau cellulaire GSM, web, accéléromètre, cartes magnétiques d'abonnement. Mais on peut s'étonner de deux lacunes :

- La **technologie wi-fi** n'est évoquée dans aucun des articles (le mot n'est pas indexé). C'est pourtant une technologie ingénieuse de localisation basée sur la puissance émise par les bornes wi-fi que nous essayons de mettre en avant dans notre méthodologie SMOOTH pour remédier aux problèmes de coupure du GPS. Comment expliquer que chacun des cent contributeurs du livre ait ignoré ou sous-estimé le potentiel du wi-fi dans la localisation *in-door* (dans le métro par exemple) et des transitions *in-out-in* ?

- Pour l'identification des déplacements² à partir des traces GPS, aucun chapitre ne parle de la **méthode du *map-matching*** (le mot n'est pas indexé). Pour une imputation du mode *en première intention*, c'est pourtant la méthode la plus naturelle, à l'image du fonctionnement de l'œil et du cerveau humain. Il suffit en effet de superposer les points GPS dans un Système d'information géographique sur un fond de plan des réseaux de transport pour reconnaître aussitôt si c'est la route ou une ligne ferrée qui a été empruntée. Ensuite il peut y avoir des incertitudes entre moto et voiture, entre vélo et bus en situation de congestion, etc. C'est alors *en seconde intention* que des algorithmes sophistiqués utilisant les caractéristiques cinématiques (calculées à partir des coordonnées GPS) et les données de

² Déplacement au sens EGT, c'est-à-dire défini par un carreau origine et un carreau destination, une heure de départ et une heure d'arrivée, un motif à l'origine et un motif à la destination, le mode pour chacun des trajets.

l'accéléromètre du smartphone (qui mesure les accélérations dans les 3 sens de l'espace, frontal, sagittal, transversal)³ peuvent être utilisés.

De plus, le livre fait apparaître des opinions d'experts contradictoires. En effet, dans deux articles apparaissent des **conclusions diamétralement différentes**. Stopher (chapitre 5, « Conducting a GPS-only household travel survey », pages 91-113) conclut que l'enquête intégrale par GPS est tout à fait faisable, tandis que Sneade (chapitre 7, « Using Accelerometer Equipped GPS Devices in Place of Paper Travel Diaries to Reduce Respondent Burden in a National Travel Survey », pages 155-179) affirme exactement le contraire et ne recommande pas l'introduction du GPS dans les enquêtes ménages déplacements.

Au final, ce livre ne nous a pas apporté d'aide pratique. Il comporte néanmoins de nombreuses informations très intéressantes sur les expériences passées ou en cours dans le monde et sur les comparaisons entre différentes méthodes d'enquête. Le dernier chapitre (le 42) intitulé « Workshop Synthesis: Post-Processing of Spatio-Temporal Data » montre que les algorithmes actuels d'identification des déplacements et d'imputation des modes et des motifs ne sont pas encore au point et que l'interrogation du participant *a posteriori* (par internet ou par téléphone) est nécessaire.

2.2. L'apport du smartphone dans les EMD aux États-Unis

Un groupe de travail du Transport Research Board (États-Unis) a élaboré un Manuel de l'Enquête Ménages Déplacements (Travel Survey Manual). Ce manuel est disponible à l'adresse : <http://www.travelsurveymanual.org/Table-of-Contents.html>

Ce manuel est censé être mis à jour périodiquement en ligne en fonction des avancées de la recherche et des expériences dans le domaine. Ainsi le chapitre 26 a été publié en septembre 2012 sur l'utilisation des smartphones dans les enquêtes mobilité. Mais nous avons constaté en septembre 2014 qu'il n'avait pas été mis à jour. Par exemple, en septembre 2012, un des arguments avancés dans la limitation de l'utilisation des smartphones dans les EMD était que seulement 50 % des individus aux États-Unis étaient équipés de smartphones, générant donc un biais de sélection. Ce taux est aujourd'hui

³ Chaque mode de transport a sa signature propre en matière d'accélération et de décélération. Des chercheurs de l'Université d'Helsinki ont mis au point un algorithme basé sur les données de l'accéléromètre. L'algorithme s'appelle TMD-Peaks. Voir Hemminki S., Nurmi P., Tarkoma S. – "Accelerometer-Based Transportation Mode Detection on Smartphones" - Proceedings of ACM SenSys (2013).

d'environ 70 %, plaidant donc bien pour une utilisation plausible des smartphones dans les EMD. La croissance du marché des smartphones en France a été de 15 % en 2013 grâce à l'arrivée des smartphones *low cost*. Fin 2013, selon le Crédoc, 39 % de la population possèdent un smartphone. Selon TNS Sofres, 45 % des enfants de 10 à 15 ans possèdent un smartphone. Avec un taux de pénétration aussi élevé, en 2017, 85 % à 90 % de la population devrait être équipée.

En septembre 2012, le chapitre 26 fait la revue de l'état de la pratique aux États-Unis. Les principaux points à retenir sont :

- Combinaison GPS et wi-fi évoquée à plusieurs reprises.
- Envoi en *near real-time* des données à un serveur (en fin de journée par exemple).
- Distinction applications passives et applications actives. Pour notre projet SMOOTH, nous avons opté pour une application totalement passive qui tourne en tâche de fond : l'enquêté n'a rien à faire sauf à recharger la batterie de son smartphone le plus souvent possible.
- Il ne faut pas oublier d'enregistrer la vitesse en plus de la localisation, comme pour les datalogger passifs, et d'autres infos (HDOP, etc).
- L'application existante CycleTracks est citée à plusieurs reprises. Elle est gratuite. Plusieurs projets aux États-Unis l'ont utilisée après des adaptations spécifiques.
- Il est évoqué l'ajout d'une batterie supplémentaire. Cette idée nous paraît difficilement réalisable. La limitation actuelle des batteries reste un problème majeur, mais on peut espérer des avancées technologiques significatives à court terme.
- Le boîtier GPS présente un inconvénient majeur voire rédhibitoire par rapport au smartphone : l'envoi et le retour des boîtiers par courrier ou par transporteur.
- Un des problèmes que nous avons identifiés lors de la recherche EGTparGPS est cité à la page 13 : le problème de l'indoor. Pour les chercheurs américains, la solution est le post-traitement automatique. Nous avons montré au contraire que la solution réside plutôt dans le recueil en amont de traces propres, grâce à l'hybridation GPS-wi-fi-accéléromètre.
- La synthèse du chapitre traite largement de la question de l'*incentive* : comment récompenser l'enquêté ? Des montants entre 5 dollars et 60 sont cités. Dans le cadre de notre projet, nous avons récompensé de 20 € chaque participant de la première enquête et de 15 € pour la deuxième enquête.

2.3. L'enquête de Cleveland 2012-2013

Rappelons que la première enquête intégrale par GPS au monde est celle de Cincinatti dans l'Ohio (2009-2010). Une deuxième enquête 100 % GPS a été lancée dans le nord de l'Ohio,

dans la région de Cleveland, de février 2012 à février 2013. L'objectif était d'atteindre 4 250 ménages. À la fin de l'enquête, 84 % de ce chiffre a été atteint, sachant que les conditions étaient les suivantes :

- des boîtiers GPS en rotation (et non des smartphones) ;
- possibilité laissée aux participants de ne pas utiliser de traceur GPS mais de remplir un agenda papier sur leurs déplacements pendant 3 ou 4 jours ;
- 3 à 4 jours d'enquêtes par individu ;
- recrutement par tirage aléatoire dans l'annuaire téléphonique ;
- questionnaire téléphonique ménages et individus d'une quinzaine de minutes ;
- un site internet pour l'information et pour s'inscrire : <http://www.neohiotravelssurvey.com>;
- logistique des traceurs assurée par Fedex ;
- questionnaire post-enquête sur 30 % des ménages seulement ;
- pas d'indemnité financière, recrutement basé sur la motivation désintéressée des ménages ;
- coût : 1,5 M\$.

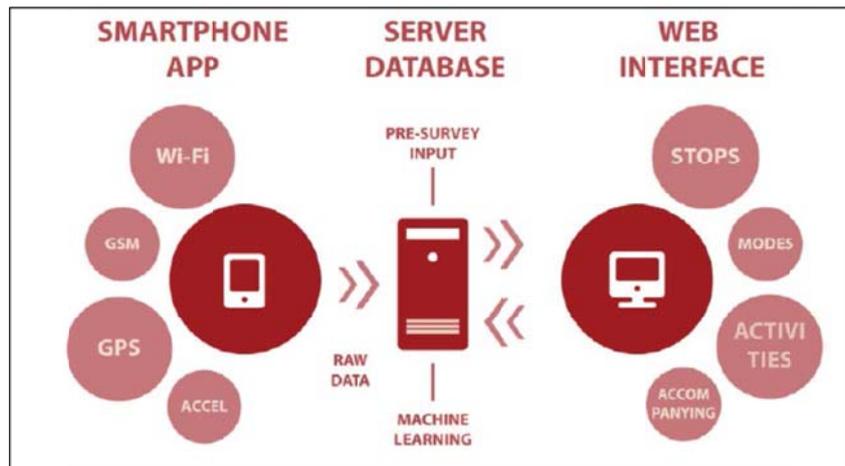
2.4. L'apport du smartphone dans les EMD à Singapour

À Singapour, les EMD ont lieu tous les 4 à 5 ans sur environ 30 000 individus. Cottrill *et al.* (2013) décrivent un projet ambitieux de modernisation de l'EMD à Singapour à partir de smartphones couplés à un serveur de données et un site internet. Le projet, appelé *Future Mobility Survey* (FSM), est mené par le MIT américain et l'université de Nanyang à Singapour. Il part du constat que les boîtiers GPS sont lourds à gérer et qu'il vaut mieux utiliser des smartphones équipés de GPS/GSM/wi-fi/accéléromètre. Le site internet sert à faire valider les traces GPS par l'enquêté lui-même : <https://fmsurvey.sg>

En 2012 a été organisé un test pilote. Sur 74 participants volontaires au départ, 34 ont fait l'enquête avec l'application installée sur leur smartphone, et sur ces 34 personnes, 27 ont renseigné ou validé leurs traces sur le site internet dédié. Le taux de perte de 64 % s'explique par deux facteurs. D'une part, la méthodologie comprend un pré-questionnaire téléphonique, comme nous le proposons dans notre méthodologie SMOOTH. Or la durée de ce pré-questionnaire de 15 à 20 minutes était trop longue et en a découragé plus d'un (alors que dans notre méthodologie, nous avons calibré la durée de notre « questionnaire individuel simplifié » à 6 minutes maximum). D'autre part, l'interface web de validation des traces GPS s'est avérée trop complexe pour certains participants peu enclins à lire des cartes à l'écran ou à saisir la nuance entre activité et déplacements. C'est pour cette raison

que nous avons opté dans notre méthodologie SMOOTH pour une enquête téléphonique légère et personnalisée post-enquête GPS. A Singapour, la « récompense » offerte à chaque participant lors du pilote était de 25 \$ (environ 18 €). Il est possible que ce montant ait été perçu comme peu attractif. L'indemnisation a été doublée pour l'expérimentation suivante (50 \$ soit 36 €).

Figure 1 : Architecture de FSM (tiré de Cottrill *et al.*, 2013)



A la suite de ce pilote, des améliorations à la méthodologie et à l'interface web ont été apportées. En octobre 2012 a été lancée une expérimentation en grande nature en même temps que l'EMD. L'objectif était d'enquêter 1 000 personnes. Quelques chiffres nous ont été fournis par le MIT⁴ sur le taux de participation des volontaires d'octobre 2012 à septembre 2013 :

- 1 541 personnes enregistrées sur le site internet
- 793 ont fait l'enquête sur 14 jours et ont répondu à la post-enquête sur internet, donc 80 % de l'objectif visé est atteint.

Le recrutement a connu des difficultés les 3 premiers mois. Sur 270 personnes inscrites, 86 ont fait l'enquête pendant 14 jours et ont répondu au questionnaire sur internet, soit un hit ratio de 32 %. Mais au bout d'un an, ce taux est de 51 %. Le MIT n'arrive pas à expliquer pourquoi il y a eu un rythme plus élevé d'inscriptions après trois mois.

L'analyse des données est en cours.

La grande différence entre les projets FSM et SMOOTH est que le premier demande une participation importante de l'enquêté alors que nous optons *a contrario* pour une participation *a minima*.

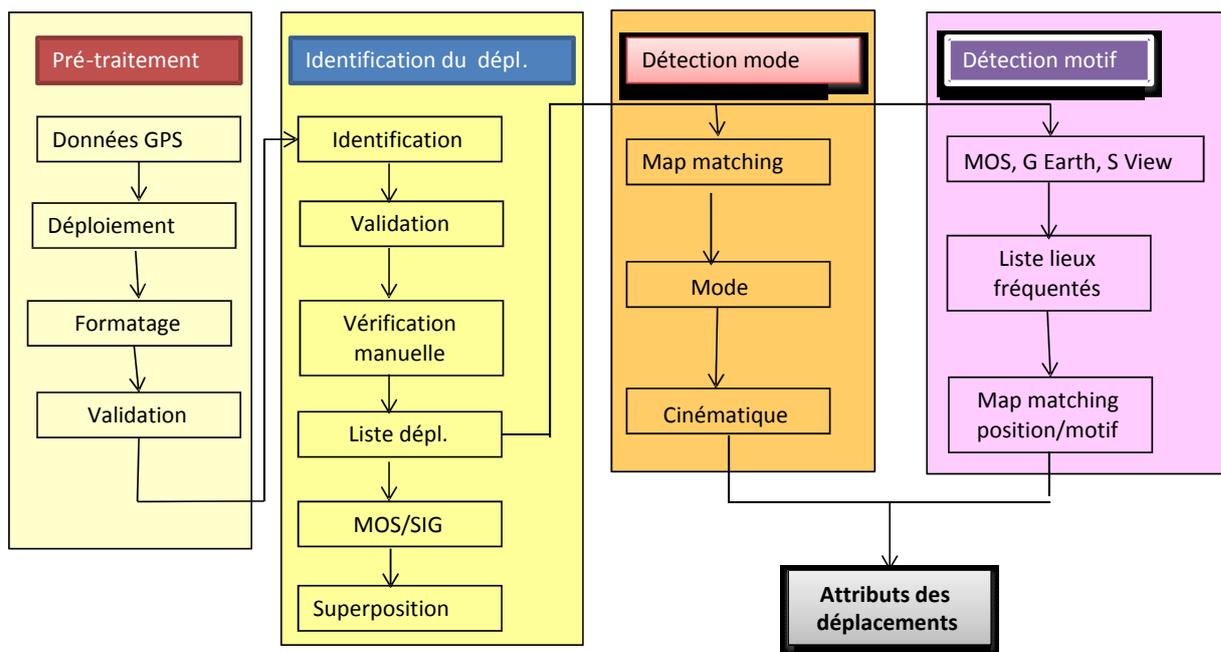
⁴ Nous remercions Fang Zhao, chercheur au MIT, pour ses réponses suite à notre email du 9 août 2014.

2.5. Système-expert d'analyse des traces GPS

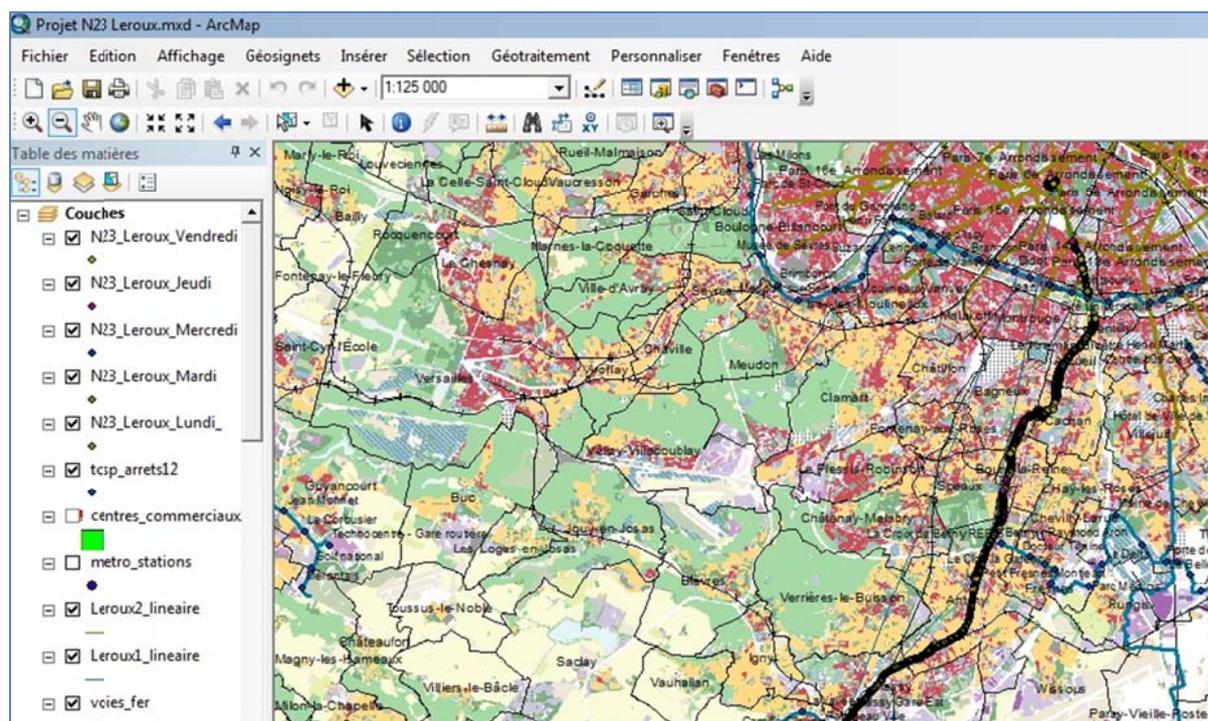
Les algorithmes d'analyse des géotracés relèvent encore de la recherche et développement. Au stade actuel de la méthodologie SMOOTH, une seule tâche est automatisée : le « nettoyage » des mesures GPS/wi-fi (voir paragraphe 3.2). Il n'y a pas encore dans le commerce de logiciel d'identification automatique des déplacements et de leurs attributs. Ces tâches sont effectuées de manière visuelle et non de manière automatisée. Comme déjà dit en conclusion de la recherche « EGTparGPS » en décembre 2011, nous considérons qu'il n'existe pas encore aujourd'hui en France de système-expert opérationnel prêt à être utilisé, même si les travaux de l'Ifsttar sont avancés. Son développement constitue une tâche complexe dévolue à l'Ifsttar et demandera un investissement lourd. En attendant, la reconnaissance visuelle par des techniciens bien formés s'est avérée une solution satisfaisante. Même le logiciel le plus avancé aujourd'hui dans le monde, le logiciel australien G-TO-MAP, n'ambitionne pas d'imputer tous les motifs. Il ne traite que les motifs domicile, travail, école et quelques lieux de commerce. Pour les autres motifs, l'identification reste manuelle (Stopher, 2013). Citons aussi un autre logiciel appelé TraceAnnotator, de l'université d'Eindhoven, qui est basé sur de la classification bayésienne et une autovalidation sur internet (Feng *et al.*, 2011).

La figure 2 indique les étapes de l'analyse visuelle des géotracés.

Figure 2 : Schéma d'analyse des géotracés (méthodologie SMOOTH)



Carte 2 : Fonds de plan sur le SIGR pour la reconnaissance visuelle des géotrace
sur cinq jours d'enquête



Il faudrait partager les expériences et les algorithmes avec les laboratoires de recherche et autres entreprises privées, puis passer à une évaluation comparée des logiciels existants et de la méthode « reconnaissance visuelle ».

Une question demeure : quelle sera la disponibilité de ce logiciel dans un futur proche ?

2.6. Taille des échantillons

La théorie des sondages permet de calculer la taille des échantillons dans des cas simples. Ici le cas est complexe car l'enquête a lieu sur 5 jours pour un même individu. On obtient donc 5 fois plus de déplacements en volume par rapport à une EMD classique portant sur un seul jour de déplacements. Pour autant, il est évident que l'on ne peut pas diviser par 5 la taille de l'échantillon d'individus à enquêter en raison des "effets de grappe" qui ne sont pas simples à élucider car ils dépendent du rapport entre variabilité intra- et interindividuelle. L'article de Stopher *et al.* (2008) suggère quelques pistes pour calculer la taille de l'échantillon dans le cas d'enquêtes sur plusieurs jours. Ainsi, il démontre que l'on peut réduire de 65 % la taille de l'échantillon pour une enquête sur 7 jours par rapport à la taille de l'échantillon d'une EMD traditionnelle sur un jour. **Si la démonstration mathématique s'avère exacte, l'enquête EGT traditionnelle portant sur 45 000 individus sur un jour pourrait être réalisée intégralement par GPS sur 7 jours avec « seulement » 15 750**

individus. Il y a là une piste d'économie substantielle qu'il faudra confirmer par d'autres calculs statistiques.

2.7. Des innovations technologiques à suivre

Nous en avons distingué quatre parmi des dizaines.

2.7.1. Les batteries

Le point faible aujourd'hui de la méthodologie SMOOTH est la faiblesse des batteries des smartphones, l'application de suivi par GPS étant particulièrement consommatrice. Cela a dissuadé plus d'un volontaire de poursuivre l'enquête sur 5 jours. Or sans tomber dans un optimisme béat, nous pouvons raisonnablement faire confiance au progrès technologique en ce domaine. En novembre 2012, le ministère de l'Énergie américain a décidé de financer pour environ 100 millions d'euros un consortium de laboratoires appelé JCESR (Joint Center for Energy Storage Research) basé à Chicago pour des recherches sur les batteries du futur et le stockage de l'énergie (voir <http://www.jcesr.org>). En avril 2013, une start-up israélienne appelée StoreDot a présenté une batterie qui se recharge en 30 secondes. La technologie utilise « des batteries bio-organiques qui elles-mêmes utilisent le principe des boîtes quantiques ». Selon les responsables de l'entreprise, les premières batteries seraient mises sur le marché en 2017. Autre piste étonnante à suivre : la technologie qui transforme les ondes wi-fi en électricité permettant aux batteries de smartphone de se charger à proximité d'une borne wi-fi, donc à distance et sans contact.

La rupture technologique pourrait provenir du graphène, un matériau aux propriétés exceptionnelles qui pourrait servir de support pour les électrodes. La découverte du graphène a valu à Andre Geim et Konstantin Novoselov le prix Nobel de physique en 2010. Au début de l'année 2014, deux chercheurs de l'université de Californie à Los Angeles (UCLA), Richard Kaner et Maher El-Kady, ont mis au point un nouveau type de batterie au graphène capable de se recharger ultra rapidement. En 2014, la Commission européenne a décidé d'investir un milliard d'euros sur 10 ans pour développer les projets scientifiques relatifs au graphène.

2.7.2. Les objets connectés

Les objets connectés et l'internet des objets ont fait leur apparition très récemment. Citons les bracelets et les textiles connectés. Se présentant sous la forme d'un banal bracelet destiné au poignet ou d'un tee-shirt, ils ont pour vocation de suivre notre activité quotidienne. Plutôt que d'"objet connecté", il faudrait parler de "traceur d'activité" : nombre de pas effectués, distance parcourue, quantité de calories dépensées, nombre d'heures de sommeil, fréquence cardiaque, etc.

Jusqu'à très récemment, les bracelets étaient équipés d'un accéléromètre mais n'intégraient pas de puce GPS donc ils n'enregistraient pas de position GPS. Ils étaient reliés au smartphone *via* une application dédiée et étaient donc complémentaires du GPS inclus dans le smartphone. L'intérêt de ne pas utiliser l'accéléromètre du smartphone est essentiellement d'économiser la batterie car l'accéléromètre est énergivore, tandis que les traceurs d'activité s'arrêtent automatiquement dès lors que l'on est immobile. C'est pour cette raison que la société Pole Star qui a développé l'application SMOOTH n'a finalement pas utilisé les capteurs inertiels dans leur algorithme d'hybridation (paragraphe 3.2.1).

En dehors des fonctionnalités offertes, la qualité d'un traceur connecté se juge aujourd'hui sur deux critères, son autonomie et l'algorithme chargé d'interpréter les données recueillies. Tous les fabricants travaillent pour réduire la consommation des accéléromètres. En revanche, les traceurs se distinguent par la performance des algorithmes d'interprétation qui utilisent des méthodes de filtrage. Il faut pouvoir distinguer ce qui est un réel mouvement de mobilité de ce qui est un mouvement parasite comme tendre la main pour dire bonjour, avoir un tic, faire de la gymnastique sur place, être secoué brusquement lorsqu'on se déplace en deux roues, etc. Il semble que les modèles actuels ne sont pas fiables à 100 %. Ces algorithmes codés en dur dans le traceur restent cependant plus performants que ceux des applications sur smartphone car les meilleurs développeurs préfèrent travailler sur le marché des traceurs d'activité qui est beaucoup plus juteux que celui des applications sur smartphone⁵. En septembre 2014, l'algorithme de fusion GPS/accéléromètre sur smartphone n'existe pas encore. Sans aucun doute le portage des algorithmes de filtrage des traceurs d'activité vers les smartphones se fera un jour. Par ailleurs, les fabricants chinois arrivent maintenant sur le marché et comptent sérieusement mettre la pression sur les acteurs déjà établis comme Jawbone et FitBit avec des produits autonomes vis-à-vis du smartphone et à

⁵ Le « business model » des applications sur smartphone est peu favorable aux développeurs. Sur Android, propriété de Google, les choix pour se rémunérer sur la publication d'une application sont les suivants : soit le développeur fait payer chaque téléchargement comme il veut (1 € par exemple) après avoir versé un droit d'entrée de 20 € et Google prélève 30% à chaque téléchargement, soit l'application est gratuite et il reçoit des revenus publicitaires sachant que Google prélève là aussi 32%. Sur iOS, les prix de vente de l'application sont fixés par Apple (4 prix possibles) et 70% sont reversés au développeur.

petit prix. Le cabinet Gartner dans une étude de septembre 2014 prévoit une explosion du marché des montres et bracelets connectés dans les 2 ans à venir.

Dans la même veine que le bracelet connecté, le tee-shirt connecté (« le Dshirt »), conçu et fabriqué par la société française Cityzen Science, est un vêtement intelligent composé de nombreux capteurs. Contrairement au bracelet connecté, il intègre le GPS, en plus de l'altimètre et de l'accéléromètre. Les données sont enregistrées et consultables sur un smartphone via une application conçue pour l'occasion. Le Dshirt a obtenu le Prix des Technologies Numériques 2014. Ce prix français qui existe depuis 1998 vise à reconnaître l'objet connecté de l'année associé à de nouveaux usages. Destiné d'abord aux sportifs qui veulent connaître leurs performances, le tee-shirt connecté pourrait trouver sa place dans une enquête de suivi de la mobilité.

2.7.3. Le combiné miniature traceur GPS/appareil photo



Photo 1 (source : www.memoto.com)

Le plus petit traceur GPS au monde s'appelle Memoto. Il a été créé par une start-up suédoise en 2013. En plus d'enregistrer les positions GPS, il peut prendre des photos à une période paramétrable (par exemple toutes les 2 minutes). L'autonomie est de 48 heures. Il sert essentiellement à mémoriser les actions du quotidien (concept du Lifelogging). On peut imaginer son utilisation dans les enquêtes mobilité par GPS. En cas de coupure du signal GPS, les photos permettront, après interprétation, de compléter les données GPS, wi-fi et capteurs. En septembre 2014, ce traceur coûte 175 € (contre 220 € en janvier 2014).

2.7.4. Les technologies de localisation sur smartphone

Il est important de prendre conscience du fait que la localisation sur les smartphones progresse à grand pas dans les axes suivants :

- Disponibilité de la localisation indoor :

De nombreuses sociétés, dont Pole Star, ainsi que les fabricants de puces et de smartphones mobiles proposent des technologies permettant la localisation dans les bâtiments. Google propose déjà la cartographie de plusieurs dizaines d'aéroports, gares, centres commerciaux et magasins de grandes enseignes aux États-Unis et au Japon. Il faut

donc prendre en compte l'hypothèse selon laquelle les zones de transport couvertes dans lesquelles le GPS n'est pas disponible, telles que le métro et les gares souterraines, seront peut-être équipées de solutions de localisation indoor.

- Fourniture d'une localisation continue :

Les fabricants de puces et de téléphones travaillent sur les moyens d'aller même plus loin en fournissant une localisation continue, ce qui veut dire quel que soit le lieu, mais aussi à basse consommation afin que cela ne soit pas pénalisant pour l'usage du smartphone.

- Détection automatique d'activité :

Les smartphones modernes commencent à proposer le moyen de détecter automatiquement le mode de déplacement de l'utilisateur, facilitant la classification du mode et la correspondance entre trace GPS et position réelle de l'utilisateur.

- Tendances réseaux :

- ✓ Un grand nombre de sites déploient des balises à base de Bluetooth, technologie bas coût permettant d'interagir avec les applications mobiles des smartphones et pouvant servir d'infrastructure de localisation pour le mode marche à pied (vitesse faible).
- ✓ Les réseaux wi-fi continuent à se densifier à cause des besoins de déchargement (« offload ») des opérateurs mobiles face à un trafic exponentiel (explosion de la consultation de vidéos en ligne, généralisation de l'usage des smartphones) et des tarifs d'itinérance (« roaming ») international encore élevés incitant les sites couverts à fournir à leurs utilisateurs un accès wi-fi gratuit. Dans le cadre du projet SCOOP de déploiement pilote de systèmes de transports intelligents coopératifs⁶, il est prévu l'installation de bornes wi-fi à la norme G5⁷ sur les bords de route (feux rouges, panneaux à messages variables, bras caméras, lampadaires, 85 unités à installer en Île-de-France). Le Gouvernement fédéral américain a lancé en 2013 un vaste plan destiné à équiper en cinq ans toutes les écoles de connexions wi-fi à haut débit. On ne doute pas qu'il en sera de même un jour en France. Finalement, le seul frein à l'utilisation du wi-fi pour la localisation est que la plupart des points d'accès wi-fi sont privés et donc leur adresse physique n'est pas une donnée publique.
- ✓ Avec l'arrivée de la 4G, les micro et femto-cellules du réseau cellulaire sont susceptibles de se multiplier, fournissant une autre source de localisation

⁶ Projet de la DGITM (MEDDE) sur cinq sites en France, dont l'Île-de-France (A86, Francilienne, RN6, RN19), avec 3000 véhicules et 2000 km de routes et rues. L'expérimentation sera lancée en vraie grandeur en 2016.

⁷ Bande passante pour les communications V2V, « vehicle to vehicle » et V2I, « vehicle to infrastructure ».

intéressante dans le cadre d'analyses de flux. Ainsi, Orange propose dans son offre « FluxVision » de croiser les données spatio-temporelles de ses clients, une fois rendues anonymes, avec celles fournies par l'administration dans le cadre de l'open data afin de développer services et analyses de terrain en temps réel. Le système basé sur le réseau cellulaire et non le GPS a été utilisé à Marseille en 2013 où Orange croise les données mobiles avec le réseau de transports en commun pour modéliser, en temps réel, les flux de voyageurs.

Pour approfondir les sujets évoqués précédemment, une bibliographie est proposée à la fin du rapport.

3. Développement de l'application SMOOTH pour smartphone

3.1. Cahier des charges

Le développement de cette application a été sous-traité à une société spécialisée en géolocalisation, Pole Star, basée à Toulouse.

D'octobre à décembre 2012, les spécifications fonctionnelles puis les spécifications techniques (document confidentiel) ont été rédigées.

