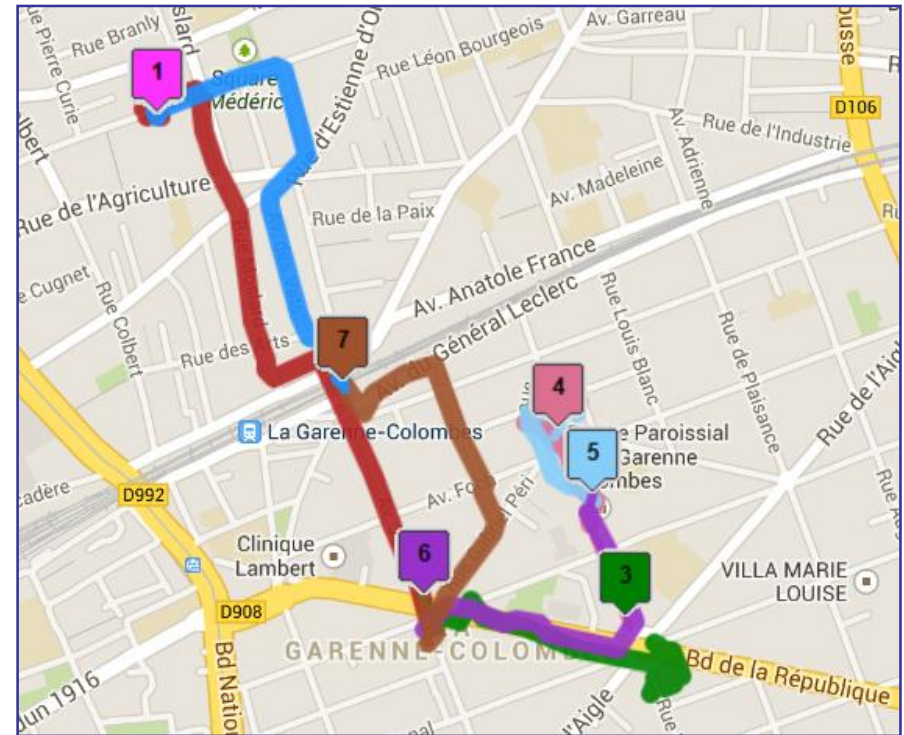


RECORD GPS Study

RECORD MultiSensor Study

Environnement,
mobilité et santé :
études à partir de
capteurs embarqués

Basile CHAIX, Inserm



Inserm

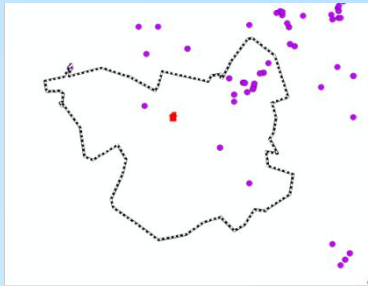
Institut national
de la santé et de la recherche médicale



Expositions contextuelles au domicile

Etude RECORD, v. 1 : 7290 résidents de 112 communes d'Île-de-France examinés et enquêtés en 2007 – 2008

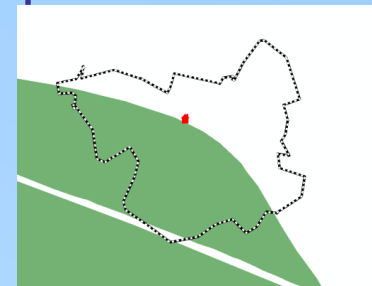
Densité de destinations



Connectivité du réseau



Surface de parcs



Surface et hauteur bâties



Sources : Insee, IGN, IAU-IdF, etc.