Les principales fonctionnalités demandées à l'application sont :

- L'enregistrement des déplacements de l'individu tout au long de la journée et pendant 5 jours de semaine.
- L'exploitation combinée du GPS, du wi-fi et des capteurs inertiels (accéléromètre, magnétomètre, gyromètre) pour assurer la continuité des enregistrements et minimiser le bruit (points parasites) autour d'un lieu d'activité.
- L'algorithme d'hybridation qui doit permettre de :
 - distinguer les très courts déplacements à pied en réduisant la dispersion du nuage de points autour d'un lieu d'activité et le nombre de points enregistrés si le smartphone est « quasi-immobile » (posé sur un bureau par exemple) ;
 - assurer la continuité des trajets de transition *in-out-in* (en basculant sur le wi-fi) ;
 - optimiser l'utilisation de la batterie ;
 - si possible localiser dans le métro lorsqu'une borne wi-fi est à proximité (utilisation des 47 bornes wi-fi de Naxos, filiale de la RATP).
- Une application passive, tournant en tâche de fond. L'enquête n'a aucun moyen de modifier les paramètres de l'application. Il peut seulement éteindre et démarrer l'application.
- Le lancement automatique de l'application le matin à 5h si le smartphone est allumé en permanence ou à l'allumage du smartphone s'il est éteint la nuit.
- La transmission automatique des enregistrements en format csv par GSM ou wi-fi.

Les paramètres sont donc codés « en dur » :

- fréquence d'enregistrement : 1 point toutes les 3 secondes ;
- précision spatiale : 10 mètres. La position GPS sera ignorée si la précision est supérieure à cette valeur.

La validation de l'application passe par une comparaison de quelques géotracés avec celles issues de trois témoins : application « MesParcours » sur Android, application « FollowMe » sur iOS (iPhone) et le traceur boîtier QStarz. Des indicateurs de performance et des analyses de sensibilités sont attendus.

L'application SMOOTH développée par Pole Star est disponible seulement sur le système Android. Pour l'instant, elle est téléchargeable sur Google Play avec un mot de passe. Les données reçues sur le serveur de Pole Star sont également sécurisées.

3.2. Développement de l'application

Une première version de l'application a été utilisée lors de la première enquête de Briis-sous-Forges en mai-juin 2013. Le bilan de cette première version étant mitigé, des améliorations ont été demandées à la société Pole Star. Il y avait deux faiblesses par rapport aux applications gratuites telles que MesParcours sur Android et FollowMe sur iOS : les fermetures inopinées de l'application et les problèmes d'envoi automatisé en mode wi-fi. Il a été demandé à Pole Star en septembre 2013 qu'une deuxième version soit développée afin d'améliorer la première sur les fonctionnalités suivantes :

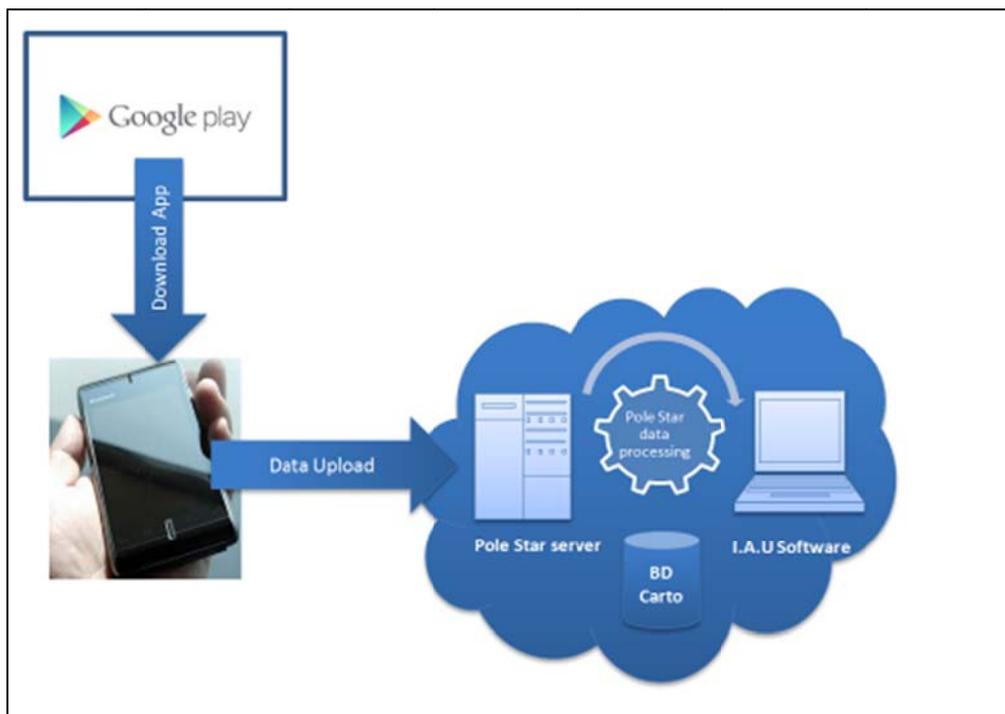
1. Envoi automatisé ni par GSM, ni par wi-fi mais par la 3G et possibilité d'envoi manuel.
2. Optimisation des ressources utilisées par l'application pour éviter les fermetures inopinées de l'application.
3. Optimisation du filtrage pour nettoyer les nuages de points centrés sur un lieu d'activités, la plupart de ces points étant des points inutiles (*spurious data*).
4. Utilisation des capteurs inertiels (non utilisés dans la première version).
5. Possibilité de repérer des points de passage dans le métro parisien à partir des mesures de signaux wi-fi du réseau Naxos (47 bornes wi-fi existantes).

Une deuxième version a donc été développée pour l'enquête sur le territoire de Roissy Porte de France. Néanmoins, au final, seules les trois premières fonctionnalités ont été prises en compte. Nous expliquons aux paragraphes 3.2.1 et 3.5.2 les raisons pour lesquelles les deux autres fonctionnalités n'ont pas été implémentées.

3.2.1. Architecture du système

L'application SMOOTH permet l'envoi des enregistrements (ou mesures) du smartphone vers le serveur qui sont ensuite traités par des algorithmes de filtrage (nettoyage des nuages de points, lissage). Nous attirons l'attention sur le fait que le traitement des mesures n'est pas effectué en temps réel mais *a posteriori* au niveau du serveur. Cela aurait été idéal si le traitement était réalisé en « embarqué ».

Figure 3 : Architecture SMOOTH (source : Pole Star)



Les mesures remontées par l'application SMOOTH sont les suivantes :

- mesures de localisation GPS et NETWORK (GSM, 2G, 3G) ;
- mesures wi-fi : adresse Mac⁸ (BSSID) et puissance émise (RSSI) des points d'accès wi-fi captés par le smartphone.

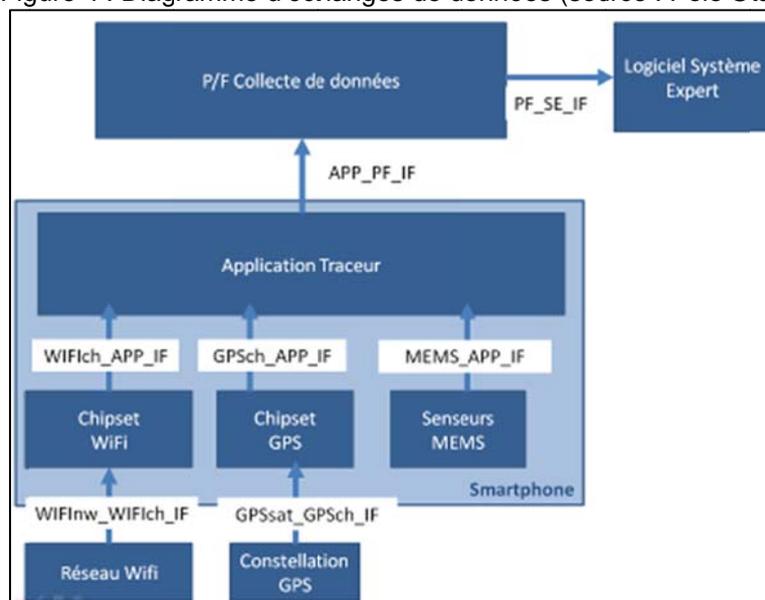
En revanche, les mesures des capteurs inertiels MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems) n'ont pas été utilisées. Ces capteurs de mouvement (accéléromètre 3 axes, gyroscope 3 axes, magnétomètre 3 axes – dit « compas » ou « boussole », baromètre) sont susceptibles d'apporter une contribution significative au système. Ainsi, l'accéléromètre peut permettre de détecter s'il y a mouvement ou immobilité. Il peut également permettre d'identifier le mode de déplacement (piéton, vélo, véhicule, etc). L'altimètre peut permettre de détecter l'étage ou

⁸ Une adresse MAC (Media Access Control), parfois nommée adresse physique, est un identifiant physique stocké dans une carte réseau ou une interface réseau similaire.

les variations d'altitude, avec une marge d'erreur due aux variations de pression atmosphérique naturelle ou aux effets de pressurisation / dépressurisation occasionnés par les climatiseurs. La combinaison de tous ces capteurs peut permettre d'entretenir une position à partir d'une position initiale (par exemple propager dans une station de métro une position GPS prise avant d'entrer dans la station). Ces techniques ont tendance à fournir une position dont la précision se dégrade rapidement, mais elles deviennent particulièrement redoutables si on possède au préalable la carte des lieux : le croisement des informations remontées des capteurs avec les informations fournies par la carte (directions des couloirs, longueur des couloirs, virages) permet une localisation précise.

Ces techniques n'ont pas pu être mises en place durant l'expérimentation pour des raisons de consommation. En effet, lors de la phase de test avant mise en service auprès des utilisateurs de la deuxième enquête, Pole Star a montré que la remontée des MEMS en permanence n'était pas viable sur un smartphone dans le cadre d'une utilisation normale compte tenu de la consommation de la batterie par ces capteurs et de la taille trop importante des données à transmettre. L'objectif initial de faire de l'hybridation GPS/wi-fi/capteurs (figure 4) a donc été abandonné et s'est transformé en une hybridation GPS/NETWORK/wi-fi. Cependant les dernières avancées (été 2014) montrent que l'utilisation du seul accéléromètre consomme relativement peu d'énergie.

Figure 4 : Diagramme d'échanges de données (source : Pole Star)



3.2.2. Traitement des données

3.2.2.1. Algorithme de filtrage en deux phases

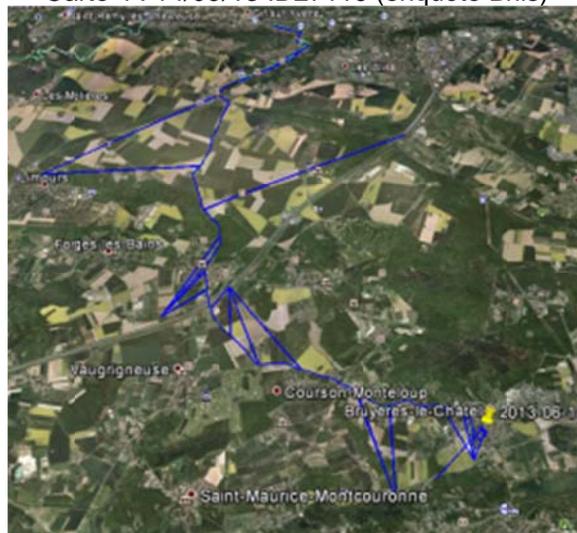
Les positions remontées par le système d'exploitation Android sont de trois types : GPS, NETWORK (GSM, 2G, 3G) et wi-fi. Via les API Android, l'application SMOOTH demande la précision maximale pour chacune de ces technologies. Cependant, les géotrace obtenues par toutes ces positions sont souvent inexploitables pour identifier un déplacement.

Exemple sur les cartes 2 à 4 avant traitement : les géotrace en bleu des positions remontées le 14/06/13 pour les participants n°199207, n°27119 et n°2881 de l'enquête de Briis.

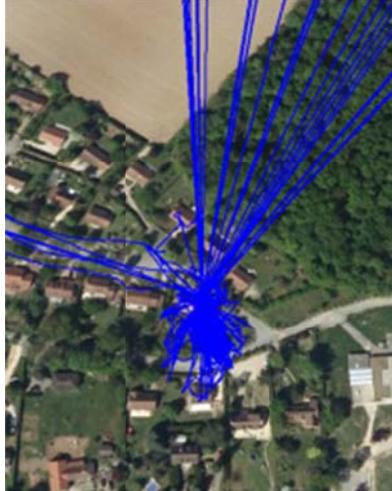
Carte 3 : 14/06/2013 ID199207 (enquête Briis)



Carte 4 : 14/06/13 ID27119 (enquête Briis)



Carte 5 : 14/06/13 ID2881 (enquête Briis)



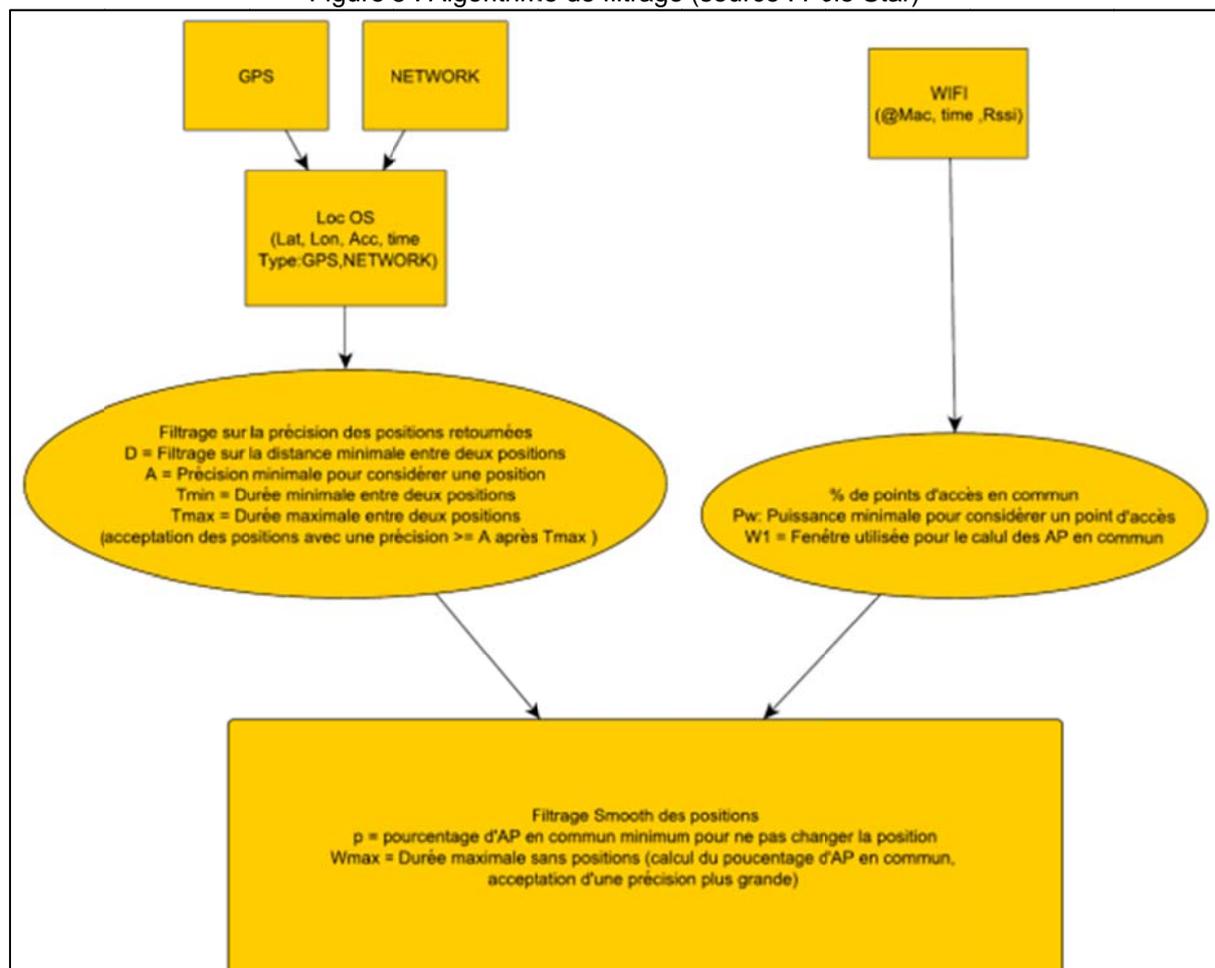
La figure 5 présente l'algorithme de filtrage qui traite les données remontées sur serveur par les smartphones.

Une fois sur le serveur, les mesures sont filtrées en deux phases.

La **première phase** de l'algorithme consiste à filtrer temporellement les mesures GPS et NETWORK en fonction de leur précision et de leur date. On utilise pour cela plusieurs paramètres qui peuvent jouer sur la qualité du positionnement :

- le seuil appelé « A » qui permet de définir à partir de quelle précision il est possible d'utiliser la localisation retournée par le système d'exploitation.
- Le seuil appelé « D » qui permet de définir à partir de quelle distance de la position précédente la nouvelle position est utilisée.
- Le seuil Tmin qui permet de savoir à partir de quel intervalle temporel on utilise la nouvelle position.
- Le seuil Tmax qui relâche la contrainte de précision sur les mesures utilisées.

Figure 5 : Algorithme de filtrage (source : Pole Star)



Cette première phase de filtrage permet d'améliorer significativement les performances du positionnement. Mais il subsiste encore le problème du « nuage de points » centré sur un lieu d'activités.

C'est la **seconde phase** du filtrage qui va permettre de « nettoyer » ces nuages de points en utilisant les mesures wi-fi. Ce second filtrage est basé sur le pourcentage de points d'accès wi-fi en commun vus au-dessus d'une certaine puissance :

- si ce pourcentage est au-dessus du seuil « p » comme indiqué sur la figure 5, l'algorithme considérera que la position n'a pas changé,
- si le pourcentage de points d'accès wi-fi en commun est en dessous de cette valeur « p » alors la position sera actualisée. Le calcul de pourcentage de points d'accès wi-fi en commun est effectué tous les Wmax.

En combinant séquentiellement les deux phases on obtient le résultat de filtrage SMOOTH. Ce filtrage permet une visualisation plus nette du déplacement et en facilite par conséquent l'analyse.

3.2.2.2. Paramètres de la première phase

Un premier algorithme de filtrage a donc été appliqué pour sélectionner les meilleures positions dans un intervalle de temps donné. Les règles principales appliquées sont les suivantes :

- La position est utilisée seulement si sa précision est inférieure à 50 m ou s'il n'y a pas eu de nouvelle position depuis plus d'1 min.
- La position est utilisée seulement si elle est plus récente, les positions n'arrivant pas nécessairement dans l'ordre chronologique à l'application.
- Si l'ancienne position sélectionnée était une position GPS et que la nouvelle est une position GPS, alors pour qu'elle soit utilisée il faut que la distance parcourue soit supérieure à 5 m et que la vitesse soit supérieure à 0,5 km/h.
- Si l'ancienne position sélectionnée était une position NETWORK et que la nouvelle est une position NETWORK, alors pour qu'elle soit utilisée il faut que la distance parcourue soit supérieure à 50 m et que la précision soit meilleure que la précédente.
- Si l'ancienne position sélectionnée était une position GPS et que la nouvelle est une position NETWORK, alors pour qu'elle soit utilisée il faut que la distance parcourue soit supérieure à 100 m et que l'ancienne position date de plus de 10 secondes.
- Si l'ancienne position sélectionnée était une position NETWORK et que la nouvelle est une position GPS alors pour qu'elle soit utilisée il faut que la distance parcourue soit supérieure à 10 m.

Ce premier filtrage permet d'avoir déjà des traces plus exploitables que les traces brutes. C'est ainsi que travaillent les applications gratuites comme « FollowMe » et « Mes Parcours » en mode embarqué, en temps réel. Ce filtrage se limite néanmoins à une précision de 50 m environ dans la plupart des cas.

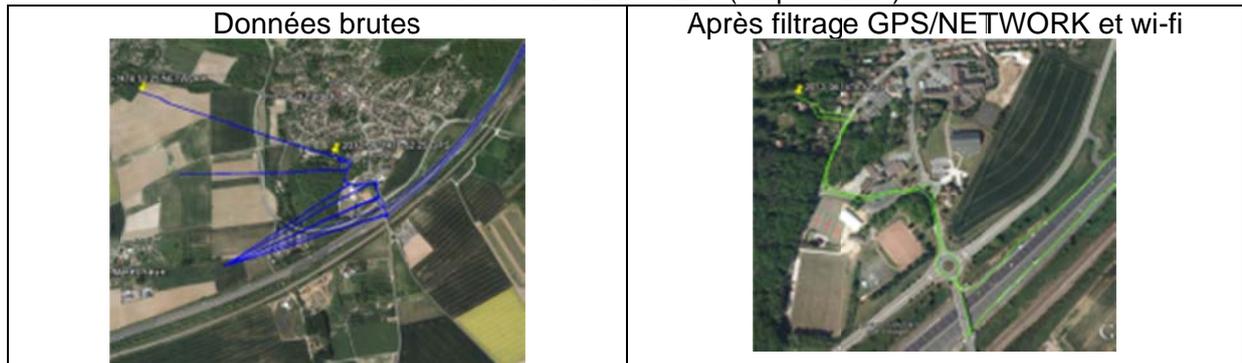
3.2.2.3. Paramètres de la deuxième phase

Dans l'objectif d'avoir une meilleure précision et de détecter les courts trajets à proximité d'un lieu fermé (domicile ou bureau par exemple), nous avons utilisé les mesures wi-fi pour détecter si le smartphone était à l'intérieur d'un bâtiment et donc pour ne pas actualiser la position dans ce cas. Les critères de filtrage wi-fi sont les suivants :

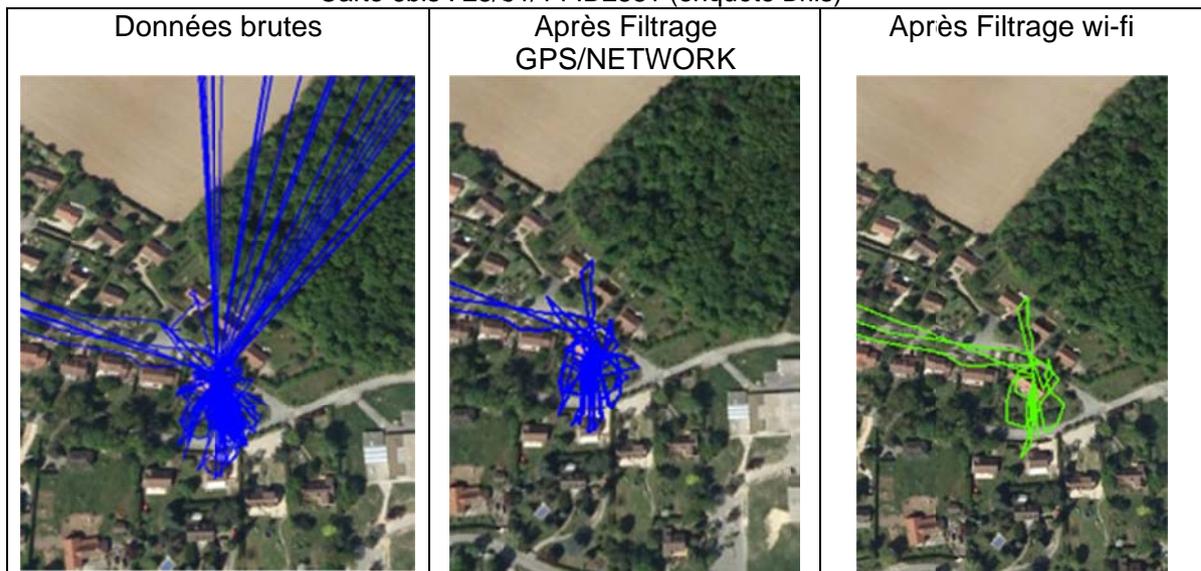
- Moyenne des puissances émises RSSI des points d'accès wi-fi vus sur 5 secondes.

- Prise en compte des points d'accès wi-fi dont la moyenne RSSI est supérieure à -85 dBm.
- Si le pourcentage de points d'accès en commun vu entre deux intervalles de 5 s est supérieur à 70 % et qu'il y a au moins deux points d'accès vus, alors la position reste inchangée.

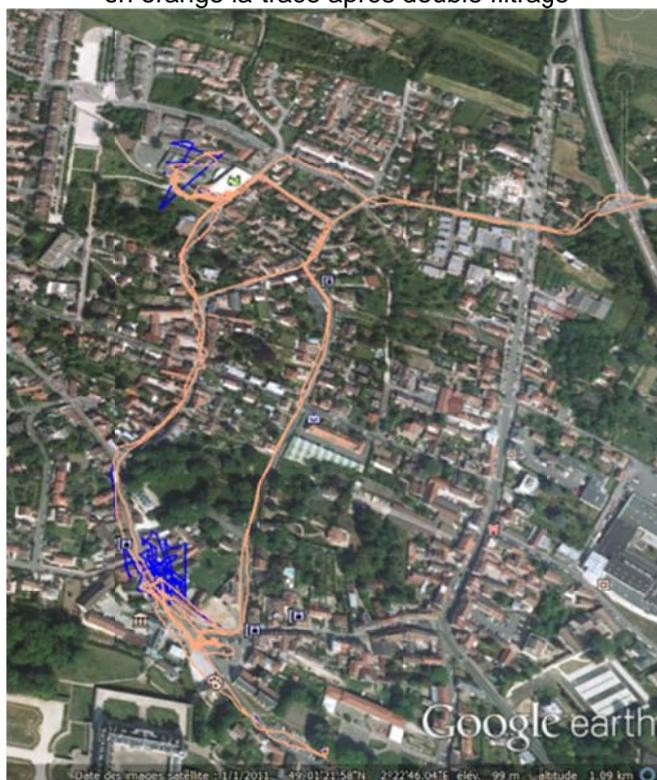
Carte 6 : 14/06/13 ID : 199207 (enquête Briis)



Carte 6bis : 28/01/14 ID2881 (enquête Briis)



Carte 7 : 27/01/14 ID7914 (enquête CARPF). En bleu la trace brute, en orange la trace après double filtrage



Carte 8 : 10/02/14 ID5784 (enquête CARPF). En bleu la trace brute, en orange la trace après double filtrage



Carte 9 : 3/03/14 ID0545 (enquête CARPF). En bleu la trace brute, en orange la trace après double filtrage



En résumé, le filtrage a deux effets principaux : enlever les points parasites et stabiliser le point quand l'utilisateur reste au même endroit.

3.3. Valeur ajoutée de l'application

Nous avons comparé l'application SMOOTH aux applications « Mes Parcours » sur Android et « FollowMe » sur iOS.

3.3.1. Avantages de l'application

L'application SMOOTH permet un envoi des mesures sur le serveur en quasi-temps réel, dès lors qu'il y a de la connectivité internet par wi-fi et que le volume de données atteint 10 Ko. L'enquête n'a pas à se soucier de l'envoi des données tandis que pour les autres applications, il doit faire l'effort d'envoyer en fin de semaine d'enquête tous les fichiers d'enregistrements de la semaine.

L'enregistrement et l'envoi des données sont donc automatiques et ne nécessitent pas de disposer d'une adresse email sur le smartphone, contrairement aux deux autres applications. Les positions enregistrées par l'application SMOOTH sur un lieu d'activités sont globalement plus précises quand on ajoute un critère wi-fi. Dans plus de 80 % des cas, l'analyse visuelle des traces sera beaucoup plus simple autour d'un lieu d'activités car le nuage de points parasites est moins dispersé. Dans certains cas, le filtrage est trop fort (il ne reste que 2 ou 3 points sur le lieu d'activités, ce qui rend plus difficile l'identification de l'origine ou la destination d'un déplacement). Mais étant donné que toutes les mesures sont remontées sur le serveur (aucun point n'est perdu), le niveau de filtrage peut être personnalisé selon le

besoin. De plus, le fait que l'application SMOOTH remonte les positions wi-fi en plus de la localisation GPS offre beaucoup de possibilités de traitement, jusqu'à la localisation à l'intérieur des bâtiments.

3.3.2. Inconvénients de l'application

Du fait que SMOOTH soit une application « comme une autre » disponible sur le Google Play, elle est moins intégrée à l'OS que Google et ne peut pas bénéficier des API privées. Cela a pour conséquence que l'application soit parfois désactivée par le système d'exploitation lui-même (un peu comme un corps étranger). Les API privées qui ne sont accessibles que par les applications développées spécifiquement par Google pourraient être utilisées pour éviter des désactivations inopinées de l'application.

L'application SMOOTH est toujours redémarrée dans les 2 minutes suivant sa désactivation éventuelle. En revanche, certaines surcouches d'Android ajoutées par les opérateurs ainsi que les applications visant à économiser de la batterie (par exemple l'application Juice Defender) peuvent faire en sorte que SMOOTH ne redémarre pas dans les 2 minutes. L'application SMOOTH pourrait soit avertir l'utilisateur de bien arrêter toutes les applications de ce type, soit tenter de les désactiver automatiquement.

Le filtrage et la logique de localisation GPS/NETWORK sont encore perfectibles. Même si dans la majorité des cas ils sont meilleurs que « Mes Parcours », il y a encore des cas (peu de points d'accès wi-fi vus, puissance trop faible) où la précision peut être améliorée.

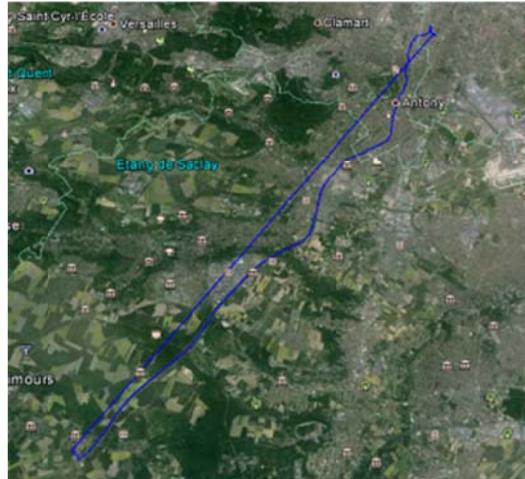
Enfin, au stade actuel de prototypage, les algorithmes de filtrage de l'application SMOOTH sont exécutés sur le serveur tandis que les autres applications le font en informatique embarquée.

En ce qui concerne la consommation du forfait 3G, l'envoi des données nécessite au maximum 15 Mo pris sur le forfait de la personne enquêtée, ce qui est négligeable, mais peut constituer un frein à la participation.

3.4. Exemples de traces obtenues

Ci-dessous des géotraces (cartes 10 à 14) de l'enquête de Briis-sous-Forges après double filtrage, devenues exploitables pour l'identification visuelle des déplacements par un technicien.

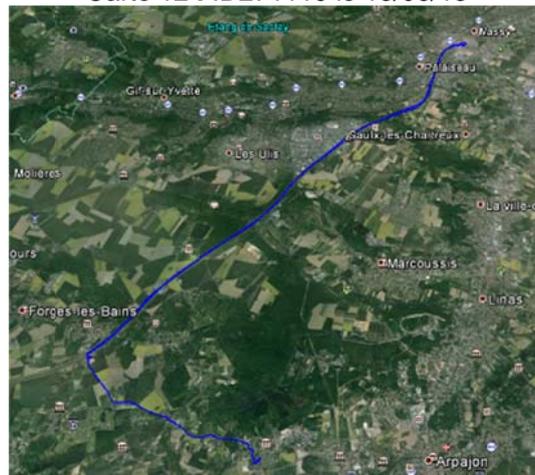
Carte 10 : ID199207 le 11/06/13



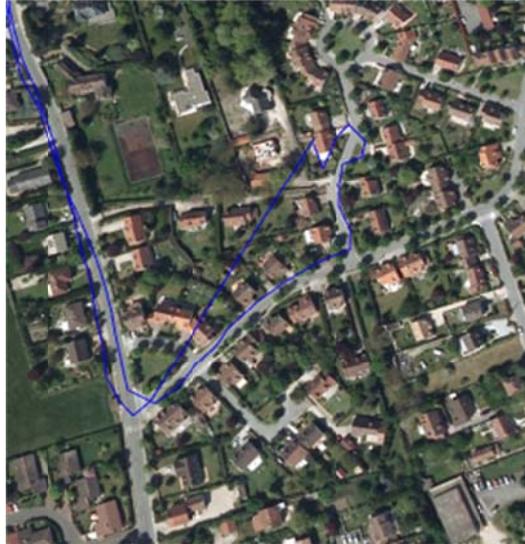
Carte 11 : ID199207 le 11/06/13



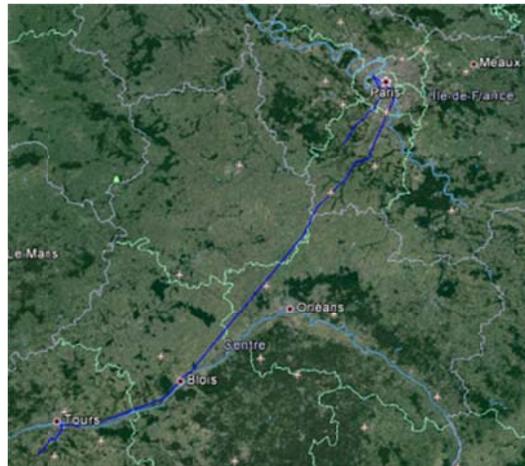
Carte 12 : ID271119 le 13/06/13



Carte 13 : ID271119 le 13/06/13



Carte 14 : ID281188 le 11/06/13



3.5. Améliorations et suites possibles à l'application

3.5.1. Améliorations

Les principales améliorations qui peuvent être proposées sur l'application SMOOTH sont de deux ordres : le traitement des données brutes et la consommation de la batterie.

Comme pour les applications du commerce, le traitement des données de localisation GPS et NETWORK fournies par Android pourrait être effectué directement « en embarqué » dans le smartphone pour éviter de demander des données avec la précision maximale quand cela n'est pas nécessaire. Ce sera l'objet de la version 3. Le GPS peut être également coupé

quand l'utilisateur rentre dans un lieu. Pour corriger les écarts de position, on pourrait aussi s'inspirer des algorithmes de gardiennage virtuel (*geofencing*). Le *geofencing* est une fonction d'un logiciel de géolocalisation qui permet de surveiller à distance la position et le déplacement d'un individu et de prendre des mesures si la position s'écarte de certaines valeurs fixées d'avance. Enfin, l'application SMOOTH embarque le service NAO Campus de Pole Star qui est un service de géolocalisation en intérieur. Des améliorations sont possibles pour que NAO Campus soit plus léger en termes de consommation batterie et de calcul.

3.5.2. Test de localisation dans le métro

L'algorithme utilisé pour SMOOTH peut évoluer pour fournir une position à l'intérieur des lieux fermés (métro, centres commerciaux, aéroports). Si l'on souhaite simplement savoir si l'utilisateur est passé à une station de métro sans le localiser précisément à l'intérieur de la station même, il suffit d'avoir l'adresse MAC des points d'accès wi-fi dans cette station, mais il est inutile de recueillir la donnée de puissance émise. Ainsi en recoupant la liste des points d'accès Naxos, filiale de la RATP, et leur adresse MAC, on pourrait connaître les stations de métro et de RER par lesquelles l'utilisateur est passé⁹.

Pole Star a développé un prototype d'algorithme pour identifier les stations de métro/RER par lesquelles l'utilisateur est passé. Ces environnements clos présentent la particularité de masquer le signal GPS et donc d'aboutir à une absence d'information de localisation (on parle d'environnement en milieu contraint). L'algorithme fusionne les données GPS et wi-fi pour fournir une localisation en souterrain.

En l'absence des adresses MAC, des relevés de puissance wi-fi ont été effectués dans les gares de la ligne B du RER afin de construire une base de signatures wi-fi.

Sur la carte 15, on peut voir un déplacement effectué par l'auteur de l'étude entre son domicile et son lieu de travail. Les stations « Châtelet-les-Halles » et « Denfert-Rochereau » ne sont pas repérées sans utiliser les données wi-fi (trace bleue), alors qu'elles le sont en utilisant des mesures wi-fi (trace orange).

⁹ Des contacts ont été pris en juillet avec la RATP pour obtenir des informations sur les adresses MAC. En septembre 2014 la RATP n'a pas donné suite à notre demande.

Carte 15



Il est donc possible de localiser dans le métro à condition de déployer des bornes wi-fi sur l'ensemble du métro puis de faire une campagne de mesures de leur puissance émise. A notre connaissance (situation septembre 2014), seules 47 stations de métro sont équipées de points d'accès wi-fi.

3.5.3. Un boîtier traceur spécifique

Nous suggérons d'étudier la conception et la réalisation d'un boîtier traceur spécifique GPS/wi-fi afin de compléter l'échantillon des participants sur smartphone. En effet, nous avons constaté au cours de nos deux enquêtes qu'un certain nombre de personnes (environ 20 %) veulent bien participer à l'enquête mais sans utiliser leur smartphone.

Dans nos deux enquêtes, nous avons utilisé le traceur du commerce QStarz qui présente des inconvénients déjà décrits dans la recherche EGTparGPS. On pourrait imaginer de concevoir et faire fabriquer pour nos besoins d'enquête un boîtier spécifique plus adapté.

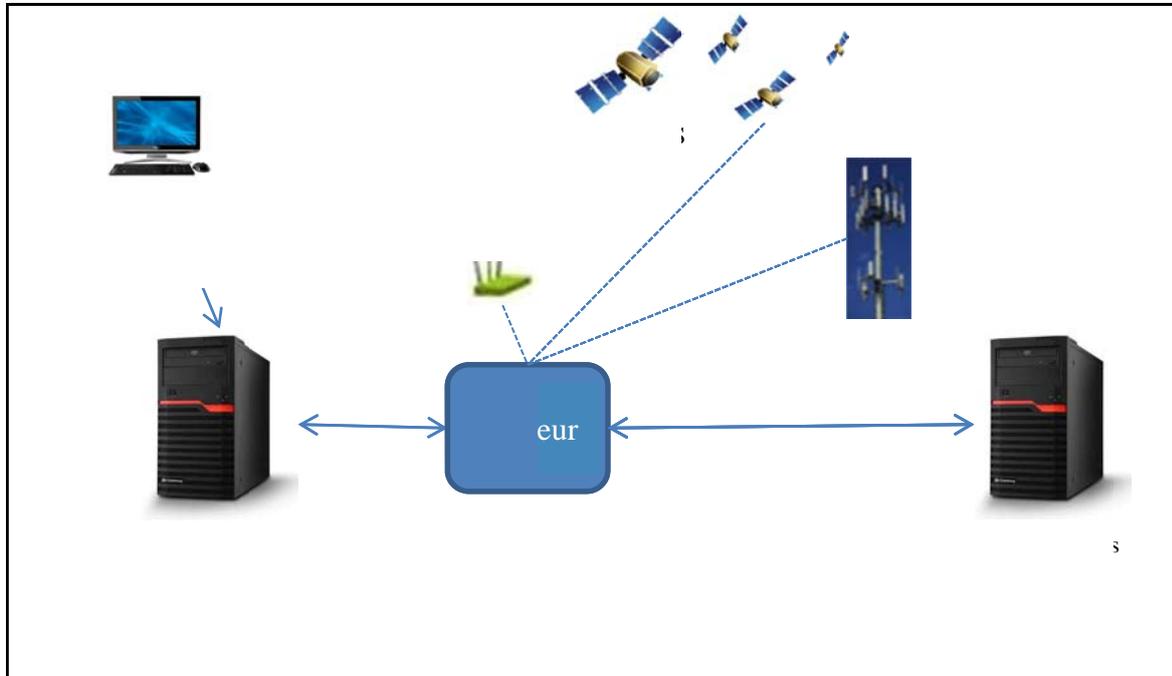
3.5.3.1. Architecture du système

Un serveur de stockage des données permet de recevoir l'ensemble des données collectées par les traceurs, de manière préférable *via* des réseaux sans-fil (wi-fi, cellulaire etc.). Ce serveur fera également tourner des logiciels de post-traitement des données de localisation acquises par les traceurs afin d'en améliorer la précision, suivant les principes mis en œuvre dans SMOOTH et d'autres principes pouvant encore être développés :

- filtrage des mesures GPS par les données wi-fi ;
- filtrage des mesures GPS par les données des capteurs MEMS ;
- détermination du mode de déplacement à l'aide des données des capteurs MEMS (en particulier accéléromètre) ;

- exploitation de bases de données de points d'accès wi-fi additionnelles, en plus de celles exploitées par le serveur tierce de données d'assistance (par exemple base de données d'identifiants et de positions des points d'accès wi-fi du métro et du train).

Figure 6 : Architecture simplifiée du système à terme.



3.5.3.2. Spécifications matérielles du traceur

3.5.3.2.1. Capteurs pour la localisation

Le traceur devra intégrer les composants suivants :

- obligatoires

- une puce GNSS¹⁰ tri-mode GPS/Glonass/Galileo¹¹ (dans l'hypothèse très probable d'une future interopérabilité des trois systèmes satellitaires) avec correction par EGNOS¹² ;

¹⁰ GNSS : Global Navigation Satellite System. C'est le nom général des systèmes de navigation satellitaires fournissant une couverture globale de géo-positionnement à usage civil. Galileo va apporter une précision spatiale par rapport au GPS. Avec le GPS, on peut vous localiser à une gare. Avec Galileo, on pourra vous dire sur quel quai de la gare vous êtes.

¹¹ Le 22 août 2014, les deux premiers satellites Galileo emportés par une fusée Soyuz n'ont pas atteint l'orbite à 24000 km mais à 17000km. Les causes précises de cet échec restent floues mais il semblerait que cela soit dû à un bug logiciel (une erreur de signe sur une ligne de code parmi plusieurs centaines de milliers...) ou à un gel de carburant. Cela pourrait conduire les Européens à retarder encore le programme.

¹² Le service EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) est l'équivalent européen du GPS différentiel. Il permet de corriger le signal GPS en compensant les effets de propagation au travers de l'ionosphère. A terme, EGNOS pourra diffuser des données de correction pour l'ensemble des trois systèmes Galileo, GPS et GLONASS. L'infrastructure EGNOS est basée sur un réseau au sol de 34 stations terrestres équipées d'horloges atomiques. Ces stations, réparties sur le territoire européen ainsi que quelques sites distants, constituent un maillage serré qui complète la triangulation obtenue à partir des satellites du GPS. Cela permet de passer d'une précision nominale de 20 mètres environ à une précision de 2 mètres.

- une puce wi-fi ;
- une horloge, servant à horodater les données ;
- une mémoire, permettant de stocker les données avant leur extraction. La taille de la mémoire dépendra du nombre de capteurs utilisés et de la fréquence d'acquisition.

Les capteurs de mesures wi-fi et GNSS sont des microprocesseurs standards du marché, on peut donc choisir ceux de meilleure qualité à la place de ceux qui équipent les smartphones, le compromis étant effectué entre le prix, la précision et la consommation énergétique.

- très fortement recommandés :
 - un modem cellulaire (2G/3G au minimum) 4G bienvenu par la perspective de présence de plus en plus de micro et femto-cellules dans le futur, intéressantes pour une meilleure précision de localisation) avec abonnement pour le transfert de données ;
 - un accéléromètre 1 axe.
- recommandés :
 - Bluetooth 4.0 Low Energy (profil « master »);
 - accéléromètre 3 axes, magnétomètre 3 axes, baromètre (altimètre).
- optionnel :
 - gyroscope

3.5.3.2.2. Autres périphériques

Le traceur devra proposer une connectique micro USB permettant un accès aux données acquises, et le moyen de le recharger.

3.5.3.2.3. Alimentation électrique

- Le traceur devra avoir une batterie interne lui permettant de tenir une autonomie de fonctionnement de 12 heures au minimum. 5 jours seraient souhaitables.
- La batterie interne devra être rechargeable.

3.5.3.2.4. Protection

- Si le traceur est fait à façon, il est souhaitable qu'il soit enserré dans un boîtier plastique dont seuls dépassent un moyen d'allumage/extinction et la connectique USB.
- Le boîtier devra comporter un moyen d'accroche à la ceinture.

3.5.3.2.5. Dimensions

Le traceur ne dépassera pas les dimensions suivantes :

- soit un facteur de forme type smartphone : 12 x 8 x 1 cm ;
- soit un facteur de forme de type « tag » : 6 x 6 x 3 cm.

3.5.3.2.6. Résistance aux conditions environnementales

- le traceur devra résister à des chutes de 1 m de haut ;
- le traceur devra résister à l'aspersion (par ex niveau IP54) ;
- le traceur devra résister à des températures de -10°C à 50°C.

3.5.3.3. Spécifications fonctionnelles du traceur

- Le traceur devra comporter un moyen extérieur permettant à son utilisateur de le démarrer / l'arrêter automatiquement.
- À son démarrage, le traceur devra lancer automatiquement la collecte de données des capteurs intégrés. Le rythme d'acquisition des données devra être fait selon une étude d'optimisation entre le besoin de mesures, d'une part, et la gestion de la consommation, d'autre part. Un ajustement dynamique pourra être fait suivant la vitesse de déplacement estimée de l'utilisateur. La puce GNSS fonctionnera probablement en mode « poursuite », fournissant des données à un rythme de 1 Hz. Il suffira de prendre des mesures wi-fi toutes les 10 secondes environ.
- Le traceur devra posséder un identifiant visible extérieurement (soit gravé sur le boîtier, soit lisible sur un écran).
- Les données collectées devront être horodatées.
- Le traceur devra être capable d'établir une connexion IP sans fil par ses diverses sources de connectivité (wi-fi, cellulaire si présente). De manière préférentielle, la connexion aux réseaux wi-fi sera automatique ; ainsi, si le traceur est spécifique, il sera approprié de passer un accord avec un/des opérateurs possédant un vaste réseau de points d'accès (Orange, SFR/Numéricable, Free, Bouygues).
- Au lancement de la puce GNSS, le traceur devra pouvoir récupérer des données d'assistance depuis un serveur d'assistance GNSS, et alimenter la puce GNSS avec ces données. Pour cela, le traceur doit remonter vers le serveur les mesures effectuées par les capteurs radio-fréquence, suivant leur présence (wi-fi, cellulaire, Bluetooth).
- Le traceur devra permettre d'extraire les données acquises suivant deux modes alternatifs :
 - ✓ Dès que le traceur a une connexion internet établie, il devra établir une connexion avec un serveur de données afin d'y charger automatiquement les mesures qu'il a en mémoire.

- ✓ Le traceur devra permettre une récupération des données par connectique USB *via* une application prévue à cet effet. L'identifiant de l'équipement devra être transmis avec les données. La bonne réception des données devra être acquittée par le serveur avant que le traceur ne procède à leur effacement.
- Le traceur devra posséder un mécanisme permettant de détecter tout incident logiciel intempestif. En cas de problème identifié, ce mécanisme devra automatiquement stopper/relancer le logiciel du traceur sans perte de données acquises (mécanisme dit de chien de garde ou *watchdog*, c'est-à-dire une protection destinée à redémarrer le système si une action définie n'est pas exécutée dans un délai imparti). Ce mécanisme est particulièrement important sur les smartphones qui sont des plates-formes moins stables et dont l'OS est susceptible de décider unilatéralement l'arrêt du logiciel applicatif.
- Le traceur devra comporter un indicateur de niveau de charge de batterie visible de l'utilisateur. En cas de faible niveau de batterie, une alerte devra être émise à l'utilisateur.

3.5.3.4. Certification

Le traceur devra être certifié CE.

Le coût estimatif de ce traceur spécifique est présenté dans le paragraphe 6.1.2.2.

4. Première enquête : la gare de Briis-sous-Forges

Cette enquête a été réalisée en conditions réelles par l'IAU îdF avec l'aide de la CCPL. Elle s'est déroulée du lundi 27 mai au vendredi 5 juillet 2013 (6 semaines). L'Histoire retiendra peut-être que cette enquête est la première en France réalisée par GPS et sans enquêteur à domicile.

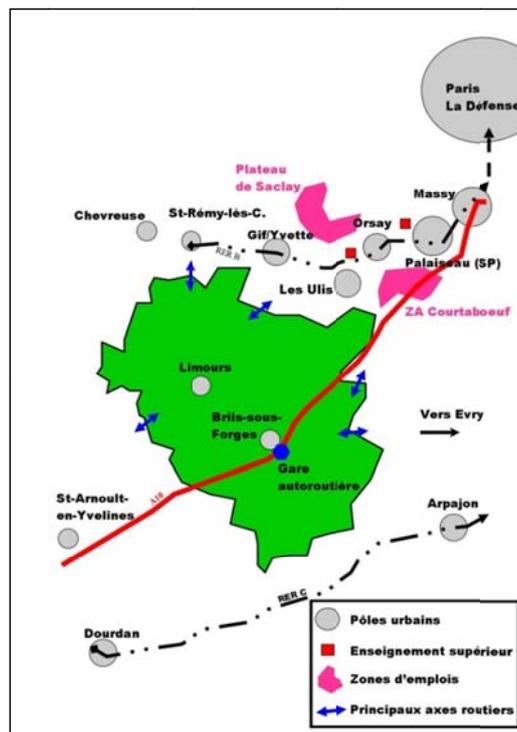
4.1. La gare de Briis-sous-Forges

Cette gare, mise en service en mai 2006 sur une aire d'autoroute de l'A10, offre un pôle d'échanges intermodal et deux lignes de bus (91-02 et 91-03) en provenance de Dourdan et en direction de la gare de Massy et de la zone d'activités de Courtabœuf en empruntant l'A10.

Photos 2 : Gare autoroutière de Briis-sous-Forges (source : CCPL)



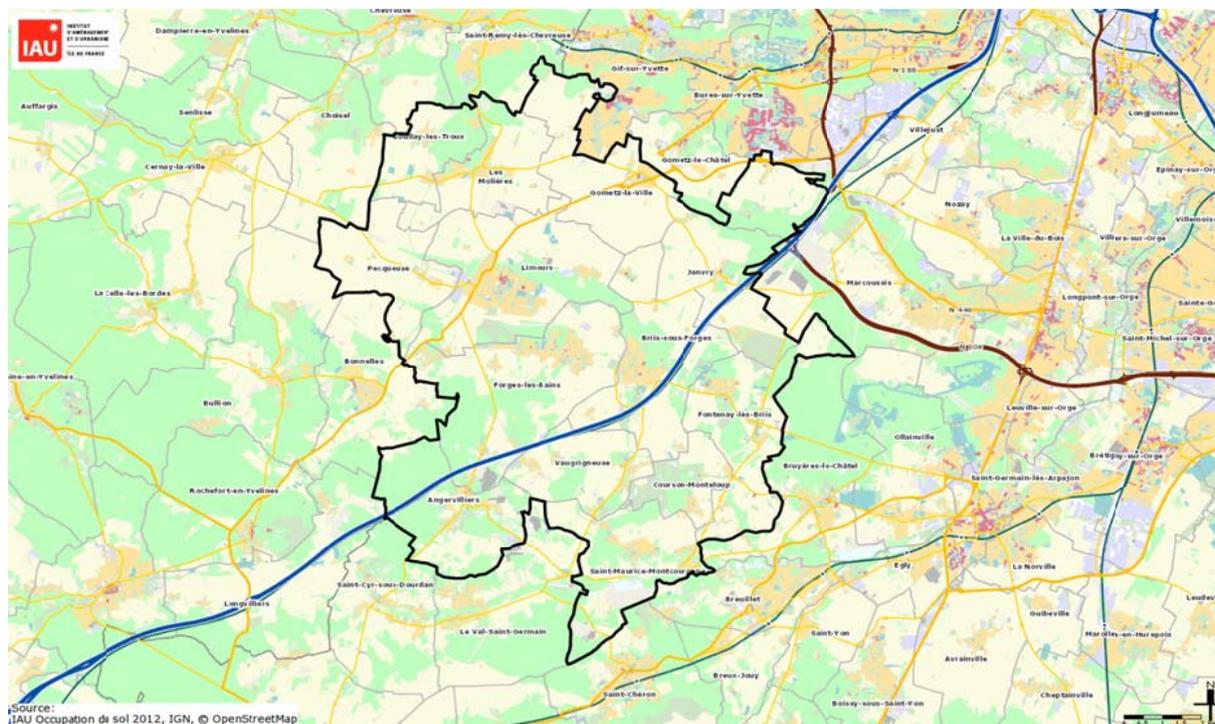
Carte 16 (Source : CCPL)



4.2. Chiffres-clés du territoire de la CCPL

4.2.1. Mode d'occupation du sol

Carte 17 : MOS 2012 du territoire de la CCPL



La carte du MOS montre un territoire typiquement périurbain, situé à l'interface entre une zone dense au nord (secteur des Ulis) et une zone rurale au sud, constitué de quelques poches urbaines, de vastes terres agricoles et d'espaces verts. L'autoroute A10 (en bleu) traverse le territoire dans l'axe.

4.2.2. Données socio-économiques

Les tableaux suivants tirés des RGP montrent les chiffres principaux par commune de la CCPL.

Tableau 1 : Population

INSEE	Commune	Superficie en km2	1990	1999	2006	2010	Croissance 1990-2010
91017	Angervilliers	9,00	1 197	1 381	1 571	1 645	37%
91093	Boullay-les-Troux	4,98	509	581	635	649	28%
91111	Briis-sous-Forges	11,30	2 220	3 212	3 342	3 364	52%
91186	Courson-Monteloup	3,81	461	585	583	595	29%
91243	Fontenay-lès-Briis	9,50	1 567	1 707	1 713	1 882	20%
91249	Forges-les-Bains	14,40	2 757	3 230	3 651	3 723	35%
91274	Gometz-la-Ville	9,57	887	984	1 030	1 374	55%
91319	Janvry	8,32	487	530	626	584	20%
91338	Limours	14,89	6 324	6 471	6 283	6 459	2%
91411	Les Molières	6,90	1 559	1 652	1 804	1 961	26%
91482	Pecqueuse	7,43	474	587	580	623	31%
91560	Saint-Jean-de-Beauregard	4,03	265	283	275	278	5%
91568	Saint-Maurice-Montcouronne	8,77	1 279	1 359	1 549	1 641	28%
91634	Vaugrigneuse	5,98	903	1 085	1 203	1 269	41%
TOTAL		118,89	20 889	23 647	24 845	26 047	25%

Tableau 2 : Emplois

INSEE	Commune	Superficie en km2	1990	1999	2006	2009	Croissance 1990-2010
91017	Angervilliers	9,00	148	171	237	242	63%
91093	Boullay-les-Troux	4,98	62	70	76	97	57%
91111	Briis-sous-Forges	11,30	863	1 051	1 222	1 224	42%
91186	Courson-Monteloup	3,81	47	71	63	71	50%
91243	Fontenay-lès-Briis	9,50	213	289	237	258	21%
91249	Forges-les-Bains	14,40	375	455	519	479	28%
91274	Gometz-la-Ville	9,57	373	443	319	361	-3%
91319	Janvry	8,32	90	138	126	111	23%
91338	Limours	14,89	1 754	1 756	1 952	2 250	28%
91411	Les Molières	6,90	260	280	335	303	16%
91482	Pecqueuse	7,43	71	95	90	75	6%
91560	Saint-Jean-de-Beauregard	4,03	36	27	47	41	15%
91568	Saint-Maurice-Montcouronne	8,77	107	103	137	131	22%
91634	Vaugrigneuse	5,98	129	136	152	151	17%
TOTAL		118,89	4 528	5 085	5 513	5 793	28%

Source : RGP Emploi exhaustif

Tableau 3 : Actifs

INSEE	Commune	Actifs en 2009	Taux d'emplois
91017	Angervilliers	770	3,2
91093	Boullay-les-Troux	282	2,9
91111	Briis-sous-Forges	1 597	1,3
91186	Courson-Monteloup	307	4,4
91243	Fontenay-lès-Briis	970	3,8
91249	Forges-les-Bains	2 040	4,3
91274	Gometz-la-Ville	726	2,0
91319	Janvry	304	2,7
91338	Limours	3 172	1,4
91411	Les Molières	914	3,0
91482	Pecqueuse	311	4,1
91560	Saint-Jean-de-Beauregard	135	3,3
91568	Saint-Maurice-Montcouronne	825	6,3
91634	Vaugrigneuse	662	4,4
TOTAL		13 017	2,2

Source : RGP quart 2009 (yc chômeurs)

Tableau 4 : Migrations alternantes

INSEE	Commune	Même commune	Même départ.	Même rég.	Ext.rég.	Total
91017	Angervilliers	56	452	226	-	734
91093	Boullay-les-Troux	25	98	147	-	270
91111	Briis-sous-Forges	275	773	494	-	1 542
91186	Courson-Monteloup	20	170	93	4	287
91243	Fontenay-lès-Briis	168	491	246	4	908
91249	Forges-les-Bains	296	1 016	620	8	1 940
91274	Gometz-la-Ville	99	325	271	11	707
91319	Janvry	32	144	104	-	280
91338	Limours	640	1 288	1 072	20	3 020
91411	Les Molières	90	356	412	13	871
91482	Pecqueuse	39	118	134	8	299
91560	Saint-Jean-de-Beauregard	36	64	32	-	131
91568	Saint-Maurice-Montcouronne	81	341	301	33	756
91634	Vaugrigneuse	67	378	173	20	638
		1 925	6 014	4 324	120	12 383

Source : RGP quart 2009 (chômeurs non compris)

Tableau 5 : Motorisation des ménages

INSEE	Commune	Ménages ne disposant d'aucune voiture en 2006	Ménages disposant d'une voiture en 2006	Ménages disposant de deux voitures en 2006	Ménages disposant de trois voitures en 2006	Nombre total de ménages en 2006	Tx mot des ménages
91017	Angervilliers	19	124	320	35	498	1,75
91093	Boullay-les-Troux	8	55	130	16	209	1,74
91111	Briis-sous-Forges	108	395	538	132	1 172	1,60
91186	Courson-Monteloup	-	92	104	20	216	1,68
91243	Fontenay-lès-Briis	20	206	313	75	615	1,73
91249	Forges-les-Bains	40	443	669	161	1 312	1,74
91274	Gometz-la-Ville	16	115	193	45	370	1,73
91319	Janvry	4	79	124	21	227	1,72
91338	Limours	265	884	1 083	244	2 476	1,54
91411	Les Molières	28	155	313	107	602	1,85
91482	Pecqueuse	8	84	115	20	227	1,66
91560	Saint-Jean-de-Beauregard	4	52	48	8	112	1,54
91568	Saint-Maurice-Montcouronne	8	143	282	89	521	1,88
91634	Vaugrigneuse	20	126	220	73	441	1,80
	TOTAL	547	2 951	4 454	1 046	8 999	

Source : RGP 2006

4.3. Protocole

Le protocole d'utilisation de l'application a été envoyé par email à chaque participant 5 jours avant le début de sa semaine d'enquête (deux exemples de protocole figurent en **annexe 1**, l'un pour l'application MesParcours, l'autre pour l'application SMOOTH). Il est demandé à l'enquête ayant un smartphone de :

- Télécharger une application gratuite sur Google Play (SMOOTH développée par Pole Star sous le logo IAU îdF ou MesParcours) ou sur Apple Store (FollowMe), l'installer et la lancer le lundi matin avant de partir du domicile. L'application tourne en tâche de fond de manière invisible, sans gêner l'utilisation du smartphone et sans consommer le forfait 3G.

- Éteindre l'application vendredi soir de retour à domicile.
- Recharger la batterie de manière à ce que le smartphone soit toujours allumé, y compris la nuit.
- Remplir un questionnaire individu beaucoup plus simple que celui de l'EGT avant le début de l'enquête : par téléphone et/ou par email (voir le questionnaire de 2 pages en **annexe 2**).
- Envoyer le vendredi soir ou samedi par email les enregistrements de la semaine à l'adresse enquetebriis@gmail.com
- Répondre à un entretien téléphonique la semaine suivant l'enquête GPS de quelques minutes maximum concernant les déplacements de la semaine précédente.

Pour contrôler le biais de la population n'ayant pas de smartphone ou ne souhaitant pas utiliser son smartphone, il était prévu 8 % de participants sur boîtier au maximum, ce qui ne permet de contrôler qu'en partie ce biais car la demande en boîtier, aujourd'hui, est supérieure. Mais on peut supposer qu'à court terme (d'ici 3 à 4 ans), on ne devrait pas être loin de ce taux compte tenu du taux de pénétration des smartphones dans la population. Seuls les smartphones sur Android ou iOS ont été retenus. En effet, nous n'avons pas d'application de suivi par GPS sur d'autres systèmes d'exploitation (Blackberry, WindowsPhone, etc).

Pour l'enquêté ayant un boîtier QStarz, il faut se référer à l'expérimentation conduite lors de la première phase EGTparGPS.

La récompense est de 20 euros. Nous avons sous-traité à une secrétaire indépendante l'envoi des chèques et du courrier de remerciement au mois de juillet 2013.

4.4. Recrutement des participants

Les données et hypothèses de départ étaient :

- Début de l'enquête : lundi 27 mai (5 jours de suivi pour chaque personne enquêtée).
- Chaque semaine : de 15 à 35 personnes enquêtées, du lundi au vendredi (au mieux sur 3 semaines, au pire sur 6 semaines).
- Base de sondage : 700 entrants journaliers à la gare (chiffre 2012), avec une hypothèse de 4,5 déplacements par personne et par jour, alors que la moyenne régionale est de 3,9 déplacements/jour (EGT 2010).

- Taille de l'échantillon : un calcul statistique aboutit à une taille d'échantillon d'une centaine d'individus pour obtenir des indicateurs à 2 points près et au seuil de confiance de 95 %.

Le recrutement des enquêtés a été rendu possible grâce à la CCPL (flyer, distribution, poster dans la salle d'attente, informations sur place, explications diverses, remise et récupération des boîtiers à la gare même). Les usagers de la gare sont soit des lycéens/étudiants soit des actifs. Il n'y a quasiment pas d'enfants de moins de 15 ans, de retraités, de mères au foyer.

Nous décrivons ci-après de manière chronologique la phase de pré-recrutement des participants dans un style un peu décousu (les notes ont été prises au jour le jour pendant la période d'enquête) puis le déroulement de l'enquête (paragraphe 4.5). Il nous a semblé utile de décrire cette phase car elle fait partie intégrante de la méthodologie d'enquête SMOOTH. Ces observations et notes éparses fournissent des enseignements intéressants si l'on veut un jour réaliser une Enquête ménages déplacements à un niveau régional.¹³

- 20 mars 2013 : encadré dans le *Petit Journal* de la gare informant de l'enquête indemnisée au mois de juin et des numéros de téléphone pour renseignements.
- Fin mars 2013 : affichage de 3 posters en format A3 à la gare.
- 23 avril 2013 : distribution d'un flyer à la gare de 6h45 à 9h30 (voir flyer recto-verso en **annexe 3**).
- 30 avril 2013 : récupération de la base de données des répondants à l'enquête papier de mai 2012 de Cofiroute (environ 90 adresses email valides) et envoi d'un message pour leur proposer de participer à la nouvelle enquête par GPS.
- 6 mai 2013 : résultat de cette phase de pré-recrutement : 103 volontaires. Le fichier des volontaires est vérifié, avec pour chacun son numéro de portable, son adresse email, l'OS du smartphone (il y a 40 Android, 40 iPhone, 4 Blackberry et 19 boîtiers GPS). Le hit ratio est de 13 %, ce qui est très élevé pour une enquête mobilité. Il est intéressant de noter la motivation des personnes volontaires. Il faudra s'interroger après l'enquête sur la raison de cette motivation (l'indemnité de 20 € ?).
- 9 mai 2013 : envoi par email du questionnaire individu simplifié de 2 pages, comprenant les questions sur des adresses de lieux fréquentés habituellement en semaine (voir **annexe 2**).
- 13 mai 2013 : une quarantaine de questionnaires pré-remplis retournés par email.