Facteurs associés à la marche - RECORD

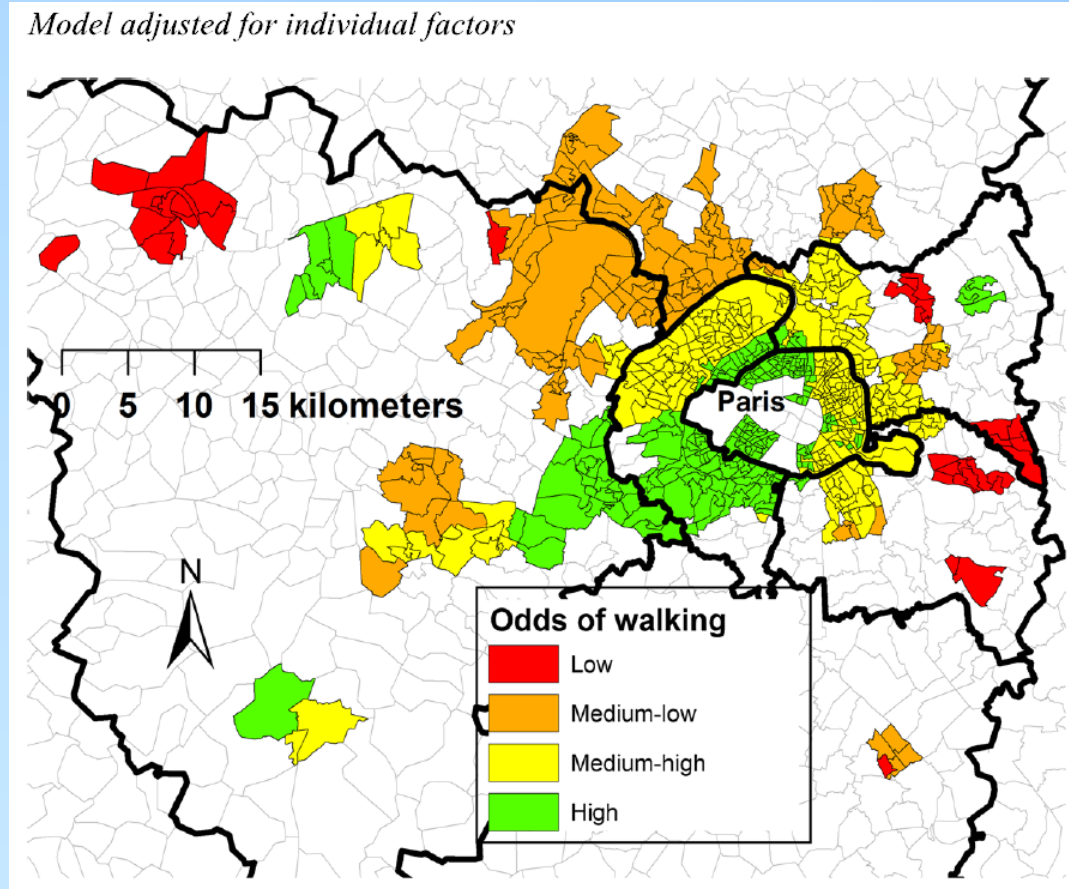
7105 participants de la Cohorte RECORD ayant correctement répondu au questionnaire sur la marche

Marche récréative

- Espaces verts (+++)
- Densité de services (+)
- Niveau d'instruction élevé
- Environnement « agréable »
 - ≠ zone de trafic aérien
 - ≠ quartier stigmatisé

Marche transport

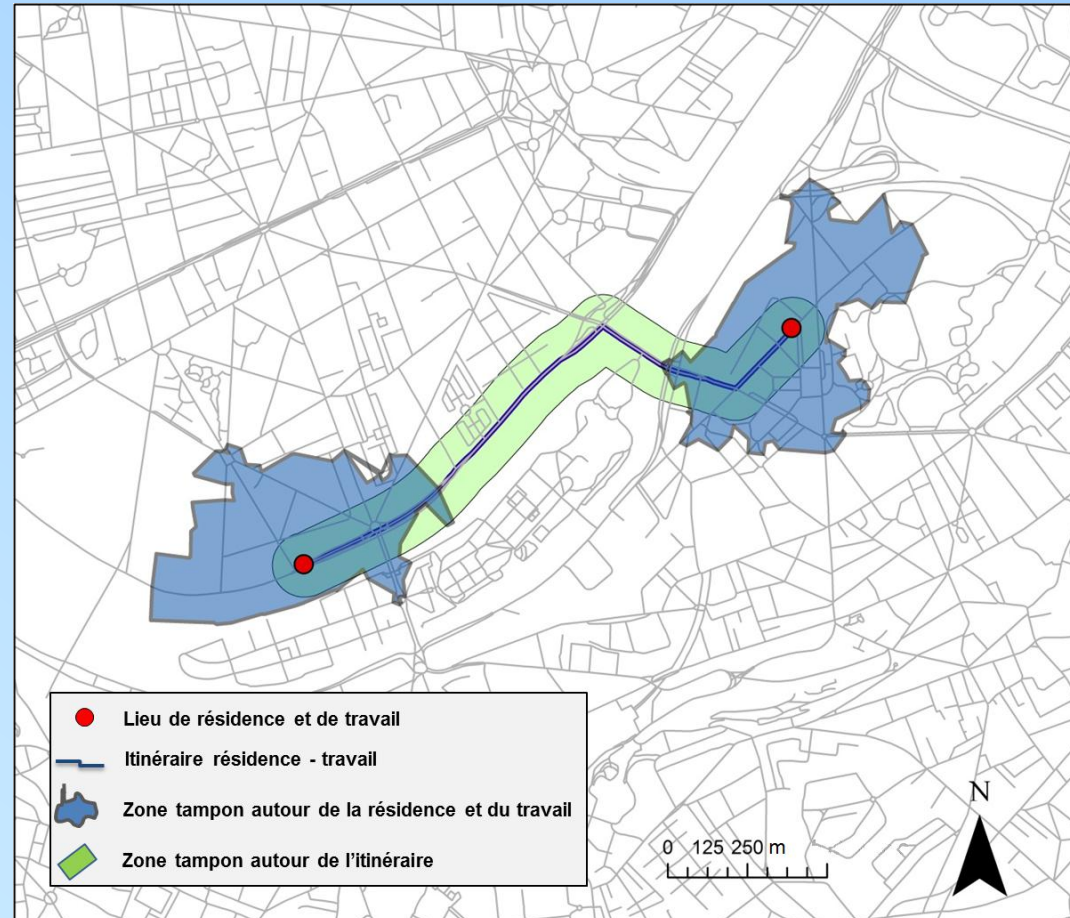
- Transports en commun
- Densité de services (+++)
- Niveau d'instruction élevé