¹³ Pour réaliser une EGT intégrale par GPS en Île-de-France, avec un objectif de 16000 individus enquêtés, une hypothèse de taux de déperdition de 50%, une période de 42 semaines d'enquête, il faut organiser des vagues de 760 participants par semaine.

- Du 14 au 17 mai 2013 : appel téléphonique pour compléter ou remplir le questionnaire et donner des précisions sur l'enquête, choix de la semaine d'enquête. Durée d'un entretien téléphonique : 2 minutes (si le questionnaire a déjà été pré-rempli) à 6 minutes (si le volontaire pose des questions). Au cours de l'entretien, nous remplissons ensemble le questionnaire. A la fin, nous demandons au participant de choisir sa semaine d'enquête. Enfin nous terminons en disant que le protocole sur l'application sera envoyé par email 5 jours avant l'enquête et que le participant recevra un chèque de 20 € au mois d'août.
- Du 21 au 24 mai 2013 : dernière relance par email pour ceux que l'on n'a pas pu joindre par téléphone (une quinzaine de personnes). Rédaction des protocoles pour boîtier, iOS et Android (2 différents, l'un pour MesParcours, l'autre pour SMOOTH), soit en tout 4 protocoles différents qui sont envoyés mercredi 21 soir pour les participants de la semaine du 27 mai. On a proposé aux 4 possesseurs de Blackberry de passer sur boîtier car nous n'avons pas pu tester les applications sur Blackberry (il en existe 2 sur Blackberry Store). Rendez-vous est pris pour les 5 premiers participants sur boîtier qui iront récupérer chacun un boîtier GPS chez l'agent d'accueil de la gare de Briis vendredi 24 à partir de 9h, afin de pouvoir commencer lundi 27 mai. La version de l'application SMOOTH développée par Pole Star sur Android a été testée de samedi à lundi. Finalement, les participants se répartissent en 4 groupes selon l'application : MesParcours sur Android, SMOOTH sur Android, FollowMe sur iOS, le boîtier QStarz.

Les boîtiers sont au nombre de 12. Ils sont en rotation toutes les deux semaines.

Un système d'envoi de SMS programmables et différés est mis en place. Les participants reçoivent 3 SMS durant leur semaine d'enquête : lundi matin à 6h01 (message début de l'enquête), mercredi à 12h01 (message recharger la batterie) et vendredi à 20h01 (message fin de l'enquête et envoi des fichiers).

4.5. Déroulement de l'enquête sur 6 semaines

Semaine du 27 mai 2013 : première semaine d'enquête : 18 iPhone FollowMe et 6 boîtiers. Deux appels de participants sur iPhone (un problème d'acceptation de la géolocalisation au lancement de l'appli et un autre de fermeture inopinée de l'appli le premier matin, les 2 problèmes ont été résolus) et un appel d'un participant sur boîtier qui a mal rechargé la batterie le mardi soir et qui a vu son boîtier ne plus s'allumer le jeudi.

La dernière version de l'application SMOOTH est opérationnelle, même si elle présente encore des défauts au niveau du post-traitement des traces brutes. Nous décidons de l'utiliser à partir de la semaine du 10 juin. Pour la semaine du 3 juin, les 7 participants sur Android utiliseront l'application MesParcours.

3 nouveaux participants se sont manifestés, nous les avons intégrés à l'enquête.

Des procédures automatisées¹⁴ ont été développées pour mettre au format adéquat les fichiers issus des différentes applications, en y ajoutant la vitesse, afin qu'ils soient lisibles directement dans le logiciel de visualisation des géotraces Travel Recorder.

Semaine du 3 juin 2013 : deuxième semaine d'enquête : 7 Android MesParcours et 1 seul iPhone. De la première semaine, 15/18 participants iPhone ont renvoyé leurs enregistrements (2 ont abandonné, 1 a eu un problème de mot de passe, donc en attente). 6/6 ont rendu le boîtier GPS (un des participants a eu un problème avec son boîtier en milieu de semaine).

La dernière version de l'appli SMOOTH est opérationnelle. Nous décidons de l'utiliser à partir de la semaine du 10 juin. Pour la semaine du 10 juin, la moitié des Android sera sur SMOOTH, l'autre moitié sur MesParcours. L'analyse des traces de la première semaine a commencé jeudi 5 seulement, par manque d'effectif.

Semaine du 10 juin 2013 : troisième semaine d'enquête, la plus lourde, avec 33 participants (8 sur Android MesParcours, 8 sur Android SMOOTH, 8 sur FollowMe et 9 sur boîtier). De la deuxième semaine, 7/7 ont envoyé leurs traces MesParcours (un seul a eu un problème d'envoi et a dû passer par une autre messagerie). Le participant iPhone a bien fait l'enquête sur 5 jours mais n'a pas réussi à envoyer ses fichiers (on la rappellera). Mardi 11 juin : le boîtier n°6 est tombé en panne (le participant nous a appelé), il refera l'enquête la semaine du 24 juin. Nous devrions recevoir normalement chaque jour sur le serveur de Pole Star les traces des 8 participants sur l'appli SMOOTH (les mesures sont en effet envoyées automatiquement par wi-fi). Lundi : seulement 5 upload sur 8. Plusieurs hypothèses pour la non-réception des 3 autres : à élucider.

Semaine du 17 juin 2013 : quatrième semaine d'enquête, 16 participants (10 sur MesParcours, 6 sur FollowMe). Nous n'avons pas mis de participant sur l'application SMOOTH qui demande à être améliorée.

Retour de la troisième semaine : 6/7 MesParcours, 5/8 SMOOTH, 7/7 FollowMe, 9/9 boîtiers

¹⁴ Nous remercions notre collègue de l'IAU, Michel Medic, informaticien, qui a développé ces procédures.

Semaine du 24 juin 2013 : cinquième semaine d'enquête, 17 participants (2 sur MesParcours, 3 sur FollowMe et 12 sur boîtier).

Retour de la 4^e semaine : 2 personnes sur MesParcours et 1 sur FollowMe ont demandé à passer sur boîtier car elles ont rencontré des problèmes avec l'application les 2 premiers jours, 6/8 MesParcours (une a des problèmes d'envoi, cela peut se régler), 4/5 FollowMe.

Semaine du 1er juillet 2013 : sixième semaine d'enquête, 1 seul participant sur Android : il a finalement abandonné le premier jour (envoi d'un SMS en fin de matinée).

Retour de la cinquième semaine : 2/3 FollowMe, 2/2 MesParcours, 12/12 boîtiers. Il reste une dernière semaine (le 8 juillet) avec 2 participants sur boîtier.

Semaine du 8 juillet 2013 : septième semaine d'enquête, 2 derniers participants sur boîtier : un seul a fait l'enquête.

4.6. Répartition finale des participants

Sur les 103 participants au départ se sont ajoutés 3 participants au cours de l'enquête. Sur 106 volontaires, 83 ont réellement participé à l'enquête. **Le taux de déperdition est donc de 20%**. La répartition finale des 83 participants selon la semaine et l'OS est la suivante :

Tableau 6 : Répartition finale des participants selon la semaine et l'OS

	Android	iPhone	Boitier	Total
27-mai	0	15	6	21
03-juin	7	0	0	7
10-juin	11	7	9	27
17-juin	7	4	0	11
24-juin	2	2	12	16
01-juil	0	0	0	0
08-juil	0	0	1	1
Total	27	28	28	83

Nous attirons l'attention sur le fait que l'échantillon est constitué d'utilisateurs de la gare et non de résidents de la CCPL. Donc il n'y a pas de conclusion à tirer sur la mobilité des résidents. Par ailleurs se pose la question de la représentativité de la population enquêtée sur smartphone qui n'est pas parfaitement représentative aujourd'hui de l'ensemble des utilisateurs de la gare, compte tenu du taux de possession de smartphone, même si nous avons essayé de contrôler le biais en complétant l'échantillon avec des enquêtés sur boîtier spécifique. Il faut donc rester prudent quant à l'interprétation des résultats.

4.7. Analyse des traces GPS et construction de la base de données

Nous avons considéré qu'il n'était pas utile de redresser l'enquête car le taux de sondage est d'environ 12 % et la population cible constituée essentiellement d'actifs et de lycéens/étudiants est significativement représentée dans l'échantillon.

L'analyse des traces GPS des 83 participants a été faite en interne à l'IAU îdF. Cette tâche s'est déroulée au fur et à mesure de la réception des enregistrements, puis s'est poursuivie après la fin de l'enquête. Compte tenu des congés d'été, elle s'est terminée le 18 septembre. Cette tâche fait appel au logiciel Travel Recorder de visualisation des traces, du SIGR, de Google Earth, de Street View et du questionnaire téléphonique post-enquête (exemples de traces : carte 18).

Nous avons simplifié la nomenclature des modes et des motifs par rapport à celle de l'EGT 2010 qui comporte 40 modes, 38 motifs et 18 sous-motifs. La nomenclature proposée comporte seulement 11 modes et 11 motifs. Cette nouvelle nomenclature est aussi une proposition importante de la méthodologie SMOOTH.

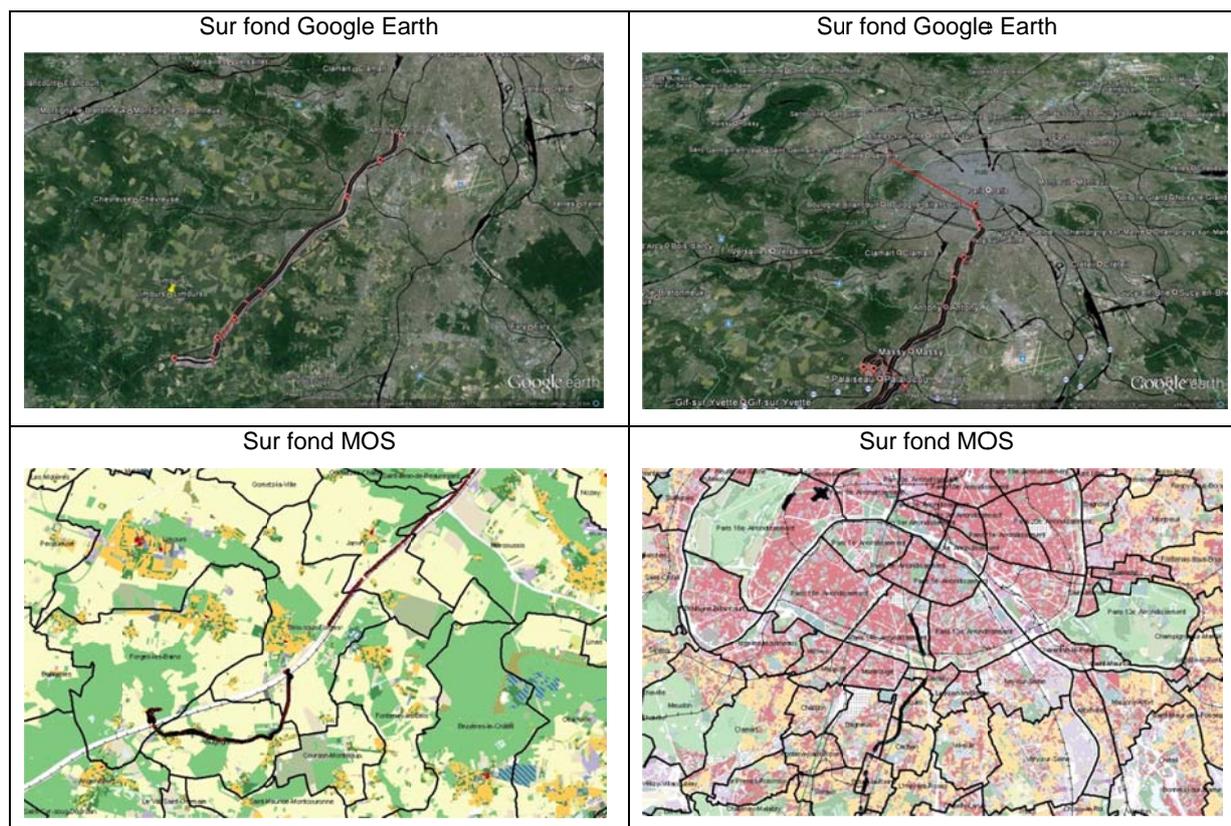
Tableau 7 : Nomenclature des modes

VP	véhicule particulier conducteur		
VP passager	véhicule particulier passager		
TC	transport collectif	RER	
		Train	
		M	métro
		T3	tramway T3
		B	bus
2RM	deux-roues motorisés		
VELO			
MAP	marche		
O	pas de dépl		

Tableau 8 : Nomenclature des motifs

D	Domicile	
T	Travail	
AP	Affaires personnelles	AP Poste, banque, mairie
		L Loisirs
		S Santé
		R Restau
		V Visites famille, amis
APRO	Affaires professionnelles	
ACH	Achats	
E	Ecole	
AC	Aller chercher/Accompagnement	

Cartes 18 : Quelques exemples de traces GPS



Un extrait de la base de données construite est fourni en **annexe 4**.

4.8. Résultats

4.8.1. Résultats de base

4.8.1.1. Volume de la base

La base comporte **1 442 déplacements pour 83 individus et 378 jours** (y compris les jours où l'individu n'est pas sorti de son domicile).

4.8.1.2. Taux de mobilité

Compte tenu des chiffres précédents, le taux de mobilité des personnes enquêtées est de **3,81 déplacements/jour**. Rappelons que les personnes enquêtées sont des usagers de la gare de Briis-sous-Forges.

A titre de comparaison, la moyenne régionale est de 3,87 déplacements/jour, et la moyenne dans les « territoires autres que agglomération centrale » (catégorie définie dans l'EGT 2010 regroupant les communes périurbaines et rurales) de 3,75 déplacements/jour. Les taux de mobilité sont donc très comparables.

Tableau 9 : taux de mobilité

	Usagers de la gare de Briis (enquête Briis 2013)	Région (EGT 2010)	Périurbain+rural (EGT 2010)
Taux de mobilité	3,81	3,87	3,75

4.8.1.4. Parts modales par mode regroupé

Il y a 4 modes regroupés selon la nomenclature EGT (on ne tient pas compte du mode « autres motorisés » qui ne comporte aucun déplacement dans notre enquête). Rappelons que le mode regroupé TC comprend les chaînes VP+TC.

Tableau 10 : parts modales regroupées

Mode regroupé	Usagers de la gare de Briis (enquête Briis 2013)
TC	41,3 %
VP	39,8 %
2R	0,7 %
MAP	18,2 %
Total	100 %

Ainsi les parts VP et TC sont quasi égales.

4.8.1.5. Destination pour le motif domicile->travail+affaires professionnelles et étude

Les deux principaux motifs de déplacements des usagers de la gare sont le travail/affaires professionnelles et l'école. Regardons leurs destinations.

Tableau 11 : départements de destination

Motif dest.\Départ dest.	75	92	93	94	77	78	91	
T+APRO	31,6%	16,0%	4,9%	7,2%	0,4%	1,1%	38,8%	100,0%
E	25,5%	7,8%	0,0%	17,6%	0,0%	0,0%	49,0%	100,0%
	30,6%	14,6%	4,1%	8,9%	0,3%	1,0%	40,4%	100,0%

Il faut retenir que pour les déplacements domicile-travail+affaires professionnelles, 40 % des destinations sont internes à l'Essonne et 60 % vers Paris et la petite couronne (PC). Pour le motif étude, les destinations se répartissent à parts égales entre l'Essonne et Paris+PC.

4.8.1.7. Durée moyenne de déplacement

Un participant n'a pas été pris en compte à cause de ses innombrables déplacements à pied de par son métier de facteur, ainsi que les déplacements sortant ou entrant en Île-de-France.

Il reste 1 422 déplacements, pour une durée totale de 841 heures. Donc la durée moyenne d'un déplacement est de **35 minutes**, tous modes et tous motifs confondus (contre 24 minutes en moyenne en Île-de-France, EGT 2010)

Tableau 12 : durée de déplacement

	Usagers de la gare de Briis (enquête Briis 2013)
Durée moyenne	35 min

4.8.1.8. Utilisation de la gare de Briis-sous-Forges

84 % des enquêtés ont utilisé la gare au moins une fois pendant la semaine, 35 % l'ont utilisée tous les jours, 6 % une seule fois pendant la semaine.

En matière de rabattement, les enquêtés se rabattent pour 70 % en voiture, 14 % à pied, 14 % en bus navettes et moins de 2 % en deux-roues.

Les modes de diffusion à partir du terminus du bus 91-02 en gare de Massy sont les RER B et C pour toutes les destinations vers Paris et une grande partie des destinations de la petite couronne. Des bus desservant les communes du nord de l'Essonne sont également utilisés, notamment pour rejoindre les établissements scolaires à Palaiseau

4.8.2. Quelques déplacements détaillés

Les moyennes précédentes masquent des disparités importantes. Nous décrivons quelques cas qui illustrent la variété de la mobilité dans le périurbain.

- **Madame X** a participé à l'enquête avec l'application « FollowMe » sur iPhone. Elle a effectué 44 déplacements au cours de la semaine soit une moyenne de 8,8 déplacements/jour (contre 3,81 en moyenne). Elle a effectué de multiples boucles de déplacement, en enchaînant les motifs travail (10 fois), accompagnement/aller chercher (7 fois), affaires personnelles (11 fois), achat (3 fois), affaires professionnelles (1 fois) et retour au domicile (12 fois). Madame X a utilisé essentiellement sa voiture particulière et a marché. Elle n'a emprunté le bus de la gare de Briis-sous-Forges que 2 fois dans la semaine le jeudi et le vendredi pour aller travailler dans le Val-de-Marne selon la chaîne modale suivante : VP/BUS/RER B à Massy/BUS/MàP. À chaque fois, elle s'est rabattue à la gare de Briis en voiture

comme conductrice. Les autres jours de la semaine, elle est allée travailler en voiture car elle a eu d'autres motifs de déplacements (achats, affaires personnelles). Lors de l'entretien post-enquête, Madame X a exprimé le souhait d'avoir une navette de rabattement sur la gare autoroutière à partir de Bruyères-le-Châtel pour ne pas prendre systématiquement son véhicule et le laisser à la gare de Briis-sous-Forges.

- **Monsieur Y** travaillant à Paris a participé à l'enquête avec l'application « Mes Parcours ». Il a effectué 15 déplacements lors de la semaine d'enquête. Il a emprunté le bus de la gare de Briis 4 jours de la semaine pour prendre le RER B à la gare de Massy puis le métro pour rejoindre son travail. L'enquêté, bien qu'habitant à Briis-sous-Forges, s'est rabattu à la gare autoroutière en voiture particulière les 4 jours de sa semaine de travail. Monsieur X n'a pas travaillé le mercredi et a utilisé sa voiture à 5 reprises pour le motif « accompagnement-aller chercher » à Limours. La mobilité de ce monsieur est plutôt dans la moyenne.

- **Monsieur Z** a utilisé un boîtier pour participer à l'enquête. Il a effectué 23 déplacements lors de la semaine soit une moyenne de 4,6 déplacements/jour. Le lundi il a utilisé un deux-roues motorisé pour aller travailler à Paris. Les autres jours, l'enquêté a emprunté la navette de rabattement mise en place par la CCPL pour prendre le bus à la gare autoroutière puis a pris le RER et enfin le métro pour se rendre à son travail. Lors de l'entretien post-enquête, Monsieur Z nous a fait part de certains dysfonctionnements : l'annulation de la navette entre Limours et la gare de Briis sans en avoir été informé ainsi que, pour son retour en fin d'après-midi des arrivées des bus en gare de Massy souvent à la dernière minute ce qui engendrait des bousculades et des doublements dans la file d'attente.

- **Mademoiselle T** est une lycéenne qui a utilisé l'application « FollowMe ». Elle ne s'est pas déplacée le lundi. Le mardi et le mercredi elle s'est déplacée pour motif école en prenant le bus de la gare autoroutière puis un autre bus pour rejoindre son lycée à Palaiseau. L'enquête par GPS nous a permis de voir qu'elle a eu un temps d'attente de 10 minutes à la gare de Massy pour reprendre son bus à destination de Briis-sous-Forges le mardi mais 30 minutes d'attente le mercredi en heures creuses à 12h10. Sans permis de conduire et donc tributaire des transports en commun, elle a également utilisé la navette pour rejoindre Forges-les-Bains une fois mais à trois reprises elle s'est fait accompagner en voiture pendant la semaine. Le jeudi et le vendredi, Mademoiselle T a effectué chaque jour un court déplacement à pied dans sa commune. Cette lycéenne n'a réalisé que 10 déplacements dans la semaine ce

qui est relativement peu mais se justifie par la période d'examen coïncidant avec la semaine de l'enquête.

- **Mademoiselle S** a fait du domicile-travail aller-retour 3 jours dans la semaine, avec des courts déplacements à pied autour de son lieu de travail pour aller déjeuner. Son itinéraire semble bien rodé : rabattement à la gare de Briis en voiture, bus, RER B, métro, et inversement pour le retour le soir. Le mardi soir, elle a eu un déplacement inhabituel. Un ami est allé la récupérer sur son lieu de travail à Paris en moto puis ils sont allés à Thiais pour motif loisirs. Mademoiselle S a ensuite été déposée chez elle en moto à 22h57. Le mercredi soir, elle est allée en voiture pour faire du sport à Limours.
- **Monsieur H** a utilisé l'application « Mes Parcours » et a réalisé 27 déplacements lors de sa semaine d'enquête soit 5,4 déplacements/jour. L'enquêté a pris deux jours de congés et n'a utilisé le bus de la gare de Briis-sous-Forges que 2 jours de la semaine pour se rendre à son travail à Montreuil. Le jeudi, Monsieur H est allé travailler en voiture. La navette de rabattement (Forges-les-Bains) n'a été prise qu'une seule fois. Le deuxième jour, l'enquêté s'est rabattu à la gare autoroutière en VP. En tout, on comptabilise 16 déplacements VP pour des motifs accompagnement-aller chercher, achats et affaires personnelles essentiellement durant ses deux jours de congés. Le suivi par GPS a permis, lors de l'entretien post-enquête, de préciser et de rappeler au participant des déplacements dont les motifs avaient été mal identifiés dans un premier temps, notamment un déplacement « VP passager » pour accompagner sa femme qui a pris l'avion à l'aéroport de Roissy, sa femme ayant donc conduit lors de ce trajet ainsi qu'un déplacement à la gare d'Orsay pour motif « accompagnement-aller chercher » que l'enquêté semblait avoir oublié.
- Enfin évoquons les **pérégrinations de Monsieur J** : habitant dans les Yvelines, cet enquêté met entre 2h et 2h15 selon les matins pour se rendre sur son lieu de travail à Briis-sous-Forges. Il enchaîne 7 modes : MaP, bus, train jusqu'à Versailles-Chantiers, RER C jusqu'à Massy, bus 91-02 sur l'A10, navette depuis la gare de Briis et MaP. Le mardi soir, il a été ramené en voiture de 20h40 à 21h22 (42 minutes). Mais le jeudi soir, ce « galérien » prend les TC : il part du travail à 19h11, ne s'arrête à aucun moment pour un autre motif et arrive chez lui à 22h46, soit 3h35 de déplacement (nous avons vérifié : il n'y avait pas de problème de transport ce jour-là). Lors du questionnaire téléphonique post-enquête, il s'est librement exprimé en disant que c'est la récompense financière qui l'a motivé.

4.9. Conclusion sur la mobilité des usagers de la gare de Briis-sous-Forges

L'enquête mobilité par GPS sur 5 jours ne permet pas de montrer s'il y a eu un impact de la gare sur le report modal. En revanche, les entretiens téléphoniques lors des questionnaires pré et post-enquête ont confirmé ce que l'on savait déjà. Avant la mise en place de la gare, les habitants de la CCPL avaient peu d'alternatives à la voiture pour aller vers Massy ou les Ulis et au-delà. Depuis 2006, année de l'ouverture de la gare, les habitants ont cette opportunité unique de laisser leur voiture à la gare et de prendre un bus à haute fréquence et rapide pour les emmener au moins jusqu'à Massy. Il n'est donc pas étonnant que cette gare rencontre un vif succès avec 310 000 utilisateurs en 2013, chiffre qui a été multiplié par quatre depuis 2006. Un tiers d'entre eux sont des habitués utilisant la gare tous les jours. Elle agit comme une station de métro en proche banlieue, avec son parking relais et un bus à haute fréquence. Le temps d'attente moyen à la tranche de pointe du matin est à peine de 3 minutes, l'usager arrive à la gare sans anticiper l'heure d'arrivée du bus.

Les résultats de l'enquête montrent cependant quelques difficultés :

- Malgré l'agrandissement récent du parking qui peut accueillir maintenant 340 voitures, il semble que la capacité reste encore insuffisante au regard de la demande de rabattement en voiture (70 % des personnes enquêtées se rabattent en voiture). En complément de l'augmentation de capacité du parking, les collectivités pourraient sensibiliser davantage les habitants au covoiturage et proposer au Stif (Autorité organisatrice des transports) de renforcer l'offre des navettes bus de rabattement.
- Une trop faible fréquence des 2 lignes de bus (91-02 et 91-03) en heures creuses, ce qui génère des temps d'attente élevés.
- 50 à 60 % des déplacements passant par la gare sont des déplacements qui vont au-delà de Massy. Il y a donc une rupture de charge à la gare de Massy pour prendre le RER ou un autre bus. Il serait donc intéressant d'étudier le prolongement des lignes de bus au-delà de Massy.

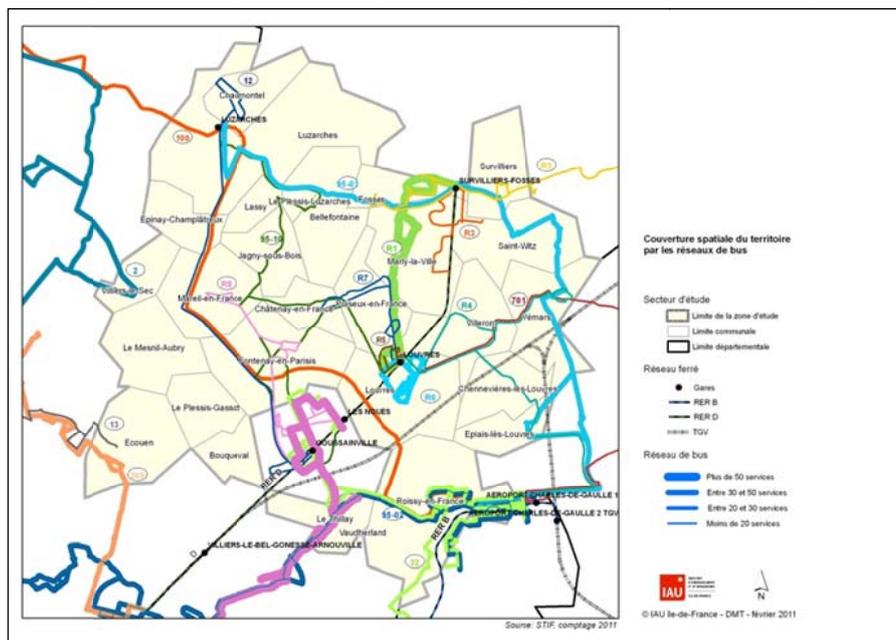
La base de données a été livrée à la CCPL qui pourra réaliser ses propres exploitations.

5. Deuxième enquête : 5 communes de la CARPF

5.1. Objectifs de la deuxième enquête

La deuxième enquête a été réalisée sur le territoire de la communauté d'agglomération Roissy Porte de France (CARPF).

Carte 19 : Réseau de bus actuel sur le territoire
(hors Goussainville, qui est entrée dans la CA début 2013)



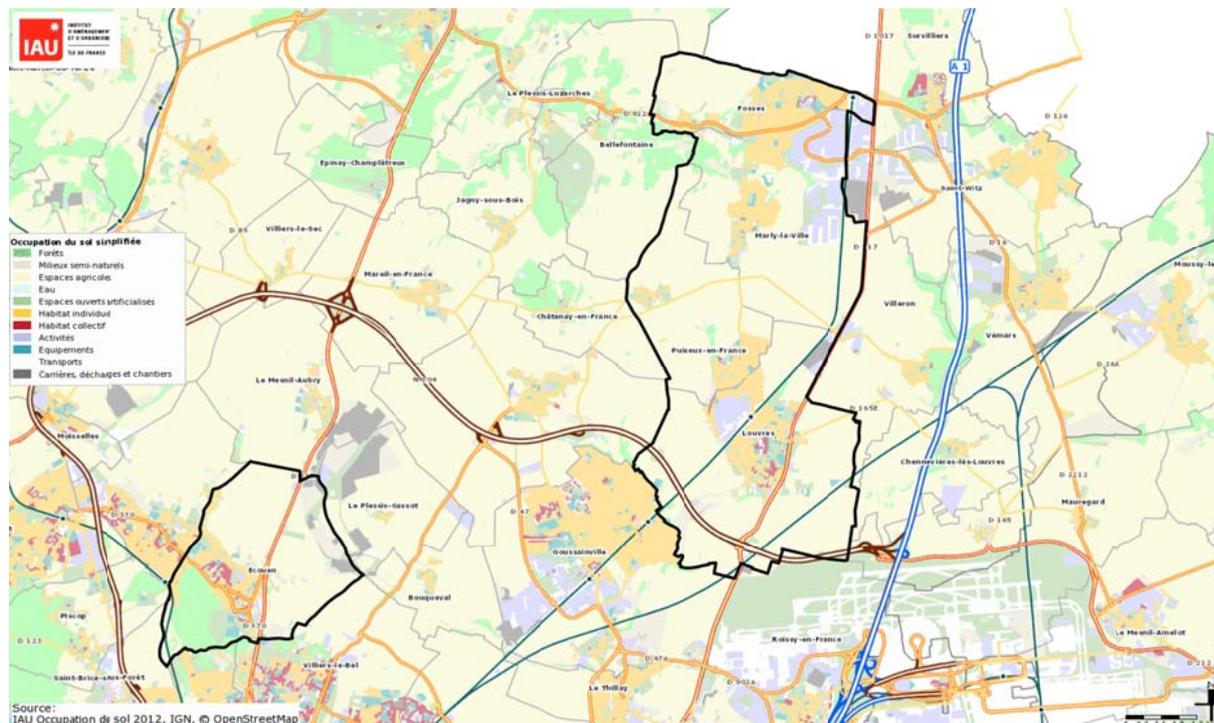
Il a été décidé en accord avec la CARPF que la population enquêtée porte sur les **actifs** résidant dans cinq communes : Ecouen, Fosses, Louvres, Marly-la-Ville, Puiseux-en-France. Elle s'est déroulée du lundi 13 janvier au vendredi 14 février 2014 (5 semaines).

L'objectif de l'enquête est de mieux connaître les lieux de travail des actifs des 5 communes, les modes de transport et les horaires de déplacements, ainsi que la multimodalité sur 5 jours de semaine. En particulier, la destination finale de ceux qui travaillent sur la plateforme aéroportuaire n'est pas bien connue (le fichier des migrations alternantes ne donne que la commune de destination).

5.2. Chiffres-clés de l'aire d'enquête

5.2.1. Mode d'occupation du sol

Carte 20 : MOS 2012 en 12 postes sur les 5 communes



Comme le territoire de la CCPL, celui de la CARPF présente les caractéristiques de l'espace périurbain : un habitat diffus, un archipel de centres urbains, une alternance de zones urbanisées et de zones naturelles et agricoles. Ecouen n'est pas adjacente aux quatre autres communes.

5.2.2. Données socio-économiques

Les tableaux suivants tirés des RGP montrent les chiffres principaux par commune.

Tableau 13 : Population

INSEE	Commune	Superficie en km ²	1990	1999	2006	2011	Croissance 1990-2011
95205	Ecouen	7,59	4 846	7 084	7 347	7 275	50%
95250	Fosses	3,64	9 620	9 998	9 738	9 572	0%
95351	Louvres	11,41	7 508	8 797	8 896	9 398	25%
95371	Marly-la-Ville	8,72	5 128	5 696	5 567	5 426	6%
95509	Puiseux-en-France	5,22	3 121	2 929	3 414	3 277	5%
TOTAL		36,58	30 223	34 504	34 962	34 948	16%

Source : RGP

Tableau 14 : Emplois

INSEE	Commune	Superficie en km2	1990	1999	2006	2010	Croissance 1990-2010
95205	Ecouen	7,59	1 484	1 370	1 659	1 655	12%
95250	Fosses	3,64	1 788	1 734	2 237	2 047	14%
95351	Louvres	11,41	2 252	2 433	2 509	2 355	5%
95371	Marly-la-Ville	8,72	2 064	1 914	1 965	2 217	7%
95509	Puiseux-en-France	5,22	236	220	374	390	65%
TOTAL		36,58	7 824	7 671	8 745	8 664	11%

Tableau 15 : Actifs

INSEE	Commune	Actifs en 2010	Taux d'emplois
95205	Ecouen	3 595	2,2
95250	Fosses	4 629	2,3
95351	Louvres	4 224	1,8
95371	Marly-la-Ville	2 542	1,1
95509	Puiseux-en-France	1 608	4,1
TOTAL		16 598	1,9

Source : RGP quart 2010 (yc chômeurs)

Tableau 16 : Migrations alternantes

INSEE	Commune	Même commune	Même départ.	Même rég.	Ext.rég.	Total
95205	Ecouen	557	1 322	1 651	65	3 595
95250	Fosses	757	1 417	2 189	266	4 629
95351	Louvres	737	1 428	1 998	61	4 224
95371	Marly-la-Ville	371	1 015	1 048	108	2 542
95509	Puiseux-en-France	180	592	768	68	1 608
TOTAL		2 602	5 774	7 654	568	16 598

Source : RGP quart 2010 (chômeurs non compris)

Tableau 17 : Motorisation des ménages

INSEE	Commune	Ménages ne disposant d'aucune voiture en 2006	Ménages disposant d'une voiture en 2006	Ménages disposant de deux voitures en 2006	Ménages disposant de trois voitures en 2006	Nombre total de ménages en 2006	Tx mot des ménages
95205	Ecouen	334	1 325	916	163	2 739	1,34
95250	Fosses	363	1 701	1 096	218	3 378	1,35
95351	Louvres	475	1 725	919	100	3 219	1,20
95371	Marly-la-Ville	173	910	769	137	1 990	1,44
95509	Puiseux-en-France	65	586	471	92	1 215	1,49
TOTAL		1 411	6 249	4 171	710	12 541	

Source : RGP 2006

5.3. Protocole

Le protocole est le même que celui de la première enquête.

Nous avons commencé à préparer cette enquête au début du mois de septembre 2013. Pour la phase de recrutement des participants, nous avons sous-traité à un institut de sondages retenu après une consultation auprès de trois instituts.

5.4. Recrutement des participants

Comme pour la première enquête, nous relatons ci-dessous le déroulement de cette phase cruciale dans une enquête mobilité, qui est en général très peu décrite dans les enquêtes ménages déplacements. Les notes ont été prises jour après jour pendant la période d'enquête.

15/09/2013 : une consultation a été lancée pour sous-traiter la phase de recrutement et de remplissage des questionnaires pré-enquêtes sur les caractéristiques individuelles et les habitudes de déplacement.

8/10/2013 : sélection de l'institut de sondages qui a réalisé la phase de recrutement de 350 individus par la méthode des quotas (représentativité spatiale, CSP, tranche d'âge et sexe).
Elaboration du questionnaire CATI et validation par l'IAU îdF par autotest (**annexe 5**).
L'enquête par GPS aura bien lieu du 13 janvier au 14 février 2014 (5 semaines).

Semaine du 18 novembre : pré-recrutement par affichage de posters en format A3 dans des lieux fréquentés (gares, centres commerciaux) faisant appel au volontariat (numéro vert et email mis en place par le prestataire).

26/11/2013 : distribution de flyers aux gares de Louvres, Fosses, Ecoeu (**annexe 6**).

Du 4 au 16 décembre 2013, y compris samedi, de 17h à 21h : recrutement téléphonique par l'institut de sondages et remplissage du questionnaire de 12 minutes en moyenne sur les habitudes de déplacement et caractéristiques de l'individu. En introduction, l'enquêteur téléphonique parle de la récompense de 15 € dès la troisième phrase. Mais en fait dès le début de l'entretien, 3 341 personnes répondent d'emblée "Ça ne m'intéresse pas !", sur 3 761 numéros appelés. Les enquêteurs de l'institut ont appris au fur et à mesure à

personnaliser l'introduction en fonction de la réaction des personnes appelées dans les premières secondes.

17 décembre 2013 : objectif du recrutement atteint. Nous avons pré-recruté au final 357 participants assez facilement dont 24 volontaires (sur 38 appels ou emails) retenus suite à la campagne d'information et de distribution de flyers. Tous les autres (grande majorité) ont donc été recrutés directement par l'institut de sondages à partir de leur base de tirage. Les quotas par ville ont été légèrement ouverts (+ ou - 10 %). Les participants ont répondu au questionnaire téléphonique CATI.

Ici se termine la prestation de l'institut de sondages. L'IAU îdF reprend la main.

5.5. Déroulement de l'enquête sur 5 semaines

20 au 22 décembre 2013 : nous envoyons aux 357 participants un email les remerciant pour leur participation, leur rappelant leur semaine d'enquête, et les informant qu'ils recevront un protocole d'enquête par email 5 jours avant le début de l'enquête. Nous demandons un accusé de réception. Résultat : 10 annoncent qu'ils renoncent, 150 Android, 120 iPhone, 25 boîtiers, 6 WindowsPhone, 3 Blackberry, 8 autres, 25 n'ont pas accusé réception, 6 n'ont pas d'adresse email, 4 à 6 erreurs de numéros de portable. Les 25 qui n'ont pas répondu posent problème. Un SMS leur a été envoyé : pas de réponse non plus.

8 janvier 2014 : nous adressons aux 52 participants de la première semaine un email les informant qu'ils recevront le lendemain le protocole de l'enquête (téléchargement de l'appli MesParcours, sur Google Play ou FollowMe sur AppStore). L'application SMOOTH version 2 développée par Pole Star est en cours de test. Nous préférons la mettre en place à partir de la troisième semaine d'enquête seulement. Elle intègre en particulier la géolocalisation indoor dans une dizaine de stations de métro (celles pour lesquelles la société a des mesures de signature wi-fi).

9 janvier 2014 : nous envoyons par email le protocole, dans l'email et ensuite en format pdf.

10 janvier 2014 : nous programmons 3 SMS différés pour lundi 13 matin à 6h15, mercredi 15 à midi et vendredi 17 à 20h30, pour garder le contact avec les participants.

13 au 17 janvier 2014 : première semaine d'enquête. 52 participants : 27 sur Android MesParcours, 25 sur iOS FollowMe. 1 a abandonné dès le lundi, 1 a eu des problèmes

d'installation de l'appli et demande à faire l'enquête la semaine prochaine, 2 autres n'ont pas compris le protocole.

Par ailleurs, 3 nouveaux volontaires nous ont contactés. Ils s'ajoutent aux 357 participants de départ. Sur les 25 qui ne s'étaient pas manifestés avant Noël, 5 nous ont finalement répondu. Pour la semaine prochaine, 9 personnes sur boîtier. Nous les avons contactées par téléphone pour leur dire qu'on leur envoyait le boîtier et le câble de rechargement par courrier normal, et à l'intérieur de l'enveloppe une enveloppe pré-timbrée à 2,45 € pour le retour du boîtier.

20 au 24 janvier 2014 : deuxième semaine d'enquête. 64 participants : 27 sur Android, 28 sur iOS, 11 sur boîtier. 2 abandons sur Android et 2 sur boîtier.

Réception de la première semaine : 31 participants sur 48 ont envoyé leurs fichiers depuis leur smartphone, 2 ont abandonné. Des relances sont faites pour les 15 autres mais sans trop d'illusion. L'analyse des traces sur Travel Recorder a commencé dès lundi après-midi.

Préparation de la semaine 3 : 1 nouveau volontaire a appelé. 53 participants : 29 Android dont 4 sur la nouvelle application SMOOTH développée par Pole Star, 24 iPhone

27 au 31 janvier 2014 : troisième semaine d'enquête. 4 abandons lundi.

Réception de la deuxième semaine : 36 participants smartphone sur 55 ont envoyé leurs fichiers, 9/9 boîtiers retournés. Des relances sont faites pour les 15 autres.

Préparation de la semaine 4 : 1 nouveau volontaire a appelé. 69 participants : 48 Android dont 6 sur la nouvelle application SMOOTH, 21 iPhone

3 au 7 février 2014 : quatrième semaine d'enquête. 4 abandons lundi.

Réception de la troisième semaine : 27 participants smartphone sur 53 ont envoyé leurs fichiers. Des relances sont faites pour les autres.

Préparation de la semaine 5 (dernière) : 63 participants : 30 Android dont 6 sur la nouvelle application SMOOTH, 22 iPhone, 11 boîtiers

10 au 14 février 2014 : cinquième et dernière semaine d'enquête. 3 abandons lundi.

Réception de la quatrième semaine : 35 participants smartphone sur 69 ont envoyé leurs fichiers. 3 sur 6 fichiers de la nouvelle application SMOOTH ont été reçus automatiquement sur le serveur de Pole Star. Des relances sont faites pour les autres. Nous recevons aussi des fichiers de participants des semaines précédentes grâce aux relances téléphoniques. L'un des problèmes rencontrés est l'envoi à la fin de l'enquête sur l'application MesParcours.

L'interface est variable selon le smartphone et la version Android¹⁵, donc le protocole ne correspond pas tout à fait, surtout la partie qui traite de l'envoi des données par l'enquête.

17 au 28 février 2014 : vacances de février. Le taux de déperdition étant plus élevé que sur l'enquête de Briis-sous-Forges, nous envisageons une sixième semaine d'enquête. Nous recontactons quelques participants motivés qui ont rencontré des problèmes avec l'application et leur proposons de refaire l'enquête la semaine du lundi 3 au vendredi 7 mars. 17 personnes acceptent, dont une dizaine de nouveaux volontaires qui se sont manifestés tardivement. Au final, il y a 1 boîtier, 7 android MesParcours, 2 android SMOOTH, 7 FollowMe.

5.6. Répartition finale des participants

Sur les 357 recrutés au départ, plus 10 qui se sont ajoutés en cours d'enquête, il y a au final seulement 156 personnes qui ont réellement participé à l'enquête et pour lesquelles nous avons au moins une journée entière de géotracés exploitables.

Tableau 18 : Répartition finale des participants selon la semaine et l'OS

	Android	iPhone	Boîtier	Total
13 au 17 janvier	12	15		27
20 au 24 janvier	13	18	9	40
27 au 31 janvier	13	11		24
3 au 7 février	20	11		31
10 au 14 février	10	7	11	28
3 au 7 mars	3	2	1	6
Total	71	64	21	156

5.7. Analyse des traces GPS et construction de la base de données

L'analyse des traces, la construction de la base de données et l'exploitation ont été rendues possibles par le recrutement d'un technicien en CDD de 3 mois, de janvier à mars 2014. Son coût a été pris en compte dans le coût unitaire de l'enquête. Un extrait de la base est fourni en **annexe 6**.

¹⁵ Problème bien connu des développeurs dit de la « fragmentation d'Android », c'est-à-dire de la multiplicité des versions d'Android depuis la 2.1 jusqu'à la 4.4.4., autrement dit depuis Eclair, en passant par FroYo, Gingerbread, Honeycomb, Ice Cream Sandwich, Jelly Bean, et enfin KitKat.

5.8. Résultats

5.8.1. Résultats de base

L'enquête s'est donc déroulée sur 6 semaines entre le 13 janvier et le 7 mars 2014 avec 156 enquêtés au final, soit 722 jours et 3 065 déplacements. Le taux d'abandon est donc de 54 % (201 sur 370), plus élevé que sur l'enquête de Briis.

Parmi les 156 enquêtés, 132 nous ont fait parvenir des traces exploitables sur les 5 jours ou qui ont pu être complétées lors d'un entretien téléphonique post-enquête. Pour les 24 enquêtés restants, certains jours sont manquants et n'ont pas été reconstitués afin de ne pas biaiser l'enquête.

L'échantillon étant quasi-représentatif par la méthode de sélection par quota, nous avons choisi de ne pas redresser l'enquête.

5.8.1.1. Volume de la base

La base comporte **3 062 déplacements pour 156 individus et 722 jours** (y compris les jours où l'individu n'est pas sorti de son domicile).

5.8.1.2. Taux de mobilité

Tableau 19 : taux de mobilité

	Enquête 5 communes 2014	Région (EGT 2010)	Périurbain+rural (EGT 2010)
Taux de mobilité	4,3	3,87	3,75

Le nombre moyen de déplacements atteint 4,3. L'écart-type est très élevé (2,5).

Disparités selon le sexe

Trois différences notables peuvent être soulignées :

- Les hommes font plus de déplacements que les femmes (4,4 déplacements par jour contre 4,1 pour les femmes).
- Les femmes marchent plus que les hommes (la marche atteint une part modale de 18 % chez les femmes, soit plus de 7 points de plus que chez les hommes). À contrario, les hommes utilisent plus souvent la voiture et les transports en commun que les femmes (+4 points pour les déplacements en voiture et +3 points pour les transports en commun).
- Les déplacements ayant pour motif un accompagnement sont supérieurs de 6 points chez les femmes que chez les hommes (16 % contre 11 %). Aussi, les hommes effectuent plus de déplacements professionnels (13 % contre 6 %).

Disparités selon les CSP

L'enquête révèle des spécificités de déplacement selon les CSP des enquêtés. Les artisans, commerçants et chefs d'entreprise et les ouvriers effectuent plus de déplacements par jour et utilisent beaucoup plus souvent la voiture (respectivement 84 % et 74 % contre une moyenne de 67 %). Les cadres et professions intellectuelles supérieures se distinguent par l'utilisation plus importante des transports en commun (24 % contre une moyenne de 17 %) et les employés effectuent plus de déplacements à pied que les autres classes (19 % contre une moyenne de 15 %).

Le nombre moyen de déplacements par jour chez les ouvriers est très élevé, du fait de la présence de nombreux chauffeurs-livreurs.

5.8.1.4. Parts modales par mode regroupé

Graphique 1

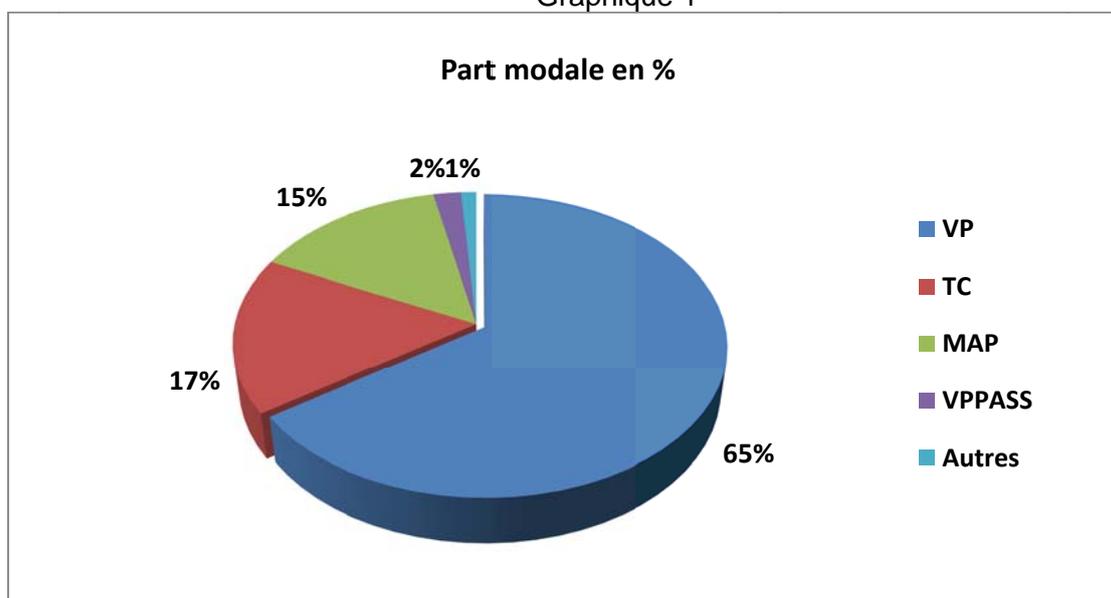


Tableau 20 : Comparaison des parts modales

Mode regroupé	Enquête 5 communes 2014	Région (EGT 2010)	Périurbain-rural <->Périurbain-rural (EGT 2010)
TC	17 %	20 %	6 %
VP	67 %	38 %	60 %
2R	1 %	3 %	1 %
MAP	15 %	39 %	33 %
Total	100 %	100 %	100 %

Sur les 3 065 déplacements recensés, 67 % ont été effectués exclusivement en voiture (conducteur ou passager). L'usage du deux-roues est marginal. Dans la base, il y a un seul déplacement en vélo.

Parmi les utilisateurs des transports en commun, 30 % utilisent une voiture comme mode de rabattement ou de diffusion. À l'inverse, une grande majorité des usagers des transports collectifs (64 %) n'utilisent aucun autre mode de transport (marche à pied uniquement).

Si l'automobile est de loin le mode de transport le plus utilisé, l'écart avec les transports en commun se réduit nettement lorsque l'on considère uniquement les déplacements entre le domicile et le lieu de travail. Sa part modale est réduite à 41 %, contre 51 % pour les transports en commun. Les transports en commun sont donc principalement utilisés pour se rendre sur le lieu de travail. Aussi, 60 % des trajets effectués en transport en commun le sont pour un motif domicile – travail.

5.8.1.5. Chaînes modales

On comptabilise 61 chaînes modales différentes.

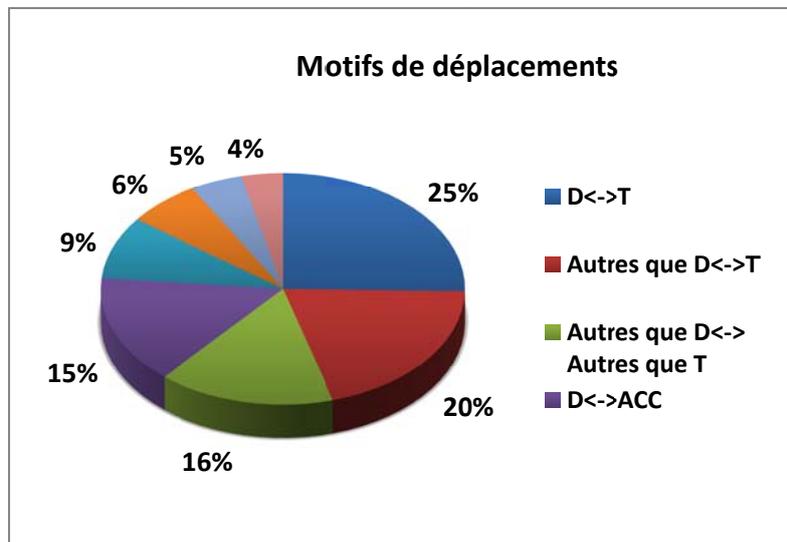
Tableau 21

BUS	29	METRO+TRAIN	17	TRAIN+METRO+TRAIN+VP	5
BUS+METRO	1	METRO+TRAIN+BUS	6	TRAIN+RER	1
BUS+METRO+RER+VPPASS	1	METRO+TRAIN+VP	6	TRAIN+RER+METRO	5
BUS+RER	19	METRO+TRAM+RER	1	TRAIN+RER+TRAIN+RER+VP	5
BUS+RER+BUS	20	METRO+TRAM+RER+VP	1	TRAM+RER+VPPASS	4
BUS+RER+METRO	34	PL	29	VELO	1
BUS+RER+METRO+BUS	2	RER	27	VELO+RER	6
BUS+RER+VP	1	RER+BUS	31	VP	2006
BUS+TRAIN	1	RER+BUS+VP	1	VP+RER	15
BUS+TRAIN+BUS	4	RER+METRO	13	VP+RER+BUS	4
BUS+TRAIN+METRO	5	RER+TRAIN+BUS	1	VP+RER+METRO	40
BUS+TRAIN+RER	1	RER+TRAIN+VP	1	VP+RER+METRO+TRAIN	4
MAP	447	RER+TRAM	5	VP+RER+TRAIN	5
METRO	36	RER+TRAM+METRO	1	VP+RER+TRAM+METRO	1
METRO+RER	18	RER+VELO	4	VP+TRAIN+METRO	6
METRO+RER+BUS	24	RER+VP	13	VP+TRAIN+METRO+TRAIN	5
METRO+RER+TRAIN+BUS	5	TAXI	5	VP+TRAIN+RER	2
METRO+RER+TRAIN+VP	1	TRAIN	11	VPPASS	63
METRO+RER+VP	36	TRAIN+METRO	13	VPPASS+RER	1
METRO+RER+VPPASS	6	TRAIN+METRO+RER+VP	4	VPPASS+RER+BUS	1
				VPPASS+RER+METRO	4
				Total	3065

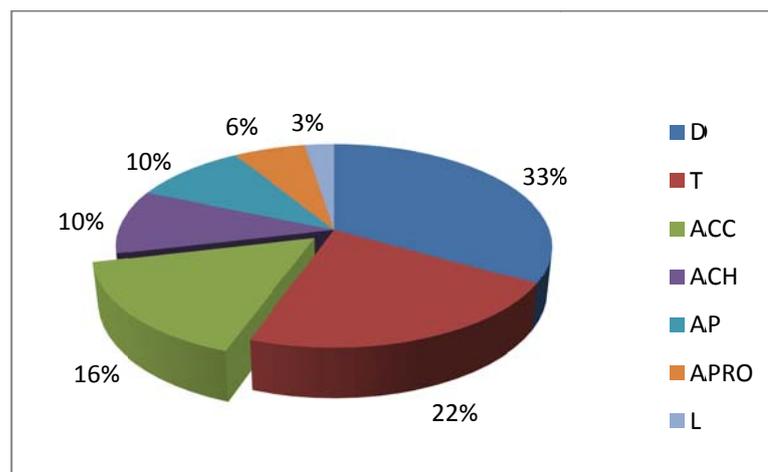
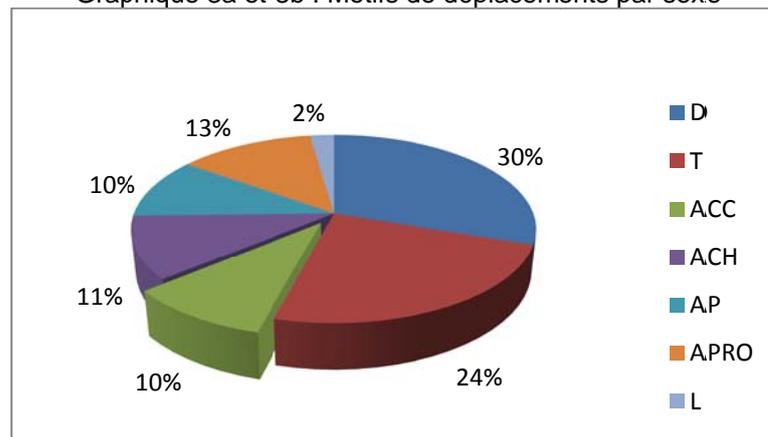
5.8.1.6. Motifs de déplacements

Les 3 graphiques suivants montrent la répartition des motifs de déplacement des enquêtés.

Graphique 2



Graphique 3a et 3b : Motifs de déplacements par sexe



Les déplacements domicile – travail sont les déplacements les plus observés, bien qu'ils ne représentent qu'un quart des déplacements totaux. Les déplacements vers ou depuis le lieu de travail sont plus d'une fois sur quatre déconnectés du domicile. Aussi, 20 % des déplacements vers ou depuis le lieu de travail sont couplés avec un motif autre que le domicile : accompagnement (13 %), affaires professionnelles (10 %) et achats (7 %) notamment.

Les déplacements pour motif accompagnement atteignent 13 % sur l'ensemble des déplacements, devant les déplacements pour motif achat (10 %), affaires personnelles (10 %) et affaires professionnelles (9 %).

5.8.1.7. Destination pour le motif domicile->travail+affaires professionnelles

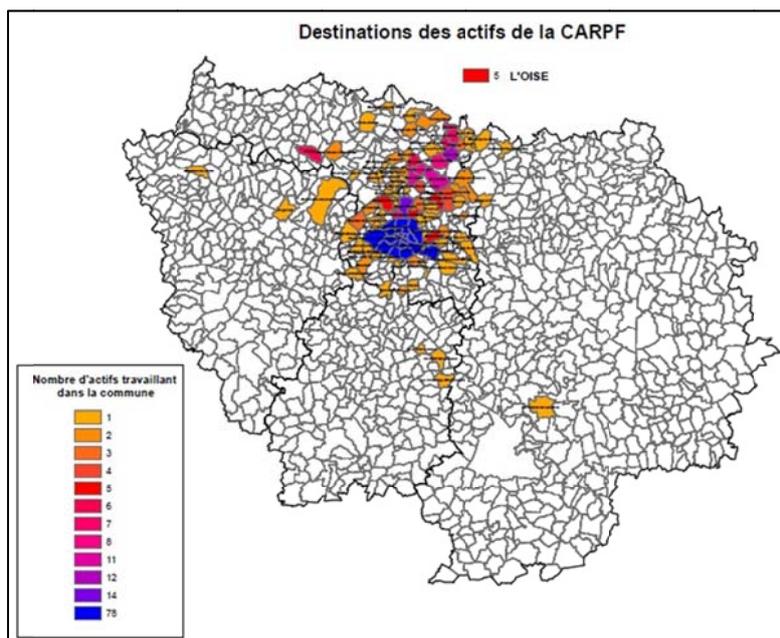
Pour les déplacements domicile-travail+affaires professionnelles, 30 % des déplacements ont pour destination Paris et les Hauts-de-Seine, 48 % le Val-d'Oise et 16 % la Seine-Saint-Denis.

La part d'actifs travaillant sur la plateforme aéroportuaire de Roissy-CDG atteint 12 % (la destination précise est connue grâce au GPS), et sur le territoire de Roissy Porte de France 29 %. Les deux correspondent à des déplacements de courte distance. Enfin, le nombre d'actifs travaillant dans leur commune de résidence est très faible (3 %).

5.8.1.8. Lieux de travail par commune

Le questionnaire pré-enquête posé au moment du pré-recrutement de 367 personnes fournit l'information de la commune du lieu de travail. Ces communes apparaissent sur la carte 21.

Carte 21



5.8.1.9. Boucles de déplacement

Une boucle de déplacement est une suite de déplacements depuis le domicile jusqu'au retour au domicile. Par exemple, une boucle domicile-accompagnement-travail-achat-domicile comprend 3 activités. Le nombre d'activités effectuées au sein d'une boucle est un indicateur du niveau d'optimisation du budget-temps de déplacement. Nous avons calculé que le nombre moyen d'activités par boucle est de 2,3.

5.8.1.10. Durée moyenne de déplacement

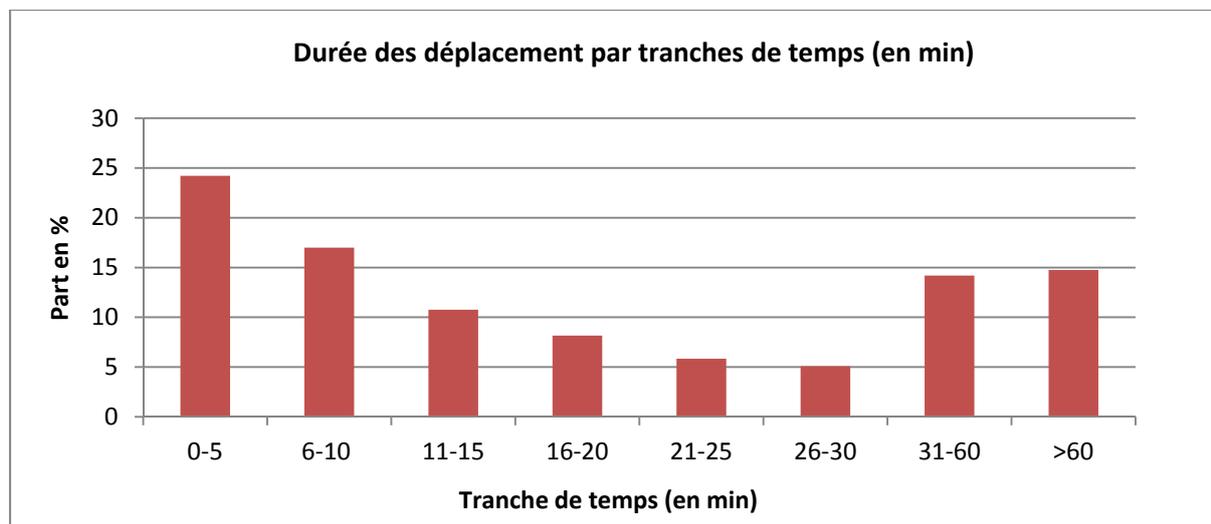
Tableau 22 : durée de déplacement

	Enquête 5 communes 2014	Région (EGT 2001)	Grande couronne (EGT 2001)
Durée moy. de dépl.	26 min	24 min	24 min

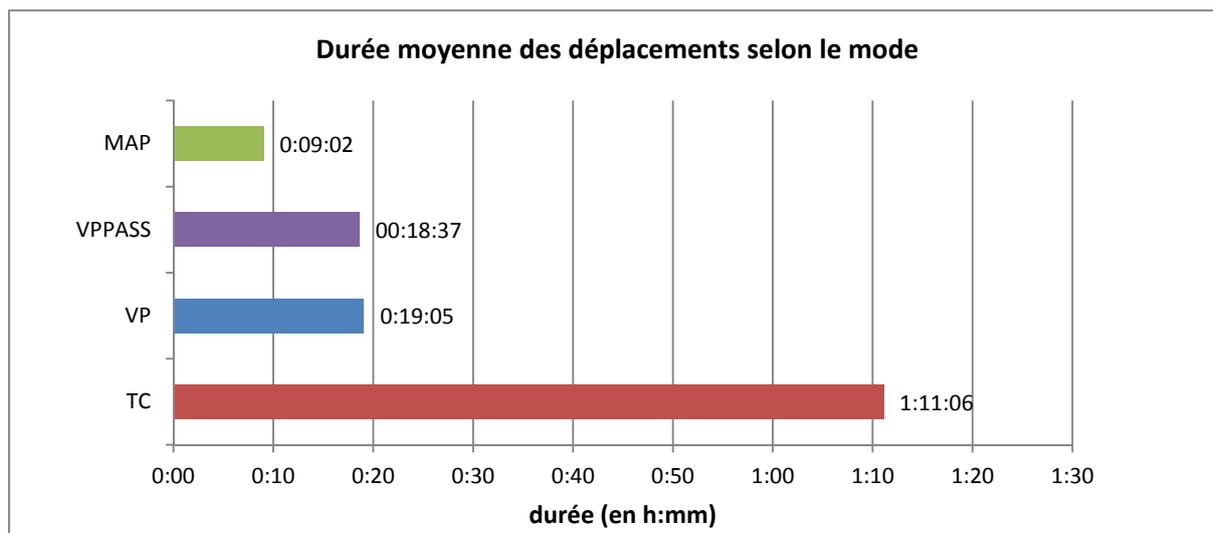
Environ un quart des déplacements (24 %) ont une durée inférieure à 5 minutes et 29 % des déplacements font plus de 30 minutes.

Les durées des déplacements sont très variables selon le mode utilisé et le motif de déplacement. Les déplacements les plus courts se font majoritairement en voiture (44 % des déplacements en voiture ont une durée inférieure ou égale à 10 minutes) et à pied (74 % des déplacements à pied ont une durée inférieure ou égale à 10 minutes).

Graphique 4



Graphique 5



Pour le motif domicile – travail, la durée moyenne d'un déplacement en voiture est de 28 minutes contre plus d'une 1 heure 15 minutes pour les usagers des transports en commun. Aussi 71 % des déplacements en transport en commun font plus d'une heure, contre 4 % pour les trajets en automobile.

5.8.1.11. Multimodalité sur 5 jours

Tableau 23

Voiture seulement	47 %
Transport en commun seulement	7 %
MaP seulement	0 %
VP+TC seulement	0 %
Différents modes	47 %
	100 %

Près de la moitié des actifs utilisent plusieurs modes différents dans la semaine. Près de la moitié sont des usagers exclusifs de la voiture.

5.8.2. Quelques déplacements détaillés

- **Monsieur X** a utilisé l'application « FollowMe ». Il a effectué 39 déplacements pendant la semaine soit 7,8 déplacements/jour ce qui est presque le double de la moyenne des actifs sur les cinq communes enquêtées de la CARPF. Le mode utilisé a été la VP pour 31 déplacements et pour les motifs obligés travail, affaires

professionnelles et retour au domicile. Les 8 autres déplacements pour motifs accompagnement et achats ont été faits à pied à Louvres, commune du domicile de l'enquêté. La profession de Monsieur X ainsi que ses horaires décalés de travail expliquent assez aisément la non-utilisation des transports en commun.

- **Madame Y** a utilisé l'application SMOOTH. Sur 47 déplacements lors de sa semaine d'enquête, elle a utilisé essentiellement (32 déplacements) sa voiture pour aller travailler à Ecouen et pour le motif accompagnement/aller chercher. Des déplacements courts pour motifs achats et loisirs ont été faits à pied toujours dans une boucle de déplacements avec comme mode principal la VP. La moyenne des déplacements est de 9,4 déplacements/jour ce qui est très supérieur à la moyenne de 4,25 déplacements/jour.
- **Monsieur V** habite Louvres et a utilisé un boîtier lors de sa semaine d'enquête. Il a réalisé 19 déplacements (3,8 déplacements/jour) et emprunté les transports en commun (RER+BUS) pour aller travailler 4 jours de la semaine à Courcouronnes avec un temps moyen de parcours de 1h50. Habitant non loin de la gare de Louvres, l'enquêté s'est rabattu à pied à la gare tous les jours de la semaine. Monsieur V s'est déplacé 3 fois pour motif affaires professionnelles le mardi et le mercredi à Melun et à Paris et a pour cela utilisé le RER et le métro. On recense des déplacements en VP pour des courts trajets à Saint-Witz pour motif affaires personnelles ainsi qu'un retour au domicile en tant que VP passager puis RER le vendredi.
- **Monsieur Z** habite à Fosses et a utilisé l'application « Mes parcours. Il a effectué 21 déplacements en voiture particulière. Quasiment tous ses déplacements l'ont été pour des motifs travail, affaires professionnelles et retour au domicile, avec des temps de parcours de l'ordre de la demi-heure. Les autres motifs accompagnement/ aller chercher, affaires personnelles avec des temps de parcours assez courts (5 à 10 mn) ont également été effectués en VP. Monsieur Z travaille au Blanc Mesnil, le temps de parcours en RER normal est de 1h10 entre Fosses et le Blanc Mesnil en heure de pointe, ce qui explique assez aisément le choix modal en faveur de la VP fait par l'enquêté.
- **Mademoiselle F** a effectué 15 déplacements dans la semaine : 3 le lundi et 12 le vendredi. Elle est restée chez elle les 3 autres jours. Son métier l'oblige à de nombreux déplacements professionnels en Seine-Saint-Denis, qu'elle ne peut effectuer qu'en voiture afin d'optimiser son budget temps.

5.9. Conclusion sur la mobilité des actifs des cinq communes

L'enquête fait ressortir les points principaux suivants sur la mobilité des actifs :

- La voiture est reine : deux déplacements sur trois. C'est plus que la moyenne dans les autres territoires périurbains en Île-de-France. Il est important de remarquer qu'elle est ici un mode de proximité. Elle est utilisée principalement pour effectuer des déplacements courts et accomplir plusieurs motifs à la suite. Seulement 4 % des déplacements VP durent plus d'une heure, contre 71 % en TC. En dehors des destinations pour motif travail à Paris et les Hauts-de-Seine, les actifs utilisent la voiture pour se rendre en Seine-Saint-Denis, dans le Val-d'Oise et la plateforme de Roissy, là où l'offre TC n'est pas attractive.
- Les TC lourds sont le mode prépondérant sur des longues distances (Paris et Hauts-de-Seine).
- Les modes mécanisés alternatifs à la voiture et au TC lourds sont quasiment absents de notre base de données (le vélo apparaît 11 fois sur 3065 déplacements, dont 1 seule fois en déplacement comme mode unique).
- La multimodalité sur 5 jours est caractéristique de la mobilité de ces actifs. Près d'un actif sur deux change de mode d'un jour à l'autre.
- L'intermodalité sur une journée, aussi variée soit-elle, n'est pas réellement une caractéristique de la mobilité de ces actifs.
- Le covoiturage est marginal : entre 4 et 6 % des trajets (y compris les rabattements) en voiture.

Si on met en parallèle les deux enquêtes, on observe qu'un équipement d'envergure comme la gare de Briis, qui mérite vraiment d'être appelée gare de par son succès, est un levier puissant de report modal car il répond à une demande précise de desserte du pôle économique et multimodal de Massy. En revanche, les solutions alternatives à la voiture (transport à la demande, taxis communautaires, bus locaux, pistes cyclables) mises en place par la CARPF ne parviennent pas à provoquer un report modal significatif.

Notre conclusion est qu'il faudrait créer dans les espaces périurbains une offre d'envergure, puissante, visible, en complément (ou pas) des mesures catégorielles. Pour le territoire de la CARPF, on pourrait envisager le déploiement d'une flotte de voitures électriques en libre partage (classée comme mode alternatif) avec une densité très élevée de stations de recharge (deux places suffisent par station) ou une flotte de mini-bus locaux à très haute fréquence. L'équilibre économique de ces flottes est évidemment à étudier.

La base de données a été livrée à la CARPF qui pourra réaliser ses propres exploitations.

6. Bilan de la recherche SMOOTH

Nous distinguons le bilan de l'application SMOOTH sur smartphone développée par Pole Star et la méthodologie SMOOTH proprement dite avec ses trois étapes.

6.1. Bilan de l'application SMOOTH

Le bilan est mitigé mais reste encourageant. L'application dans sa version actuelle est une maquette et ne saurait être encore opérationnelle à grande échelle. Les deux enquêtes ont servi d'expérimentations à cette application. Seulement 15 enquêtés (sur 239) ont utilisé l'application SMOOTH. Cet échantillon mériterait d'être augmenté pour évaluer l'application.

6.1.1. Avantages/inconvénients

On relève des atouts par rapport aux applications gratuites existantes :

- L'envoi des fichiers d'enregistrement en léger différé est entièrement automatisé.
- L'ensemble des fichiers est regroupé en un seul par Pole Star puis déposé sur le serveur. Il n'y a donc qu'un seul fichier à analyser sur les 5 jours.
- Le redémarrage de l'application est automatique en cas d'extinction du smartphone.
- La mise au format pour le logiciel de visualisation Travel Recorder est automatique.
- Lorsqu'il n'y a pas de coupures, on obtient après traitement de filtrage, des traces propres, avec peu de points parasites, faciles donc à interpréter.
- La version 2 a permis de limiter les fermetures inopinées de l'application, même si elles pouvaient encore se produire selon les niveaux de sollicitation du smartphone par l'enquêté.

Néanmoins, même dans la version 2 utilisée pour la deuxième enquête, de nombreux problèmes subsistent :

- Certains envois automatisés en mode wi-fi n'ont pas abouti sur le serveur, pour des raisons inexpliquées à ce jour.
- L'identification des très courts déplacements « noyés » dans un nuage de points n'a pas été concluante mais reste théoriquement possible en ajustant le degré de filtrage.
- Les coupures GPS et autres « trous » de mesure semblent plus fréquentes que sur les autres applications. Néanmoins la version 2 est plus robuste que la version 1, les coupures sont limitées à de courtes durées. Dans la version 2, l'application n'est pas encore totalement passive. Des améliorations sont encore à apporter pour qu'elle le devienne. Pour l'instant, son utilisation suppose que l'utilisateur soit attentif au bon

fonctionnement de la prise de mesures. Il est compliqué *a posteriori* de savoir si l'absence de mesures provient d'un téléphone éteint ou d'un bug de l'application. La capacité à enregistrer ce type d'événements ainsi que la capacité d'avertir l'utilisateur lors de la détection d'un problème dans la qualité de la prise de mesures sont des axes d'amélioration de l'application actuelle.

- Le repérage automatique des passages dans le métro et le RER dans Paris n'a pas été réalisé en l'absence de la base de signatures des points d'accès wi-fi et malgré quelques mesures prises par l'auteur de l'étude.
- Le degré de filtrage de l'algorithme était à certains moments trop fort, ce qui au final devenait contre-productif car le technicien ne parvenait pas à repérer rapidement les lieux d'activité (arrêt de plus de quelques minutes). Il est possible dans ces cas que des très courts déplacements aient été supprimés, ce que justement nous cherchions à éviter.
- Les fichiers bruts arrivant sur le serveur de Pole Star avec parfois plusieurs jours de décalage, l'IAU îdF n'avait pas le contrôle intégral sur ces fichiers.
- En terme de consommation de la batterie, l'application est très énergivore par rapport à l'application FollowMe sur iOS mais de même niveau que l'application MesParcours.

6.1.2. Améliorations possibles

Au final, on peut envisager des améliorations de l'application. Des pistes ont déjà été évoquées dans la partie 3.5 sur un traceur spécifique.

Trois grandes options techniques se présentent alors :

6.1.2.1. Utiliser le téléphone mobile des enquêtés

Une application mobile est alors développée et téléchargée par les personnes sondées, suivant un protocole à définir. C'est le mode opératoire qui a été retenu pour l'expérimentation du projet SMOOTH. L'avantage de cette solution est de ne présenter qu'un faible coût d'investissement et un coût d'exploitation presque nul. En effet, les smartphones et les communications sont payés par les enquêtés (ce qui devrait légitimer la récompense financière), seuls restent à payer des coûts modiques d'hébergement des données remontées. Cette solution permet également de suivre la mobilité des personnes sur une durée plus longue sans surcoût, ou plus courte au contraire si on souhaite compresser la durée d'enquête, ou étaler facilement les enquêtes sur de plus grandes durées. Les

inconvénients de cette méthode sont d'abord techniques puisqu'il va être difficile d'adapter un tel logiciel à tous les types de téléphones (aujourd'hui seuls les smartphones sous Android ont pu être ciblés, même s'ils représentent environ 70 % à 80 % du parc installé), et donc méthodologiques puisque cette limitation technique est susceptible de biaiser l'échantillon de test. Par ailleurs, l'impact d'une telle application mobile de collecte sur la consommation batterie du téléphone peut inciter certains enquêtés à stopper l'application (surtout le premier jour d'enquête), quand cela n'est pas décrété automatiquement par le système d'exploitation. Nous avons subi ces inconvénients dans le projet et avons implémenté un bon nombre d'optimisations de consommation et de techniques de redémarrage automatique pour éviter ces phénomènes.

Dans ce cas de figure, seule une application mobile devra être développée pour le traceur (industrialisation de l'application mobile SMOOTH).

Tableau 24

Avantages	Inconvénient
faible coût : faible investissement, presque aucun frais récurrent	contraint l'échantillon d'enquête
les fonctions de localisation des smartphones progressent énormément, promettant une précision accrue et une disponibilité de la localisation même dans les bâtiments, réduisant encore le besoin d'investissement	

Coût :

Un budget approximatif de 150 k€ sera nécessaire pour industrialiser une application mobile, le logiciel serveur ainsi que les post-traitements à appliquer aux mesures. Les coûts d'exploitation seront minimes, principalement liés à l'hébergement des données (compter quelques k€ par an environ).

6.1.2.2. Faire réaliser un « traceur » spécifique

Cette option a été détaillée dans la partie 3.5. L'avantage de cette solution en termes de protocole d'expérimentation est qu'elle permet une totale liberté sur le choix des personnes ciblées, dans la mesure où elle ne nécessite aucun prérequis matériel sur la personne enquêtée. L'inconvénient de cette solution est qu'elle nécessite à la fois un coût d'investissement R&D et un coût récurrent de fabrication.

En matière d'évaluation technique, les spécifications imposent une richesse technique du boîtier. Au-delà du boîtier lui-même, une intégration non évidente doit être faite avec des fournisseurs de données d'assistance GNSS et de bases de données de localisation.

Tableau 25

Avantages	Inconvénients
maîtrise de bout-en-bout de la solution	fort investissement nécessaire
pas de contrainte sur l'échantillon	fort coût récurrent des traceurs
	risque d'obsolescence

Coûts :

- Coût de R&D et de prototypage : difficile à évaluer, en fonction de la base disponible. Par exemple, des *reference design* inspirés des smartphones doivent être disponibles dans des sociétés spécialisées (« ODM » pour *Original Design Manufacturers*). Compter environ 500 k€.
- Coût récurrent : un tel équipement, sorti dans une série d'environ 10 000 unités (donc réutilisation 5 fois environ de l'équipement) devrait coûter dans sa version simple environ 100 € pièce, et dans sa version la plus élaborée environ 500 € pièce.

Conclusion : cette solution semble difficilement viable, totalisant entre 1,5 et 5 millions d'euros d'investissement avec un fort risque d'obsolescence.

6.1.2.3. Approvisionner un traceur sur étagère

Par les contraintes techniques exigées et des considérations de prix, un smartphone du commerce, éventuellement enserré dans un boîtier, pourrait être une solution économe.

Dans cette solution, des smartphones du commerce sont achetés et prêtés comme traceurs aux personnes enquêtées. Cette solution peut être mixée avec la première, permettant de ne prêter des smartphones qu'aux personnes n'ayant pas le téléphone approprié.

Techniquement, cette solution est une solution intermédiaire entre les deux précédentes. Elle présente l'avantage de pouvoir toucher toutes les personnes sondées sans besoin d'un fort investissement.

Tableau 26

Avantages	Inconvénient
coût modéré	risque de vol du smartphone prêté
maîtrise de bout-en-bout de la solution	
pas de contrainte sur l'échantillon	
permet de bénéficier d'une série d'évolutions technologiques apportées par le marché des smartphones	

Coûts :

- Investissement : idem première solution, environ 150 k€ pour l'application mobile et la plate-forme d'hébergement et de post-traitement des données.
- Coûts récurrents : des smartphones bas coût remplissant les fonctions souhaitées aujourd'hui coûtent environ 150 €, prix d'autant plus atteignable que l'achat se fera en volume significatif.

Si on considère que 70 % des personnes enquêtées seront équipées à terme d'un téléphone compatible avec l'option 1, environ 15 000 personnes auront besoin d'un smartphone acheté par le maître d'ouvrage de l'enquête. En reprenant, par souci de cohérence, l'hypothèse d'une réutilisation sur 5 sondages, ceci porte le besoin d'acquisition à 3 000 unités.

Ainsi, le budget total de cette option est d'environ 600 k€.

Un budget complémentaire de « customisation » du smartphone par le constructeur – ou l'utilisation de plates-formes de contrôle professionnelles des terminaux - pourrait être nécessaire afin d'assurer son bon usage par tous (simple appui sur le bouton marche / arrêt pour lancer l'intégralité du smartphone et de son application de traceur, sans demande de code PIN, et en verrouillant les autres fonctions et paramètres).

6.2. Bilan de la méthodologie SMOOTH

Rappelons les raisons qui nous ont poussés à considérer des modes électroniques de collecte de l'information des déplacements :

- durée de réalisation prohibitive (3 ans entre le début de l'enquête et la mise à disposition des fichiers pour la dernière EGT) ;
- difficulté de recrutement (refus croissant des personnes à ouvrir leur porte) ;
- manque de fiabilité de certaines données (déclaratif) ;

- coût très élevé des enquêtes traditionnelles en face-à-face.

Sur chacun de ces points, la méthodologie SMOOTH apporte-t-elle un avantage ?

Durée de réalisation et recrutement ?

Les deux sont en effet liés, ainsi qu'avec la phase de redressement. Sur le recrutement, nous pensons qu'il faut aujourd'hui motiver les participants par une récompense financière. Le pré-recrutement sur nos deux enquêtes s'est bien passé, il n'y a pas eu de difficultés majeures. Ensuite les deux enquêtes se sont déroulées sans encombre (pour preuve, les délais ont été tenus, voir la chronologie dans les paragraphes 4.4 et 5.4). On a constaté des abandons en cours d'enquête, surtout le premier jour, à cause essentiellement du problème de batterie. Donc il faut tenir compte de cette déperdition pour le pré-recrutement.

Quant à la phase de redressement, elle sera toujours indispensable quelle que soit la méthodologie et il paraît difficile de compresser son temps. Mais elle peut être simplifiée si la base de données construite à l'issue de l'analyse des traces est la plus propre et la plus intègre possible.

Fiabilité des données ?

Nous renvoyons le lecteur sur les résultats de la recherche EGTparGPS qui ont montré les gains et pertes pour chacune des variables de l'EGT.

Coût ?

La première enquête a coûté 2 240 € HT comprenant le budget récompense, les coûts de secrétariat externalisé pour l'envoi des courriers, les frais de SMS (abonnement au service 123-sms.net) et les frais de timbres pour les boîtiers. Le coût par individu s'élève donc à 27 € HT en 2013. Ce coût n'inclut ni le temps de recrutement des participants ni le temps d'analyse des traces GPS et de construction de la base de données, ces tâches ayant été effectuées en interne au sein de l'IAU îdF. En effet, habituellement, le coût unitaire ne prend pas en compte les coûts humains des maîtres d'ouvrage et autres assistants à maîtrise d'ouvrage publics ou parapublics.

Etant donné qu'une enquête SMOOTH est réalisée sur 5 jours par individu, il faudrait en fait donner un coût unitaire par déplacement et non par individu. Dans le cas de Briis, le coût par déplacement est donc de **1,60 € HT** en 2013.

Le coût de la deuxième enquête comprend la sous-traitance du pré-recrutement et du questionnaire pré-enquête, le travail de technicien pour l'analyse des traces et la construction de la base pendant 2 mois, la récompense de 15 € par enquêté, la sous-traitance de tâches administratives à une secrétaire indépendante, les SMS, les timbres, au

total 23 400 € HT. Le coût par enquête est donc de 150 €, le coût par déplacement est de **7,60 € HT** en 2014.

Pour confirmer ces coûts et vérifier le taux de déperdition de 50 %, il serait utile de lancer une nouvelle expérimentation (par exemple sur une centaine de participants), conduite par un comité de pilotage regroupant les cofinanceurs de l'EGT et le Cerema. Cette expérimentation permettrait aux membres du comité de s'approprier et standardiser collectivement la méthodologie.

Dans la méthodologie SMOOTH, il y a également les deux questionnaires pré et post-enquête. Ils se sont avérés indispensables pour l'identification et l'analyse des déplacements. Les modes téléphone, messagerie électronique et SMS sont trois vecteurs de communication complémentaires pour échanger des informations et documents avec les participants. Insistons : la méthodologie SMOOTH ne permettra pas de recueillir des informations aussi détaillées que dans l'EMD (par exemple sur les motifs, le stationnement, le kilométrage des voitures, les titres de transport, etc.). En revanche, elle apporte des informations nouvelles sur les itinéraires et la multimodalité sur une semaine et évite de renseigner la variable « carroyage » qui est très coûteuse à recueillir. Pensez que grâce à nos deux enquêtes, nous disposons aujourd'hui d'une base de données d'itinéraires empruntés par des Franciliens stockée sur le SIGR (système d'informations géographiques régional) d'environ 4 500 déplacements, avec les caractéristiques individuelles de chaque individu. À notre connaissance, il n'y a pas d'équivalent à ce jour. L'EMD entre dans l'ère du *big data*.

En revanche, nous n'avons pas pu mettre en place un dispositif de recueil d'informations sur les perturbations dans les transports pendant les jours d'enquête : grève, pannes, « accident grave de voyageur », etc. Ce dispositif, proposé lors de la recherche précédente EGTparGPS, permettrait d'expliquer peut-être les itinéraires inhabituels et les durées de déplacement anormales. Par ailleurs, les aspects juridiques n'ont pas été traités dans cette recherche car ils l'ont déjà été dans le rapport EGTparGPS (pages 20-21).

Enfin cette évolution de la méthodologie traditionnelle en face-à-face vers les nouvelles technologies (GNSS/GSM/wi-fi/Bluetooth/MEMS) ne se fera pas au détriment de l'humain et du présentiel dont la qualité deviendra même encore plus importante. Une enquête ne peut réussir qu'avec des enquêtés motivés et considérés. De plus, la méthodologie nécessitera de former des techniciens à la phase d'analyse des traces et au relationnel avec les enquêtés.

À chacun de nous de prendre la mesure de cette dimension humaine.

7. Perspectives

« Nous sommes lundi 9 septembre 2024. La première semaine de l'enquête intégralement réalisée par GPS commence enfin aujourd'hui. 42 vagues de 800 participants sont prévues entre septembre 2024 et mi-juillet 2025, sans compter les semaines de vacances. Le pré-recrutement a commencé en juin par des annonces publiées dans les quotidiens gratuits distribués dans les transports en commun. Elle a été complétée par un recrutement téléphonique. Ce pré-recrutement a permis de recueillir près de 34 000 adresses emails et numéros de téléphone puis de réaliser une pré-enquête par téléphone et par email sur cette population de juin à début septembre.

Revenons un peu en arrière. Il y a 10 ans, en septembre 2014, l'IAU îdF a publié une étude sur l'expérimentation d'une méthodologie innovante d'enquête ménage déplacements utilisant les nouvelles technologies et s'affranchissant d'enquêteur en face-à-face, la méthodologie SMOOTH. L'IAU îdF l'a testée à l'époque sur deux territoires du périurbain avec succès. Des enseignements intéressants en ont été tirés sur les améliorations à apporter aux applications de *tracking* sur smartphone. L'IAU îdF proposait aux maîtres d'ouvrage d'introduire progressivement les nouvelles technologies dans l'EGT de 2018. Une EGT mixte papier-GPS s'imposait pour des raisons de continuité et de comparabilité avec les précédentes EGT. Une EGT mixte permettait en effet de recalculer l'une par rapport à l'autre en cas de divergence sur certaines variables. L'IAU îdF proposait de faire 75 % de GPS, 25 % papier. Les cofinanceurs ont préféré avancer plus prudemment en introduisant seulement 10 % de GPS. Le budget n'a pu être trouvé pour le développement d'un système-expert de reconnaissance des géotraces et d'une application fiable de suivi sur smartphone. L'EGT mixte 2018 a mis un peu moins de trois ans pour sortir et a coûté un peu moins cher que la précédente. L'échantillon enquêté par GPS a fourni des résultats fiables, pour un coût unitaire deux fois moins élevé que celui de l'EGT traditionnelle. Il y a 4 ans, en 2020, les cofinanceurs, convaincus du bien-fondé de la méthodologie SMOOTH, se sont décidés à basculer sur le tout GPS et à se lancer sur un rythme d'une EGT tous les 4 ans. Ils ont investi dans la mise au point d'un logiciel système-expert et celle d'une application de suivi pour smartphone hybridant toutes les sources de mesures possibles (GPS, Galileo, Glonass, GSM, wi-fi, Bluetooth, accéléromètre, gyromètre, altimètre). Compte tenu des recherches et développements déjà bien avancés sur ces deux outils à l'Ifsttar et chez les sociétés spécialisées en géolocalisation, le développement logiciel a finalement été rapide. Les deux dispositifs étaient prêts deux ans après. La première EGT intégralement réalisée sans enquêteur à domicile commence donc ce 9 septembre 2024, presque 15 ans après la première enquête de ce type à Cincinatti. »

L'avenir n'est pas gravé dans le marbre. Revenons au présent. Partout dans le monde, l'enquête mobilité de type Enquête ménages déplacements actuelle a vécu après quarante ans de bons et loyaux services. Les maîtres d'ouvrage, les assistants à maître d'ouvrage, les opérateurs, les experts, les chercheurs le pressentent à défaut de le savoir. L'introduction des nouvelles technologies est une évolution normale en ce domaine. Mais il faut savoir tempérer son enthousiasme vis-à-vis de toute nouvelle innovation et prendre le temps de l'explication. Une nouvelle méthodologie ne peut réussir qu'à deux conditions : dérouler des expérimentations (ce que nous avons commencé dans le projet SMOOTH) et partager une feuille de route avec toutes les parties concernées le plus en amont possible (ce que nous avons essayé en montant un comité de suivi technique). Ce n'est qu'une question de temps avant que ces nouvelles technologies n'envahissent complètement le monde des Enquêtes ménages déplacements. A chacun de nous de s'y préparer dès maintenant.

Cette recherche a été valorisée à six occasions :

- *Présentation à la conférence ESRI-SIG en octobre 2012*
- *Présentation au Carrefour final du Predit 4 en octobre 2013 (voir la vidéo sur youtube : <http://youtu.be/XX5o4F512pA>)*
- *L'objet d'un article dans la revue Diagonal en février 2014*
- *Un article de vulgarisation dans le magazine PCM (Ponts et Chaussées Magazine), avril 2014*
- *Présentation à la Conférence ERSA 2014 à Saint-Petersbourg en août 2014 (le diaporama est en **annexe 8**)*
- *Participation au projet européen COST intitulé SaPPART (Satellite Positioning Performance Assessment for Road Transport, www.sappart.net) depuis juin 2014 afin de poursuivre une veille technologique sur la géolocalisation et les systèmes de transports intelligents. Ce projet est mené par l'Ifsttar en partenariat avec 17 laboratoires européens. L'IAU îdF intervient comme expert dans les Working Group 1 sur les besoins en applications et Working Group 2 sur les terminaux de localisation.*

Bibliographie

- 1) Stopher P., FitzGerald C. and Xu M.- “Assessing the accuracy of the Sydney Household Travel 438 Survey with GPS”. *Transportation*. Vol. 34, Iss. 6. P. 723-741. (2007).
- 2) Stopher P., Kockelman K., Greaves S., Clifford E. - “Reducing Burden and Sample Sizes in Multi-day Household Travel Surveys.” 87ème Conférence annuelle TRB à Washington, D.C. (2008).
- 3) TRB – « Travel Survey Manual » (2012)
<http://www.travelsurveymanual.org/Table-of-Contents.html>
- 4) Cottrill C.D., Pereira Francisco C., Zhao F., Ferreira Dias I., Lim H. B., Ben Akiva M., Zegras P. C. - “The Future Mobility Survey: Experiences in developing a smartphone based travel survey in Singapore” (2013)
- 5) Ouvrage collectif : “Transport survey methods. Best practice for Decision Making” - Esmeral Group Publishing Limited (2013)
- 6) Hemminki S., Nurmi P., Tarkoma S. – “Accelerometer-Based Transportation Mode Detection on Smartphones” - Proceedings of ACM SenSys (2013).
- 7) Feng T., Moiseeva A., Timmermans H. – “Processing of National Travel Survey GPS Pilot Data. A technical report prepared for the Department for Transport” - Eindhoven University of Technology (2011)
- 8) IAU – « Habiter dans le périurbain » - Cahiers n°161 (2012).

Bibliographie complémentaire proposée par Jimmy Armoogum (Ifsttar)

A. Les premières expériences avec du GPS

- 9) Battelle Memorial Institute, 1997. Global Positioning Systems for Personal Travel Surveys. Lexington Area Travel Data Collection Test
- 10) De Jong, R., Mensonides, W. (Australia), 2003. Wearable GPS device as a data collection method for travel research / by Robert de Jong and Wytse Mensonides,

Sydney, N.S.W. : Institute of Transport Studies, Australian Key Centre in Transport Management, University of Sydney and Monash University.

- 11) Lee-Gosselin, M., Doherty, S.T. & Papinski, D., 2006. Internet-Based Prompted Recall Diary with Automated GPS Activity-Trip Detection: System Design. TRB 85th Annual Meeting Compendium of Papers CD-ROM.
- 12) Murakami, E., Wagner, D.P. & Neumeister, D., 2000. Using Global Positioning Systems and Personal Digital Assistants for Personal Travel Surveys in the United States. Transportation Research Circular E-C008, 1-21.
- 13) Stopher, P.R., 2009. Collecting and Processing Data from Mobile Technologies, In Travel Survey Methods: Keeping Up With a Changing World, Patrick Bonnel, Martin Lee-Gosselin, Johanna Zmud, Jean-Loup Madre (editors), Emerald Group Publishing Limited, pp. 361-391.
- 14) Mud, J. & Wolf, J., 2003. Identifying the Correlates of Trip Misreporting –Results from the California Statewide Household Travel Survey GPS Study. In International Conference on Travel Behaviour Research. Lucerne.
- 15) Stopher, P., K. Kockelman, S.P. Greaves, and E. Clifford, 2008. Reducing Burden and Sample Sizes in Multiday Household Travel Surveys, Transportation Research Record 2064, pp. 12-18.

B. GPS Data Post Processing

- 16) Marchal, F., Hackney, J. & Axhausen, K., 2005. Efficient Map Matching of Large Global Positioning System Data Sets: Tests on Speed-Monitoring Experiment in Zürich. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1935(-1), 93-100.
- 17) Chung, E. & Shalaby, A., 2005. A Trip Reconstruction Tool for GPS-based Personal Travel Surveys. Transportation Planning and Technology, 28(5), 381.
- 18) Quddus, M.A., Ochieng, W.Y. & Noland, R.B., 2006. Integrity of map-matching algorithms. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 14(4), 283-302.
- 19) Schuessler, N. & Axhausen, K.W., 2009. Processing Raw Data from Global Positioning Systems without Additional Information. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2105(-1), 28-36.
- 20) Tsui, S. & Shalaby, A., 2006. Enhanced System for Link and Mode Identification for Personal Travel Surveys Based on Global Positioning Systems. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1972(-1), 38-45.
- 21) Wang, W., Jin, J., Ran, B. & Guo, X., 2010. Integrated Map Matching Algorithm for GPS-Based Freeway Network Traffic Monitoring. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board.

- 22) Wolf, J., Guensler, R. & Bachman, W., 2001. Elimination of the Travel Diary: An Experiment to Derive Trip Purpose from GPS Travel Data. *Transportation Research Board*, 125-134.

C. Wi-fi / GSM / Bluetooth

- 23) Chiou, Y., Wang, C., Yeh, S. & Su, M., 2009. Design of an adaptive positioning system based on WIFI radio signals. *Computer Communications*, 32(7-10), 1245-1254.
- 24) Greaves, S., S. Fifer, R. Ellison, and G. Germanos. Development of a Global Positioning System Web-Based Prompted Recall Solution for Longitudinal Travel Surveys. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2183, Dec. 2010, pp. 69–77.
- 25) Aliari, Y., and A. Haghani. Bluetooth Sensor Data and Ground Truth Testing of Reported Travel Times. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2308, Dec. 2012, pp. 167–172.
- 26) Barceló, J., L. Montero, L. Marqués, and C. Carmona. Travel Time Forecasting and Dynamic Origin-Destination Estimation for Freeways Based on Bluetooth Traffic Monitoring. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2175, Dec. 2010, pp. 19–27.
- 27) Saeedi, A., S. Park, D.S. Kim, and J.D. Porter. Improving Accuracy and Precision of Travel Time Samples Collected at Signalized Arterial Roads with Bluetooth Sensors. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2380, Dec. 2013, pp. 90–98.

D. Smartphones

- 28) Itsubo, S. & Hato, E., 2006. Effectiveness of Household Travel Survey Using GPS-Equipped Cell Phones and Web Diary: Comparative Study with Paper-Based Travel Survey - Publications Index. *TRB 85th Annual Meeting Compendium of Papers CD-ROM*.
- 29) Abdulazim, T., H. Abdelgawad, K.M.N. Habib, and B. Abdulhai. Using Smartphones and Sensor Technologies to Automate Collection of Travel Data. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2383, Dec. 2013, pp. 44–52.
- 30) Stopher, P.R., and S.P. Greaves. Household Travel Surveys: Where are We Going? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 41, No. 5, Jun. 2007, pp. 367–381.

- 31) Jackson, S., L.F. Miranda-Moreno, C. Rothfels, and Y. Roy. Adaptation and Implementation of a System for Collecting and Analyzing Cyclist Route Data Using Smartphones. 2014 TRB Annual Meeting Compendium of Papers, 2014
- 32) Nitsche, P., P. Widhalm, S. Breuss, and P. Maurer. A Strategy on How to Utilize Smartphones for Automatically Reconstructing Trips in Travel Surveys. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 48, Jan. 2012, pp. 1033–1046.
- 33) Maruyama, T., S. Mizokami, and E. Hato. A Smartphone-Based Travel Survey Trial Conducted in Kumamoto, Japan: An Examination of Voluntary Participants' Attributes. 2014 TRB Annual Meeting Compendium of Papers, 2014.

Annexe 1 : Protocole d'utilisation de l'application MesParcours

1) Téléchargez dès aujourd'hui l'application « Mes Parcours » à partir de Google Play (l'icône représente une flèche orange orientée nord-est)

2) Le lundi matin, avant de quitter le domicile :

Ouvrir l'application (si on demande d'accepter la géolocalisation, répondez oui).

Cliquez sur la cible en forme de gros point rouge en bas à gauche => le compteur démarre avec le message en rouge « Enregistrement ».

- Un message apparaît : « En attente d'un signal GPS. Vérifier que la visibilité du ciel est suffisante ». **NE PAS TENIR COMPTE DE CE MESSAGE.** Vous pouvez éventuellement poser votre smartphone près d'une fenêtre pour accélérer la connexion GPS. Le message disparaît après quelques minutes. Sinon vérifiez que votre GPS est activé (aller dans le menu Paramètres du smartphone puis Services de localisation : la ligne « Utiliser les satellites GPS » doit être cochée).
- Le logo de l'application (flèche) apparaît en haut sur la barre des tâches.
- Vous pouvez reprendre l'utilisation normale de votre smartphone.

3) Laissez l'application tourner pendant toute la semaine jusqu'à votre retour définitif à domicile le vendredi soir.

- Nous vous recommandons de ne pas éteindre votre smartphone pendant toute la semaine d'enquête, même la nuit. Cependant, il peut arriver que vous soyez amené à éteindre votre smartphone. Avant de l'éteindre, il est indispensable d'enregistrer le parcours sinon l'enregistrement est perdu.
- Pour enregistrer un parcours : cliquer sur le logo de l'application puis cliquer sur le bouton en bas à droite (gros point gris) pour arrêter l'enregistrement. Une nouvelle fenêtre s'ouvre. Cliquer sur Enregistrer en bas de l'écran : L'APPLICATION DONNE UN NOM PAR DEFAUT (date-heure ou nom de rue), **NE PAS CHANGER LE NOM.** Vous pouvez alors éteindre votre smartphone.
- Il faudra penser, après avoir rallumé votre smartphone, à ré-ouvrir l'application et cliquer de nouveau sur le point rouge pour démarrer un nouvel enregistrement.
- Vérifiez de temps en temps que la flèche de l'application est bien présente. Sinon relancer l'application (normalement, cela ne doit pas se produire)

L'application n'a aucune incidence sur votre forfait 3G et sur l'utilisation normale de votre smartphone.

ATTENTION : L'application étant consommatrice, il faudra recharger votre batterie plus souvent que d'habitude. Nous vous recommandons de brancher votre smartphone à chaque fois que c'est possible (chez vous, au bureau, dans la voiture, la nuit, etc) même si la batterie est à 100%. Pour certains modèles de smartphone, une petite surchauffe peut survenir sans conséquence sur l'appareil.

4) A la fin de la semaine d'enquête (vendredi soir lorsque vous êtes sûr de ne plus ressortir, ou samedi) :

Cliquer sur le logo de l'application.

Arrêter l'enregistrement en cliquant sur le gros bouton gris en bas à droite. Une nouvelle fenêtre s'ouvre. Cliquer sur Enregistrer en bas de l'écran (le nom du parcours est pré-rempli, ne pas y toucher).

S'IL Y A DES COUPURES DANS LA SEMAINE, IL FAUT ENVOYER LES FICHIERS UN PAR UN.

Pour envoyer un fichier :

Appuyer sur le bouton des paramètres (position différente selon le modèle de smartphone). Un menu s'ouvre, différent suivant le modèle de smartphone Android.

Cliquer sur « Enreg. sur carte SD » (message Samsung) ou « Tout enregistrer sur stockage externe » (autre message possible sur smartphone).

Sélectionner « Enregistrer au format GPX ». Un message apparaît : « Opération réussie ».

Cliquer sur « Partager le fichier du parcours » situé à gauche du « OK ».

Cliquer sur « E-mail ». Saisir le destinataire enquetepargps@gmail.com

Cliquer enfin sur l'icône enveloppe en haut à droite pour envoyer.

Si vous avez plusieurs enregistrements dans la semaine (par exemple parce que vous avez éteint votre smartphone ou arrêté l'application), il faut les envoyer un par un en sélectionnant chaque fichier puis en suivant les instructions ci-dessus.

Rappel : Quelques jours après votre semaine d'enquête, il est possible que l'on vous rappelle pour préciser des déplacements mal identifiés. Cet entretien ne prendra pas plus de 5 minutes.

Nous nous permettrons de vous envoyer 3 SMS pendant votre semaine d'enquête (lundi matin, mercredi et vendredi soir).

Enfin, nous vous garantissons que les données seront anonymisées et utilisées strictement dans le cadre de cette enquête.

Nous vous remercions pour votre aimable participation. Un chèque de 15 € vous sera envoyé en mars à votre domicile.

Contact :

MM. Dany NGUYEN-LUONG et Robert ALLIO

IAU île-de-France

15 rue Falguière

75015 PARIS

Fixe : 01.77.49.77.44 ou 01.77.49.77.63

Portable : 06.60.62.88.91 ou 06.52.10.97.91

email : enquetepargps@gmail.com

Enquête par GPS pour **Android SMOOTH**

Semaine du lundi 3 mars au vendredi 7 mars 2014

Protocole

1) Téléchargez dès aujourd'hui l'application gratuite « IAU Smooth » à partir de Play Store (le logo est ). Les mots clés pour retrouver l'application sont : IAU smooth.

2) Le lundi matin, avant de quitter le domicile :

Ouvrir l'application. Lors de ce premier lancement, vous devez compléter le champ identifiant qui est un **numéro à neuf chiffres** : votre propre numéro de téléphone portable sans le 0 (exemple : 625354565).

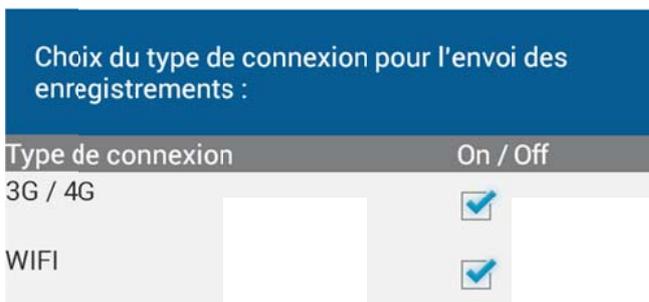
Saisissez le mot de passe **xxxxxx**. Par défaut, les 2 modes d'envoi de données wi-fi et 3G/4G sont possibles.

Cliquez sur Démarrer.



- ← Saisir l'identifiant 9 chiffres
- ← Saisir le mot de passe « naoiau »
- ← Lancement de l'application.

...



- ← Choix du mode d'envoi des mesures (environ 15Mo par semaine pour un utilisateur pour le mode 3/4G)



- Vous pouvez reprendre l'utilisation normale de votre Smartphone.
- L'application démarre automatiquement. Le logo de l'application  apparaît en haut sur la barre des tâches. Vous devez vous assurer que le GPS est activé. Dans le cas contraire, l'application fait vibrer votre téléphone pour vous le signaler. Aller dans le menu Paramètres du smartphone puis Services de localisation : cocher la ligne « Utiliser les satellites GPS ». Vous pouvez poser votre Smartphone près d'une fenêtre pour accélérer la connexion GPS.

3) Laissez l'application tourner pendant toute la semaine jusqu'à votre retour définitif à domicile le vendredi soir.

- **NE PAS FERMER L'APPLICATION DE TOUTE LA SEMAINE.**
- De plus, nous vous recommandons de ne pas éteindre votre smartphone pendant la semaine d'enquête, nous perdrons alors des enregistrements. Mais si vous êtes amené à éteindre votre Smartphone, n'ayez pas de souci, l'application se relancera automatiquement au démarrage du smartphone. Le logo apparaîtra de nouveau dans la barre des tâches. Vous pouvez aussi arrêter l'application à tout moment en appuyant sur la touche « Arrêt ». Mais il faudra alors relancer l'application pour poursuivre l'enquête.
- Vérifiez de temps en temps que le logo de l'application est bien présent en haut de l'écran. Sinon relancer l'application (normalement, cela ne doit pas se produire).
- Les données sont envoyées automatiquement à un serveur lorsque votre smartphone reconnaît une borne wi-fi ou en mode 3G si vous n'avez pas décoché au démarrage la case correspondante. En mode 3G, l'envoi des données nécessite au maximum 15 Mo pris sur votre forfait, ce qui est négligeable (donc gratuit).

L'application n'a aucune incidence sur l'utilisation normale de votre Smartphone.

ATTENTION : L'application étant consommatrice, il faudra recharger votre batterie plus souvent que d'habitude. Nous vous recommandons de brancher votre smartphone à chaque fois que c'est possible (chez vous, au bureau, dans la voiture, la nuit, etc) même si la batterie est à 100%. Pour certains modèles de Smartphone, une petite surchauffe peut survenir sans conséquence sur l'appareil.

4) A la fin de la semaine d'enquête (samedi matin), vous pouvez désinstaller l'application.

Rappel : Quelques jours après votre semaine d'enquête, il est possible que l'on vous rappelle pour préciser des déplacements mal identifiés. Cet entretien ne prendra pas plus de 5 minutes.

Nous nous permettrons de vous envoyer 3 SMS pendant votre semaine d'enquête (lundi matin, mercredi et vendredi soir).

Enfin, nous vous garantissons que les données seront anonymisées et utilisées strictement dans le cadre de cette enquête.

Nous vous remercions pour votre aimable participation. Un chèque de 15 € vous sera envoyé fin mars à votre domicile.

Contact :

MM. Dany NGUYEN-LUONG et Robert ALLIO

IAU île-de-France

15 rue Falguière

75015 PARIS

Fixe : 01.77.49.77.44 ou 01.77.49.77.63

Portable : 06.60.62.88.91 ou 06.52.10.97.91

email : enquetepargps@gmail.com

Annexe 2 : Questionnaire simplifié de l'enquête de Briis

Date de l'entretien téléphonique :

1. Nom Prénom :
2. Age ou tranche d'âge :
3. Situation familiale :
4. Nombre de personnes dans le ménage :
5. Nombre d'enfants et leurs âges :
6. Profession / occupation principale :
7. Possession du permis de conduire : Oui ou Non
8. Nom du titre abonnement TC :
9. Avez-vous des difficultés à vous déplacer ? : Oui ou Non. Si oui, pouvez-vous préciser ?
10. Equipement du ménage :
 - Nb voitures :
 - Nb vélos :
 - Nb motos :
11. Parking sur le lieu de travail : Oui ou Non
12. Question ouverte : Travaillez –vous à plein temps ? Temps partiel ? Horaires décalés ?
Demander des précisions sur les jours et horaires de travail

Android
iOS
Boîtier

Informations sur des adresses :

- 1) Quelle est l'adresse de votre domicile ?

- 2) Quelle est l'adresse du lieu de travail ? Quels modes utilisez-vous ?

- 3) Effectuez-vous des déplacements professionnels réguliers en semaine ? Quels lieux (commune) et quels modes ?

- 4) Déjeunez-vous sur votre lieu de travail en semaine ?

- 5) Avez-vous des lieux d'**achat réguliers** en semaine ? Quels lieux, quels jours et quels modes utilisez-vous (exemple : « carrefour de Limours tous les mardis soirs en voiture »)?

- 6) Avez-vous des lieux de **visite** réguliers en semaine (exemple : parents, amis, club de sport, loisirs, maison de retraite, etc). Quels lieux, quels jours et quels modes utilisez-vous (exemple : « club de tennis de Fontainebleau tous les mercredis soirs en vélo ») ?

- 7) **Accompagnez-vous régulièrement des enfants ou des parents en semaine** (à l'école, à la gare, au club de sport, au centre commercial, à l'hôpital, etc) ? Quels lieux, quels jours et quels modes utilisez-vous? (exemple : « Je dépose ma fille tous les matins à l'école en voiture »)

- 8) **Êtes-vous accompagné régulièrement en semaine** (au travail, à la gare, à l'arrêt de bus, au club de sport, au centre commercial, à l'hôpital, etc) ? Quels lieux, quels jours et quels modes ? (exemple : « mon père me dépose à la gare de Briis tous les lundis matin en voiture »)

Numéro de portable :

Votre adresse email :

Préférence semaine d'enquête :

Exemple : du 13 au 17 janvier

Annexe 3 : Flyer distribué à la gare de Briis-sous-Forges



ENQUÊTE TRANSPORTS

**CHERCHONS VOLONTAIRES
UTILISATEURS DE
SMARTPHONE À PARTIR DU
LUNDI 27 MAI**

DURÉE D'ENQUÊTE : 5 JOURS

PARTICIPATION INDEMNISÉE

POUR VOUS INSCRIRE DÈS MAINTENANT

CONTACT : 01.64.90.78.28 ou 06.60.62.88.91

Email : enquetebriis@gmail.com

Plus d'informations au verso →



Quel est l'objectif de l'enquête ?

Les objectifs sont de mieux connaître la mobilité des usagers de la gare de Briis-sous-Forges et de tester une méthode innovante d'enquête de déplacements par GPS.

Quelle est la méthode d'enquête ?

C'est une enquête par GPS sur smartphone qui durera 5 jours. La personne volontaire devra télécharger une application gratuite qui tournera sans gêner l'utilisation habituelle du smartphone (il faudra seulement recharger plus fréquemment la batterie).

Que doit faire la personne volontaire ?

Avoir son smartphone en permanence sur soi pendant la durée d'enquête et répondre à un questionnaire très court par téléphone (5 minutes maximum). Après la semaine d'enquête, dans le cas où les enregistrements GPS ne seraient pas clairement identifiés, elle pourrait être à nouveau contactée par téléphone pour préciser quelques itinéraires.

Qui peut participer ?

Tous les propriétaires de smartphone sur Android et iPhone peuvent participer à l'enquête. Néanmoins, les personnes ne disposant pas d'un smartphone peuvent également y participer : on leur prêterait un boîtier GPS léger et peu encombrant.

Quand se déroulera l'enquête ?

L'enquête se déroulera à partir du lundi 27 mai sur 6 semaines. Nous souhaitons recruter une centaine de personnes (80 sur smartphone et 20 sur boîtier). Il est donc important de nous contacter dès maintenant.



Annexe 4 : Extrait de la base finale des déplacements de l'enquête de Briis

CLE	NUM	NOM	Prénom	JOUR	DEPL	Commune origine	Commune destination	heure départ	heure arrivée	Mode	Motif origine	Motif destination	Remarques (coupures, oublis, etc)	Questionnaire t81	Chaîne modale
100	11			L	1	Limours	Paris 16	07:00	08:39	VP+BUS+RER+METRO	D	T			
101	11			L	2	Paris 16	Forges-les-B	17:35	18:56	METRO+RER+BUS+VP	T	ACC			
102	11			L	3	Forges-les-B	Limours	19:07	19:11	VP	ACC	ACH			
103	11			L	4	Briis/F	Briis-ss-F	19:23	19:34	VP	ACH	D			
104	11			M	1	Limours	Paris 16	06:59	08:53	VP+BUS+RER+METRO	D	T			
105	11			M	2	Paris 16	Forges-les-B	17:29	19:39	METRO+RER+BUS+VP	T	ACC			
106	11			M	3	Forges-les-B	Forges-les-B	19:50	20:12	VP	ACC	V			
107	11			M	4	Forges-les-B	Limours	20:31	20:38	VP	V	D			
108	11			Me	1	Limours	Paris 16	07:03	08:22	VP+BUS+RER+METRO	D	T			
109	11			Me	2	Paris 16	Forges-les-B	17:03	18:21	METRO+RER+BUS+VP	T	ACC			
110	11			Me	3	Forges-les-B	Limours	18:33	18:42	VP	ACC	D			
111	11			Me	4	Limours	Forges-les-B	18:57	19:02	VP	D	ACC			
112	11			Me	5	Forges-les-B	D	19:09	19:16	VP	ACC	ACC			
113	11			J	1	Limours	Paris 16	07:02	08:29	VP+BUS+RER+METRO	D	T			
114	11			J	2	Paris 16	Limours	16:12	17:33	METRO+RER+BUS+VP	T	D			
115	11			J	3	Limours	Limours	17:48	17:55	VP	D	ACC			
116	11			J	4	Limours	Limours	18:08	18:15	VP	ACC	ACH			
117	11			J	5	Limours	Limours	19:24	19:34	VP	ACH	ACC			
118	11			J	6	Limours	Limours	19:39	19:44	VP	ACC	ACH			
119	11			J	7	Limours	Limours	19:56	19:59	VP	ACH	D			
120	11			V	1	Limours	Paris 16	07:17	08:34	VP+BUS+RER+METRO	D	T			
121	11			V	2	Paris 16	Paris 17	12:05	12:24	MAP+METRO+MAP	T	L			piscine
122	11			V	3	Paris 17	Paris 16	13:25	13:43	MAP+METRO+MAP	L	T			
123	11			V	3	Paris 16	Limours	16:32	17:55	METRO+RER+BUS+VP	T	ACC			
124	11			V	4	Limours	Limours	18:01	18:07	VP	ACC	D			
125	11			V	5	Limours	Les Ulis	19:15	18:28	VP	D	ACH			
126	11			V	6	Les Ulis	Limours	19:16	19:29	VP	ACH	D			
127															
128	35			L	1	Angervilliers	Paris 8	07:50	09:35	VP+BUS+RER+METRO	D	T			parking Briis
129	35			L	2	Angervilliers	Angervilliers	17:52	19:20	METRO+RER+BUS+VP	T	D			
130	35			M	1	Angervilliers	Paris 8	07:49	09:09	VP+BUS+RER+METRO	D	T			
131	35			M	2	Paris 8	Angervilliers	18:01	19:51	METRO+RER+BUS+VP	T	D			
132	35			Me	1	Angervilliers	Paris 8	07:50	09:03	VP+BUS+RER+METRO	D	T			
133	35			Me	2	Paris 8	Angervilliers	17:56	19:19	METRO+RER+BUS+VP	T	ACH			boulangerie
134	35			Me	3	Paris 8	Angervilliers	19:22	19:24	VP+BUS+RER+METRO	ACH	D			
135	35			J	1	Angervilliers	Paris 8	07:49	09:06	VP+BUS+RER+METRO	D	T			
136	35			J	2	Paris 8	Angervilliers	17:53	19:09	METRO+RER+BUS+VP	T	D			
137	35			V	1	Angervilliers	Paris 8	07:49	09:05	VP+BUS+RER+METRO	D	T			
138	35			V	2	Paris 8	Angervilliers	17:04	18:16	METRO+RER+BUS+VP	T	ACH			boulangerie
139	35			V	3	Paris 8	Angervilliers	18:22	18:25	VP+BUS+RER+METRO	ACH	D			
140															
141	14			L	1	Briis/F	Paris 15	08:13	09:27	VP+BUS+RER+METRO	D	T			parking Briis, M° Sévres-L
142	14			L	2	Briis/F	Briis/F	19:43	21:00	METRO+RER+BUS+VP	T	D			
143	14			M	1	Briis/F	Paris 15	08:04	09:07	VP+BUS+RER+METRO	D	T			
144	14			M	2	Thiais	Thiais	18:10	18:47	Moto passager	T	L			carref belle Epine
145	14			M	3	Thiais	Briis/F	22:30	22:57	Moto passager	L	D			
146	14			Me	1	Briis/F	Paris 15	08:08	09:32	VP+BUS+RER+METRO	D	T			parking Briis
147	14			Me	2	Paris 15	Briis/F	18:16	19:27	METRO+RER+BUS+VP	T	D			
148	14			Me	3	Briis/F	Limours	20:20	20:30	VP	D	L			volley
149	14			Me	4	Limours	Briis/F	22:32	22:42	VP	L	D			
150	14			J	1	Briis/F	Paris 15	08:24	09:40	VP passager+BUS+RER+METRO	D	T			dépose parking Bures/Vvette
151	14			J	2	Paris 15	Paris 15	12:56	13:03	MAP	T	R			
152	14			J	3	Paris 15	Paris 15	14:02	14:08	MAP	R	T			
153	14			J	4	Paris 15	Briis/F	18:13	19:22	METRO+RER+BUS+MAP	T	D			parking Briis, M° Sévres-L
154	14			V	1	Briis/F	Paris 15	08:12	09:26	VP+BUS+RER+METRO	D	T			
155	14			V	2	Paris 15	Briis/F	17:43	19:00	METRO+RER+BUS+VP	T	D			pas de retour, copie de lundi
156	14			V	3	Briis/F	Chevreuse	19:45	20:15	Moto passager	D	L			échanges email 19/6
157	14			V	4	Chevreuse	Boulogne	22:45	23:15	Moto passager	L	V			
158	14			V	5	Boulogne	Briis/F	24:00	24:30	Moto passager	V	D			horaires déclarés incertains
159															
160	15			L	1	Forges-les-B	Palaiseau	08:16	09:17	VP passager+BUS+RER+MAP	D	E			01-juil RER de Massy-P à P-Villebon
161	15			L	2	Palaiseau	Forges-les-B	17:42	18:48	MAP+RER+BUS+BUS rab	E	D			
162	15			M	1	Forges-les-B	Palaiseau	08:10	09:18	VP passager+BUS+RER+MAP	D	E			
163	15			M	2	Palaiseau	Palaiseau	12:17	12:27	MAP	E	L			
164	15			M	3	Palaiseau	Palaiseau	13:07	13:16	MAP	L	E			
165	15			M	4	Palaiseau	Forges-les-B	17:38	18:42	MAP+BUS rab+BUS+BUS rab	E	D			coupure à 18h32 sur le retour entre gare Briis et D
166	15			Me	1	Forges-les-B	Palaiseau	06:59	08:17	Bus rab+BUS+RER+MAP	D	E			
167	15			Me	2	Palaiseau	Forges-les-B	11:33	12:32	MAP+RER+BUS+BUS rab	E	D			bus rab passe par Fontenay-les-B
168	15			J	1	Forges-les-B	Palaiseau	07:00	08:14	Bus rab+BUS+RER+MAP	D	E			
169	15			J	2	Palaiseau	Forges-les-B	16:44	17:34	MAP+RER+BUS+BUS rab	E	D			
170	15			V	1	Forges-les-B	Palaiseau	06:59	08:19	BUS rab+BUS+RER+MAP	D	E			
171	15			V	2	Palaiseau	Palaiseau	11:34	11:43	MAP	E	L			
172	15			V	3	Palaiseau	Forges-les-B	12:25	13:25	MAP+RER+BUS+BUS rab	L	D			
173															
174	21			L	1	Fontenay-les-B	Montreuil	07:30	09:00	Bus rab+BUS+RER+METRO	D	T			1er point à 6h42 dans le bus
175	21			L	2	Montreuil	Montreuil	13:44	13:47	MAP	T	R			
176	21			L	3	Montreuil	Montreuil	15:22	15:28	MAP	R	T			a pris 2 j de congés
177	21			L	3	Montreuil	Roissy	15:36	16:08	VP passager	T	ACC			sa femme est venue le récupérer
178	21			L	4	Roissy	Ezanville	16:44	17:29	VP	ACC	V			a essayé d'éviter bouchon
179	21			L	5	Ezanville	Fontenay-les-B	18:14	19:50	VP	V	D			
180	21			M	1	Fontenay-les-B	Briis-ss-F	08:35	08:39	VP	D	ACC			dépose sa fille
181	21			M	2	Briis-ss-F	Fontenay-les-B	08:39	08:43	VP	D	ACC			parking Briis
182	21			M	3	Fontenay-les-B	Saint-Michel-sur-O	08:55	09:22	VP	D	APERSO			
183	21			M	4	Saint-Michel-sur-O	Fontenay-les-B	09:54	10:17	VP	APERSO	D			malgré le MOS ! n'est plus sorti après
184	21			Me	1	Fontenay-les-B	Briis-ss-F	07:36	07:41	VP	D	ACC			
185	21			Me	2	Briis-ss-F	Fontenay-les-B	07:41	07:46	VP	ACC	D			
186	21			Me	3	Fontenay-les-B	Saint-Michel-sur-O	09:44	10:01	VP	D	ACH			
187	21			Me	4	Saint-Michel-sur-O	Fontenay-les-B	10:14	10:29	VP	ACH	D			
188	21			Me	5	Fontenay-les-B	Orsay	10:40	11:01	VP	D	ACC			aller chercher à la gare Orsay
189	21			Me	6	Orsay	Orsay	11:01	11:09	VP	ACC	APERSO			
190	21			Me	7	Orsay	Fontenay-les-B	11:43	12:02	VO	APERSO	D			
191	21			Me	8	Fontenay-les-B	Le Perreux/Marne	14:28	15:14	VP	D	APERSO			
192	21			Me	9	Le Perreux/Marne	Fontenay-les-B	16:22	18:38	VP	APERSO	D			a essayé d'éviter bouchon par Orly
193	21			J	1	Fontenay-les-B	Montreuil	07:55	09:31	VP	D	T			
194	21			J	2	Montreuil	Fontenay-les-B	17:09	18:18	VP	T	D			
195	21			J	3	Montreuil	Gentilly	20:14	21:04	VP	D	V			
196	21			J	4	Gentilly	Fontenay-les-B	23:49	00:38	VP	V	D			
197	21			V	1	Fontenay-les-B	Montreuil	08:15	10:05	VP+BUS+RER+METRO	D	T			1er point à 7h48 à Massy-P
198	21			V	2	Montreuil	Paris 15	17:20	17:55	METRO	T	ACH			il mq h de dép. passe par gare Mp
199	21			V	3	Paris 15	Limours	18:05	19:20	METRO+RER+BUS+VP	ACH	ACH			essence
200	21			V	4	Limours	Fontenay-les-B	19:24	19:37	VP	ACH	D			

Annexe 5 : Questionnaire CATI de l'enquête CARPF

Rappel : principales informations
sur l'étude et le questionnaire

Spécificités	<i>Rappel : les informations entrées ci-dessous doivent être identiques à celles de la demande de lancement</i>
Durée du questionnaire	10 minutes
Taille de l'échantillon final	350 Nombre d'inter par commune déterminé en fonction du nombre d'actifs dans chaque commune
Description de l'échantillon	Actifs occupés, 18 ans et +, habitants de communauté d'agglomération Roissy Porte de France (Ecouen, Fosses, Louvres, Marly-la-Ville, Puiseux-en-France)
Quota	<u>Quotas au global</u> Sexe Age : 3 tranches standard (Moins de 35 ans, 35 à 49 ans, 50 ans et plus) PCS : PCS + / PCS Matériel pour l'enquête : smartphone possédé 92% (322), boîtier prêté 8%(28) Semaine d'enquête par GPS (question du questionnaire): 5 semaines (70 recrutement par semaine)
Commentaires	

Variable fichier :

SOURCE

1 = FICHER PDS

2 = VOLONTAIRES

Bonjour Madame, Monsieur, je suis de XXXX.

SI SOURCE (VARIABLE FICHER) = 1 :

L'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Ile-de-France (IAU) mène une enquête pour mieux connaître la mobilité des habitants de la Communauté d'Agglomération de Roissy-Porte de France.

Il s'agit d'une étude innovante de suivi par GPS sur Smartphone pendant 5 jours (du lundi au vendredi).

Tous les habitants de l'une des 5 communes de la Communauté d'Agglomération de Roissy-Porte de France, ayant un emploi et possédant un smartphone sur Android ou un iPhone peuvent y participer.

Il vous suffira simplement de télécharger une application gratuite sur votre smartphone et de porter en permanence sur vous votre téléphone durant les 5 jours.

Vous pouvez toutefois y participer si vous ne possédez pas de smartphone. Dans ce cas nous pouvons vous prêter un boîtier GPS léger et peu encombrant.

Pour remercier les participants, l'IAU vous offre un chèque de 15 euros.

SI SOURCE (VARIABLE FICHER) = 2 :

Je vous rappelle au sujet de l'enquête menée par GPS dont l'objectif est de mieux connaître la mobilité des actifs habitant la Communauté d'Agglomération de Roissy-Porte de France. Vous vous êtes porté volontaire pour y participer.

Souhaitez-vous <SI SOURCE (VARIABLE FICHER) = 2 : toujours> y participer ?

RAPPEL DES CONDITIONS : HABITER L'UNE DES 5 COMMUNES, TRAVAILLER AILLEURS QU'À SON DOMICILE, POSSEDER UN SMARTPHONE

1. Oui
2. Oui mais je souhaite être rappelée plus tard
3. Non

CODE 2 PRISE DE RDV

CODE 3 STOP INTER

SC0 Vous possédez donc bien un smartphone de type Android ou un iPhone ?

1. Oui, possède un smartphone de ce type

2. Non, mais accepte qu'on lui prête un boitier
3. Non, ne peut pas participer

**SI CODE 3 STOP INTER
VARIABLE QUOTA**

RS1 Coder le sexe

- 1 Homme
- 2 Femme

VARIABLE QUOTA

RS2 Quel est votre âge ou votre tranche d'âge ?

ECRIRE EN CLAIR PUIS CODER

/__/__/

**VAL MINI = 18 VAL MAXI = 99
LES AUTRES STOP INTER**

- 1 Moins de 35 ans
- 2 35 à 49 ans
- 3 50 ans et plus

VARIABLE QUOTA

Q2 Travaillez-vous actuellement ?

ENQ : SI AU CHOMAGE AU MOMENT DE L'ENQUETE CODER NON, MEME SI A DEJA TRAVAILLE

1. Oui
2. Non

SI CODE 2 STOP INTER

SC1 Votre lieu de travail est-il situé...

CITER - UNE SEULE REponse POSSIBLE

- 1 En dehors de votre domicile
- 2 A votre domicile

SI CODE 2 STOP INTER

RS6 Quelle est votre profession actuelle ?

ECRIRE EN CLAIR PUIS CODER

OUVERT

- 1 Agriculteurs exploitants
- 2 Artisans, commerçants, chefs d'entreprise
- 3 Cadres, professions libérales
- 4 Professions intermédiaires
- 5 Employés
- 6 Ouvriers

RECODER EN RECAP_ RS6 POUR QUOTA

1. PCS+ = CODES 1 A 4
2. PCS- = CODES 5 OU 6

Q3 Dans quelle commune habitez-vous ?

UNE SEULE REPONSE POSSIBLE

VARIABLE QUOTA

1. Ecoen
2. Fosses
3. Louvres
4. Marly-la-Ville
5. Puiseux-en-France
6. Autre commune

SI CODE 6 STOP INTER

Q0 Quelle semaine préférez-vous pour participer à cette enquête ?

CITER –UNE SEULE REPONSE POSSIBLE

VARIABLE QUOTA- NE PAS AFFICHER LE(S) CODE(S) POUR LE(S)QUEL(S) LE QUOTA EST « FULL »

1. Du lundi 13 au vendredi 17 janvier 2014
2. Du lundi 20 au vendredi 24 janvier
3. Du lundi 27 au vendredi 31 janvier
4. Du lundi 3 au vendredi 7 février
5. Du lundi 10 au vendredi 14 février

RS14 Actuellement, êtes-vous ... ?

CITER - UNE SEULE REPONSE POSSIBLE

- 1 Célibataire
 - 2 Marié(e) ou vivant maritalement ou pacsé(e)
 - 3 Veuf(ve)
 - 4 Divorcé(e), séparé(e)
- DK

RS102 Combien de personnes y-a-t-il dans votre foyer y compris vous-même?

NOTER EN CLAIR LE NOMBRE DE PERSONNES

/__/_/

VAL MINI 1 ; VALEUR MAXI 15

**SI RS12>1 POSER RS11
LES AUTRES ALLER EN Q5**

Q5 Avez-vous le permis de conduire ?

- 1 Oui
- 2 Non

Q6 Avez-vous un abonnement pour prendre les transports en commun ?

- 1 Oui
- 2 Non

**SI 1 EN Q6 POSER Q7
LES AUTRES ALLER EN Q8**

Q7 Lequel ?

PRENDRE EN CLAIR

A TOUS

Q8 Faites-vous partie des personnes reconnues comme étant « à mobilité réduite » ?

SI BESOIN PRECISER : RECONNUE PAR L'ETAT

Q9 Dans votre foyer, combien possède-t-on de...?

SI BESOIN PRECISER QU'ON PARLE DE VEHICULE DONT LE FOYER A LA LIBRE

UTILISATION : ON EXCLUT DONC LES « VEHICULES DE SOCIETES » MAIS ON INCLUT LES « VOITURES DE FONCTION »

Q10 Combien votre ménage possède- t-il de... ?

		Val mini=0 maxi=9	val
1	...Voiture		__
2	...Vélo		__
3	...Moto		__

Q11 Disposez-vous d'un parking (ouvert ou fermé) sur votre lieu de travail, que vous vous en serviez ou non ?

- 1 Oui
- 2 Non

Q12 Travaillez-vous à temps plein ou à temps partiel ?

UNE SEULE REPONSE POSSIBLE

- 1 Temps plein
- 2 Temps partiel

Q13 Sur une semaine ordinaire, quels jours travaillez-vous ?

PLUSIEURS REPONSES POSSIBLES

- 1 Lundi
- 2 Mardi
- 3 Mercredi
- 4 Jeudi
- 5 Vendredi
- 6 Samedi
- 7 Dimanche

Q14 Travaillez-vous en horaires décalés ?

ENQ : HEURES DE TRAVAIL EN DEHORS DES HEURES DE TRAVAIL CONVENTIONNELLES, COMME LE TRAVAIL DE NUIT OU EN « 3/8 »...

- 1 Oui
- 2 Non

**SI 1 EN Q14 POSER Q15
LES AUTRES ALLEZ EN Q16**

Q15 Le plus souvent, quels sont vos horaires de travail ?

PRENDRE EN CLAIR-

OUVERT

Q16 En général, quel(s) mode(s) de transport utilisez-vous pour vous rendre sur votre lieu de travail ?

PLUSIEURS REPONSES POSSIBLES

- 1 A pied
- 2 Voiture
- 3 2 roues motorisés (moto, scooter)
- 4 Métro, RER
- 5 Train
- 6 Bus, tramway
- 7 Autre(s) moyen(s) (préciser)

OUVERT

Nous allons terminer en vous posant quelques questions sur vos habitudes de déplacement hors week-end.

Q17 Quelle est l'adresse précise de votre lieu de travail ?

CHAMPS OUVERTS

N°

Rue, voie... :

Code postal / __/__/__/_/___/

Ville :

Q18 Effectuez-vous régulièrement des déplacements professionnels en semaine ?

UNE SEULE REPONSE POSSIBLE

- 1 Oui, toutes les semaines
- 2 Oui, moins fréquemment que toutes les semaines
- 3 Non

**SI 1 EN Q17 POSER Q18 ?????? (PAS DE 1 EN Q17)
LES AUTRES ALLEZ EN Q19**

Q19 Quel(s) mode(s) de transports utilisez-vous pour ces déplacements en semaine ?

IDEM Q 16

A TOUS

Q20 Vers quelles commune(s) vous déplacez-vous au moins 1 fois/semaine en semaine pour raisons professionnelles ou privées ?

NOTER EN CLAIR- PLUSIEURS REPONSES POSSIBLES – 1 SEULE COMMUNE PAR ENCART – FAIRE PRECISER L'ORTHOGRAPHE SI BESOIN

OUVERT

OUVERT

OUVERT

MAX 6 ENCARTS

Q21 Déjeunez-vous régulièrement sur votre lieu de travail en semaine ?

- 1 Oui
- 2 Non

Q22 En semaine, quels magasins/ lieux d'achats fréquentez-vous, toutes les semaines ou presque, et pour chacun dans quelle ville se trouve-t-il et comment vous-y rendez-vous ?

ENQ NOTER EN CLAIR- BIEN RELANCER POUR AVOIR SI POSSIBLE LES 3 INFOS : LIEU AVEC SA COMMUNE

EXEMPLE : MARCHÉ DE LIMOURS TOUS LES MARDIS MATINS A PIED
CARREFOUR DES ULIS PLUTOT LE JEUDI SOIR EN VOITURE

OUVERT

Q23 En semaine, quels lieux de visite fréquentez-vous (par exemple : parents, amis, club de sport, loisirs, maison de retraite, etc), toutes les semaines ou presque, et pour chacun dans quelle ville se trouve-t-il et comment vous-y rendez-vous ?

ENQ NOTER EN CLAIR- BIEN RELANCER POUR AVOIR SI POSSIBLE LES 3 INFOS : LIEU AVEC SA COMMUNE / JOUR / MODE DE TRANSPORT

EXEMPLE : CLUB DE TENNIS DE FONTAINEBLEAU TOUS LES MERCREDIS SOIRS EN VELO

OUVERT

Q24 Accompagnez-vous ou allez-vous chercher régulièrement des enfants en semaine (à l'école, à la gare, au club de sport ou centre de loisirs ou d'activités) ?

- 1 Oui
- 2 Non, n'a pas d'enfant / n'en n'accompagne pas à l'école

**SI 1 EN Q24 POSER Q25 et Q26
LES AUTRES ALLER EN Q26**

Q25 Quels lieux, quels jours et quels modes de transport utilisez-vous pour les accompagner ou aller les chercher ?

ENQ NOTER EN CLAIR- BIEN RELANCER POUR AVOIR SI POSSIBLE LES 3 INFOS : LIEU AVEC SA COMMUNE / JOUR / MODE DE TRANSPORT

EXEMPLE : JE DEPOSE MA FILLE TOUS LES MATINS A L'ECOLE DE LA COMMUNE DE XXX EN VOITURE

OUVERT

Q26 Quel âge a (ont) cet (ces) enfant(s) (ceux que vous accompagnez ou allez chercher) ?

6 REPONSES MAXIMUM – SI PLUS DE 6 ENFANTS NOTER L'AGE DES 6 PLUS JEUNES –POUR LES ENFANTS DE MOINS D'UN AN NOTER 0

	Age VAL MIN = 0 VAL MAXI = 24
Enfant 1	_ _
Enfant 2	_ _
Enfant 3	_ _
Enfant 4	_ _
Enfant 5	_ _
Enfant 6	_ _

Q27 Accompagnez-vous **ou allez-vous chercher** régulièrement **des parents** en semaine (par exemple à l'hôpital, invitation chez vous ou chez eux, etc) ? Quels lieux, quels jours et quels modes de transport utilisez-vous ?

ATTENTION : DU LUNDI AU VENDREDI, PAS LE WEEK-END

ENQ NOTER EN CLAIR- BIEN RELANCER POUR AVOIR SI POSSIBLE LES 3 INFOS : LIEU AVEC SA COMMUNE / JOUR / MODE DE TRANSPORT

EXEMPLE : JE VAIS AU CLUB DE SPORT DE LA COMMUNE DE XXX 1 FOIS PAR SEMAINE EN VOITURE

OUVERT

Q28 Vous-même, êtes-vous accompagné(e) régulièrement en semaine (au travail, à la gare, à l'arrêt debus, au club de sport, au centre commercial, à l'hôpital, etc) ? Quels lieux, quels jours et quels modes ?

ENQ NOTER EN CLAIR- BIEN RELANCER POUR AVOIR SI POSSIBLE LES 3 INFOS : LIEU AVEC SA COMMUNE / JOUR / MODE DE TRANSPORT

EXEMPLE : MON PERE ME DEPOSE A LA GARE DE BRIIS TOUS LES LUNDIS MATIN EN VOITURE

OUVERT

Merci d'avoir répondu à ces questions.

Nous allons vous envoyer un mail de confirmation, qui vous précisera :

. la semaine durant laquelle vous serez enquêté(e)

. le fait que l'IAU prendra contact avec vous avant Noël

CNIL1 L'IAU (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme) qui mène cette enquête a donc besoin que nous recueillions vos coordonnées pour vous recontacter avant la semaine d'enquête. Acceptez-vous pour cela que nous transmettions à l'IAU vos réponses à ce questionnaire associées à vos coordonnées ?

CITER – UNE SEULE REPONSE POSSIBLE

PAS DE DK

1 Oui vous nous autorisez à transmettre vos réponses et vos coordonnées à l'IAU

2 Non vous ne nous autorisez pas à transmettre vos réponses et vos coordonnées à l'IAU

**SI CODE 1 AT CNIL1 POSER CNIL2
LES AUTRES (CODE 2) FIN INTER**

CNIL2 Je vais vous demander de me fournir vos coordonnées ; C'est à cette adresse que vous sera envoyé le chèque de 15 € après la semaine d'enquête. Tout d'abord...

Votre nom : / _____ /

Votre prénom : / _____ /

Votre adresse : / _____ /

Code postal : / _____ /

Ville : / _____ /

Votre adresse email : / _____ @ _____ /

Votre numéro de téléphone portable : / _____ /

SI CODE 1 EN CNIL2, INSERER ADRESSE ET COORDONNEE CNIL2 DANS LE FICHER DE DONNEES LES AUTRES (CODE 2) NE PAS INSERER LES COORDONNEES DANS LE FICHER DE DONNEES

Vous avez bien sûr la possibilité de vous rétracter si vous le souhaitez, mais nous comptons vivement sur votre participation à cette étude.

Nous vous remercions et vous souhaitons une bonne soirée.

Annexe 6 : Flyer de la deuxième enquête sur la CARPF



Roissy
PORTE
DE FRANCE



TNS Sofres
50 ans
d'anticipation...



IAU
INSTITUT
D'AMÉNAGEMENT
ET D'URBANISME
DE LA SEINE-SEINE-SAINT-DENIS

ENQUÊTE TRANSPORTS

Objectif : Enquête pour mieux connaître la mobilité des habitants de la Communauté d'Agglomération de Roissy Porte de France

CHERCHONS VOLONTAIRES

- ✓ PROPRIÉTAIRE DE SMARTPHONE (ANDROID OU IOS)
- ✓ HABITANT LES COMMUNES DE : **ECOUCEN, FOSSES, LOUVRES, MARLY-LA-VILLE, PUISEUX-EN-FRANCE**
- ✓ AYANT UN EMPLOI (HORS ÉTUDIANT)

PARTICIPATION INDEMNISÉE



Vous pouvez nous contacter dès maintenant

CONTACT : 0800-100-264 (appel gratuit)

Email : enquetepargps@gmail.com

Quel est l'objectif de l'enquête ?

Les objectifs sont de mieux connaître la mobilité des actifs de 5 communes (ECOUCEN, FOSSES, LOUVRES, MARLY-LA-VILLE, PUISEUX-EN-FRANCE) et de tester une nouvelle méthode d'enquête innovante de suivi par GPS.

Quelle est la méthode d'enquête ?

C'est une enquête innovante de suivi par GPS sur smartphone pendant 5 jours. La personne volontaire doit télécharger une application gratuite. Cette application tournera en tâche de fond et ne gênera pas l'utilisation du smartphone (il faudra seulement recharger plus fréquemment la batterie, au minimum deux fois par jour).

Que doit faire la personne volontaire ?

Outre d'avoir son smartphone en permanence sur soi pendant la durée d'enquête, elle devra répondre à un questionnaire de 4 minutes par téléphone avant le début de l'enquête. Eventuellement elle devra répondre après la semaine d'enquête à un autre questionnaire de 3 minutes maximum sur les déplacements effectués dans le cas où les enregistrements GPS ne sont pas clairement identifiés.

Qui peut participer ?

Tous les propriétaires de smartphone sur Android et iPhone ayant un emploi et habitant une des cinq communes peuvent participer à l'enquête. Néanmoins, les personnes ne disposant pas d'un smartphone peuvent également y participer : on leur prêterait un boîtier GPS léger et peu encombrant.

Est-il prévu une récompense pour les personnes volontaires ?

Oui, une indemnité financière a été prévue.

Quand se déroulera l'enquête ?

L'enquête se déroulera à partir du lundi 13 janvier 2014 sur 5 semaines. Il est important de nous contacter dès maintenant car le recrutement des volontaires se termine à la mi-décembre.

Annexe 8 : Diaporama de la présentation à ERSA 2014



Subvention n°12-MT-PREDITGO3-3-CVS-024 2012

The SMOOTH project : experimentation of GPS-only travel surveys in two peri-urban territories of Paris Region

Dany NGUYEN-LUONG



28/08/2014 - ERSA 2014





CONTENTS

- Context and aims
- Methodology
- Data
- A few results

28/08/2014 - ERSA 2014

2



CONTEXT

- **Modernization of household travel surveys** : how to replace (and not supplement) the paper-based methodology by introduction of new technologies
- **Surveys in peri-urban areas** : generally only qualitative surveys and not enough quantitative data to know more about mobility

28/08/2014 - ERSA 2014

3

Aims

- **Prepare the future** of regional household travel surveys
- **Experiment the new methodology** on two peri-urban areas
- **Analyse the mobility** of peri-urban residents through these two surveys

28/08/2014 - ERSA 2014

4

Methodology

- A « **GPS-only** » survey : no face-to-face surveyor at home, no paper
- A **totally passive application of tracking on smartphone** using GPS, Wifi and Mems (accelerometer). Data collected for 5 days (from Monday to Friday).
- Two phone interviews : one **before** the GPS survey about trips habits, one **after** survey and data analysis to precise trips attributes (mainly purposes).

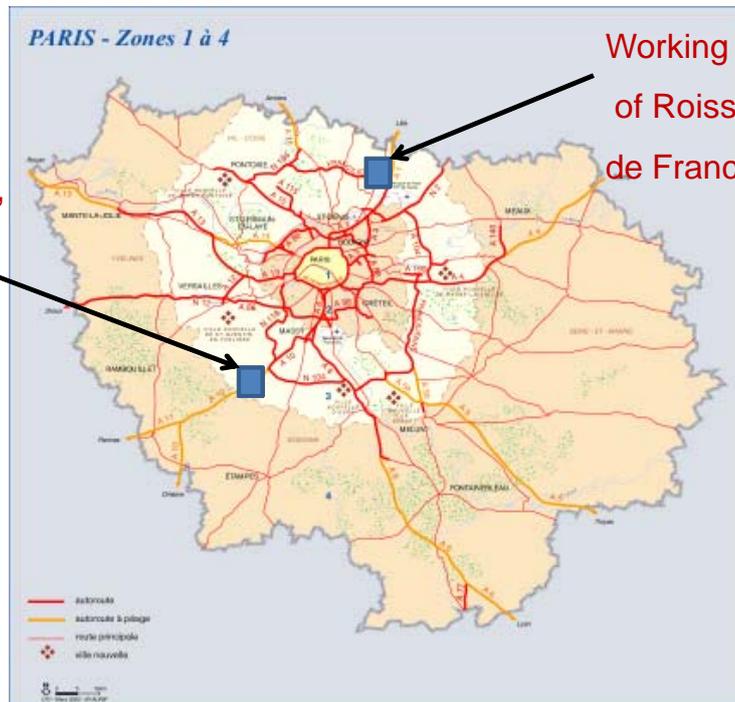


28/08/2014 - ERSA 2014

5

Two experimentations in Paris Region

Users of
Briis-sous-Forges'
Station (2013)



Working population
of Roissy-Porte
de France (2014)

28/08/2014 - ERSA 2014

6

Two experimentations in Paris Region

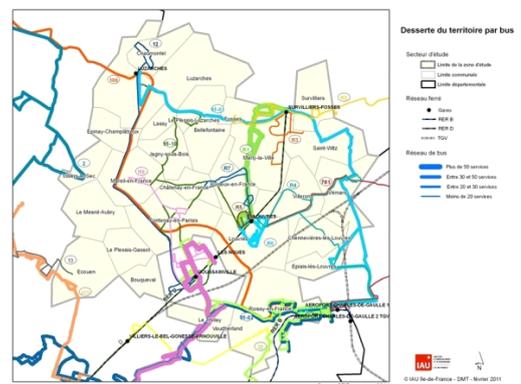
Briis-sous-Forges station :
an intermodal station located on a motorway



800 travellers
every morning



Roissy-Porte de France : a typical
peri-urban area



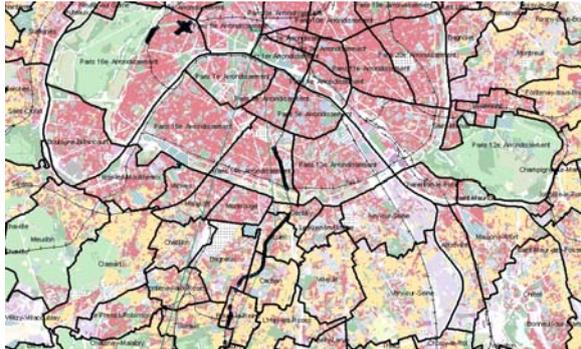
35000 inhabitants (50% working)
in the 5 main communes

28/08/2014 - ERSA 2014

7

Databases

Examples of a GPS recording visualization



Background for analysis :
numerical land use

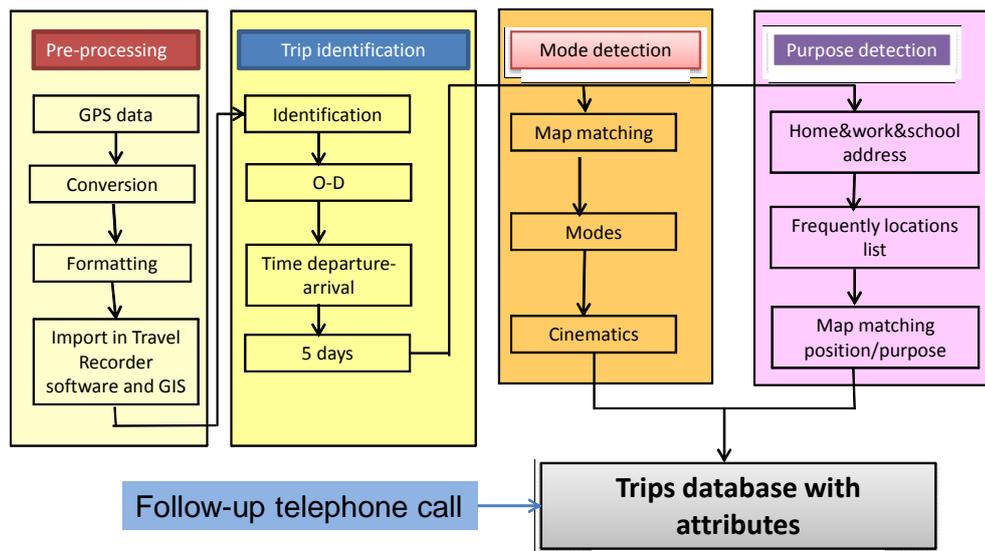


Background for analysis :
Google Earth

28/08/2014 - ERSA 2014

8

Databases



28/08/2014 - ERSA 2014

9

Databases

	Nb trips	Nb participants	Nb days
1 st survey : Briis-sous- Forges	1442	80	378
2 nd survey : Roissy-Porte de France	3065	156	722

28/08/2014 - ERSa 2014

10

Databases

Extract of the first database

CLE	NUM	NOM	Prénom	JOUR	DEPL	Commune origine	Commune destination	heure départ	heure arrivée	Mode	Motif origine	Motif destination	Remarques (coupures, oubli, etc)	Questionnaire tél.	Chaîne modale
100	11			L	1	Limours	Paris 16	07:00	08:39	VP+BUS+RER+METRO	D	T	mq heure départ	17-juin	parking Briis
101	11			L	2	Paris 16	Forges-les-B	17:35	18:56	METRO+RER+BUS+VP	T	ACC			
102	11			L	3	Forges-les-B	Limours	19:07	19:11	VP	ACC	ACH			
103	11			L	4	Orsay	Briis-ss-F	19:12	19:14	VP	ACH	D			
104	11			M	1	Limours	Paris 16	06:59	08:53	VP+BUS+RER+METRO	D	T			
105	11			M	2	Paris 16	Forges-les-B	17:29	19:39	METRO+RER+BUS+VP	T	ACC			
106	11			M	3	Forges-les-B	Forges-les-B	19:50	20:12	VP	ACC	V			
107	11			M	4	Forges-les-B	Limours	20:31	20:38	VP	V	D			
108	11			Me	1	Limours	Paris 16	07:03	08:22	VP+BUS+RER+METRO	D	T			
109	11			Me	2	Paris 16	Forges-les-B	17:03	18:21	METRO+RER+BUS+VP	T	ACC			
110	11			Me	3	Forges-les-B	Limours	18:33	18:42	VP	ACC	D			
111	11			Me	4	Limours	Forges-les-B	18:57	19:02	VP	D	ACC			
112	11			Me	5	Forges-les-B	D	19:09	19:16	VP	ACC	ACC			
113	11			J	1	Limours	Paris 16	07:02	08:29	VP+BUS+RER+METRO	D	T			
114	11			J	2	Paris 16	Limours	16:12	17:33	METRO+RER+BUS+VP	T	D			
115	11			J	3	Limours	Limours	17:48	17:55	VP	D	ACC			
116	11			J	4	Limours	Limours	18:08	18:15	VP	ACC	ACH			
117	11			J	5	Limours	Limours	19:24	19:34	VP	ACH	ACC			
118	11			J	6	Limours	Limours	19:39	19:44	VP	ACC	ACH			
119	11			J	7	Limours	Limours	19:56	19:59	VP	ACH	D			
120	11			V	1	Limours	Paris 16	07:17	08:34	VP+BUS+RER+METRO	D	T			
121	11			V	2	Paris 16	Paris 17	12:05	12:24	MAP+METRO+MAP	T	L	piscine		
122	11			V	3	Paris 17	Paris 16	13:25	13:43	MAP+METRO+MAP	L	T			
123	11			V	3	Paris 16	Limours	16:32	17:55	METRO+RER+BUS+VP	T	ACC			
124	11			V	4	Limours	Limours	18:01	18:07	VP	ACC	D			
125	11			V	5	Limours	Les Ulis	19:15	18:28	VP	D	ACH			
126	11			V	6	Les Ulis	Limours	19:16	19:29	VP	ACH	D			

28/08/2014 - ERSa 2014

11

A few results

	1st survey : Briis-sous- Forges	2 nd survey: Roissy-Porte de France	Paris Region (HH travel survey 2010)
Mobility rate (nb trips/day/person)	3,81	4,25	3,88
Modes	PT	41%	17%
	Car	40%	67%
	2-wheels	1%	1%
	Walk	18%	15%
	Total	100%	100%

28/08/2014 - ERSA 2014

12

A few results

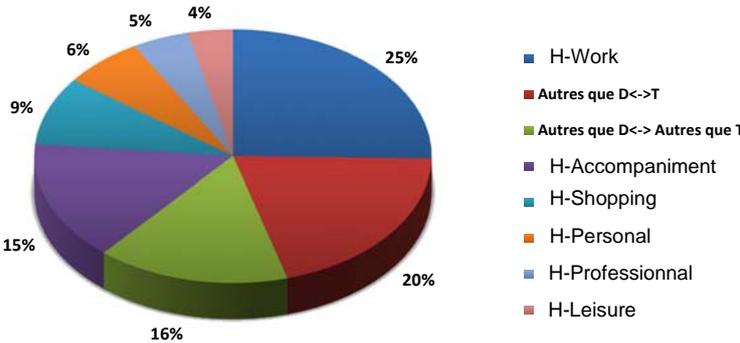
	1st survey : Briis-sous- Forges	2 nd survey: Roissy- Porte de France	Paris Region (HH travel survey 2010)
Trip duration all modes	36 min	26 min	24 min
Trip duration by car	17 min	19 min	23 min
Trip duration by PT	62 min	71 min	48 min
Trip duration by walk	8 min	9 min	12 min
Part of destination to Paris and county Hauts-de-Seine for H-work	48%	30%	
Part of local destination for H-work	39%	48%	

28/08/2014 - ERSA 2014

13

A few results

Second survey : trips purposes

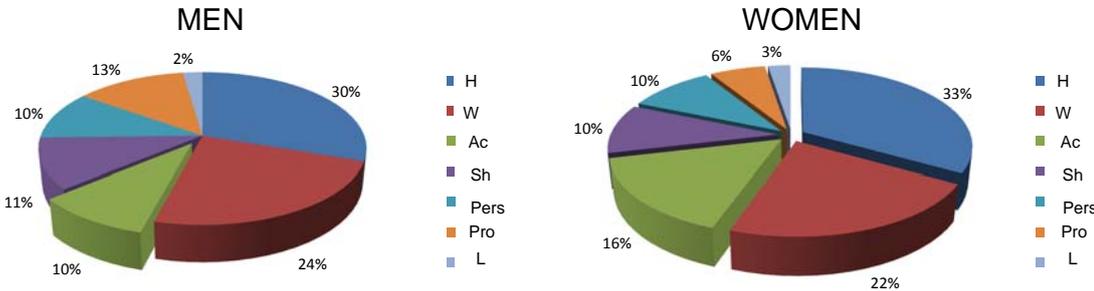


28/08/2014 - ERSA 2014

14

A few results

Second survey : trips purposes by gender



28/08/2014 - ERSA 2014

15

A few results

Second survey : modes chain

BUS	29	METRO+TRAIN	17	TRAIN+METRO+TRAIN+VP	5
BUS+METRO	1	METRO+TRAIN+BUS	6	TRAIN+RER	1
BUS+METRO+RER+VPPASS	1	METRO+TRAIN+VP	6	TRAIN+RER+METRO	5
BUS+RER	19	METRO+TRAM+RER	1	TRAIN+RER+TRAIN+RER+VP	5
BUS+RER+BUS	20	METRO+TRAM+RER+VP	1	TRAM+RER+VPPASS	4
BUS+RER+METRO	34	PL	29	VELO	1
BUS+RER+METRO+BUS	2	RER	27	VELO+RER	6
BUS+RER+VP	1	RER+BUS	31	VP	2006
BUS+TRAIN	1	RER+BUS+VP	1	VP+RER	15
BUS+TRAIN+BUS	4	RER+METRO	13	VP+RER+BUS	4
BUS+TRAIN+METRO	5	RER+TRAIN+BUS	1	VP+RER+METRO	40
BUS+TRAIN+RER	1	RER+TRAIN+VP	1	VP+RER+METRO+TRAIN	4
MAP	447	RER+TRAM	5	VP+RER+TRAIN	5
METRO	36	RER+TRAM+METRO	1	VP+RER+TRAM+METRO	1
METRO+RER	18	RER+VELO	4	VP+TRAIN+METRO	6
METRO+RER+BUS	24	RER+VP	13	VP+TRAIN+METRO+TRAIN	5
METRO+RER+TRAIN+BUS	5	TAXI	5	VP+TRAIN+RER	2
METRO+RER+TRAIN+VP	1	TRAIN	11	VPPASS	63
METRO+RER+VP	36	TRAIN+METRO	13	VPPASS+RER	1
METRO+RER+VPPASS	6	TRAIN+METRO+RER+VP	4	VPPASS+RER+BUS	1
				VPPASS+RER+METRO	4
Total					3065

28/08/2014 - ERSA 2014

16

A few results

Second survey : series of activities within Home-Home loops



Number of loops H-H / day	1,35
Number of activities / loop	2,27

28/08/2014 - ERSA 2014

17

A few results

Second survey : Modes for getting to train stations

Car	Car passenger	Bus	Bike	Walk	Total
36%	2%	27%	2%	33%	100%



28/08/2014 - ERSA 2014

18

A few results

Second survey : multi-modes over 5 days

Only car	47%
Only PT	7%
Only walk	0%
Only « car+PT »	0%
Different modes	47%
	100%

28/08/2014 - ERSA 2014

19



Conclusions

1) About « GPS-only » survey :

- 2 experiments in real conditions that prove **feasability** of the methodology
- More **accuracy** (for example duration)
- **New information** about itineraries, multimodality
- **Low cost**

28/08/2014 - ERSA 2014

20



Conclusions

But current problems :

- Problem of smartphone **battery capacity**
- **No expert-system** for trips analysis available yet
- Smartphone application : a first version which has to be **improved** (complete hybridation GPS/Wifi/Mems)
- **Simplification of purposes** do not allow a comparison with previous Regional HH travel surveys.

28/08/2014 - ERSA 2014

21

Conclusions

2) About mobility in peri-urban areas

- There is not one mobility but **many mobilities**
- **Car** : in average, « mode of proximity », mainly used for short and chained trips
- **Public transport** : mainly used for **long distance** trips
- Briis-sous-Forges station : a real **success, with a significant modal shift**

28/08/2014 - ERSA 2014

22

Conclusions

- Roissy-Porte de France area : car is still the **dominant** mode although existing alternatives (local buses, demand responsive transport, public taxis)
- Importance of **trips chaining** to optimize the time budget
- Almost 50% trips are **not mono-modal** over five days
- Almost **no biking** in our two surveys
- In the two surveys, many individual cases far from the average, so it seems there is a « market » for ecomobility modes : car sharing, car pooling, DRT, electric bikes, and **above all electrical car.**

28/08/2014 - ERSA 2014

23



Thanks for your attention

www.iau-idf.fr/egtpargps

www.iau-idf.fr/smooth

Email : dany.nguyen-luong@iau-idf.fr



L'Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région d'Île-de-France est une fondation reconnue d'utilité publique par décret du 2 août 1960, financée par la Région Île-de-France et par l'État.

15, rue Falguière - 75740 Paris cedex 15 - 33 1 77 49 77 49 - www.iau-idf.fr

5.12.009