Facteurs associés à la marche - RECORD

Géolocalisation du lieu de résidence, du lieu de travail et du supermarché principal

- Distance au supermarché < 1 km augmente la marche pour faire des courses
- Marche utilitaire globale augmente avec la densité de destinations autour :
 - du lieu de résidence
 - du lieu de travail



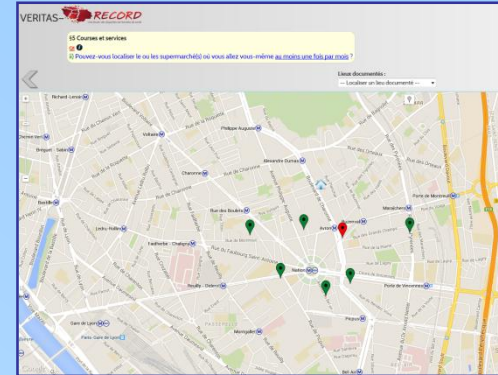
Appréhension de la mobilité dans RECORD

Deux méthodes complémentaires

Mobilité régulière
Expositions
chroniques



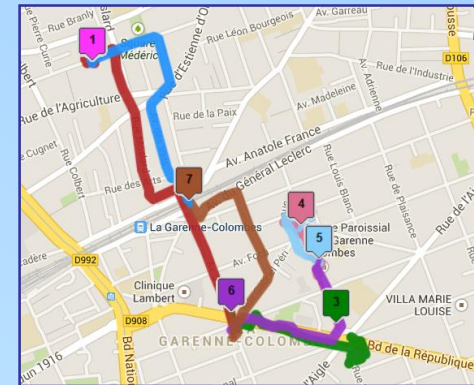
Enquête web
des habitudes
de mobilité



Mobilité ponctuelle
Expositions
momentanées



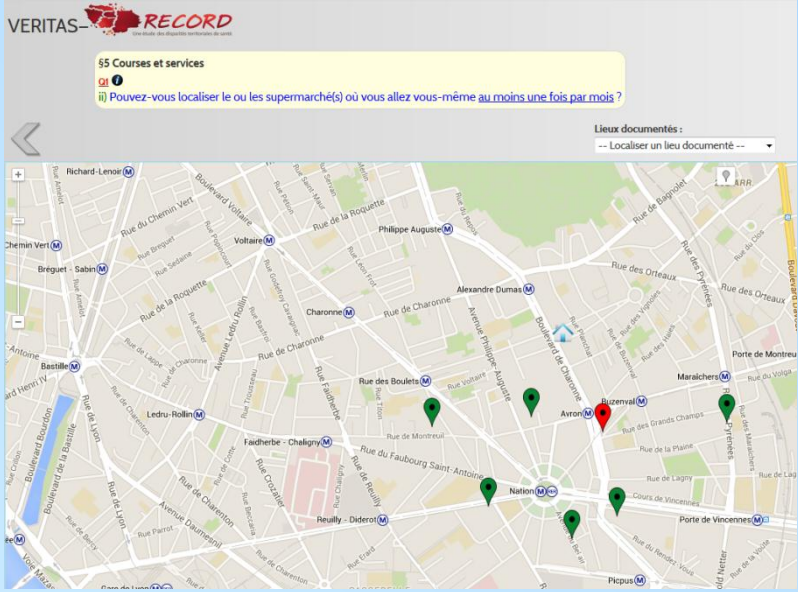
Suivi par
GPS et
accéléromètre



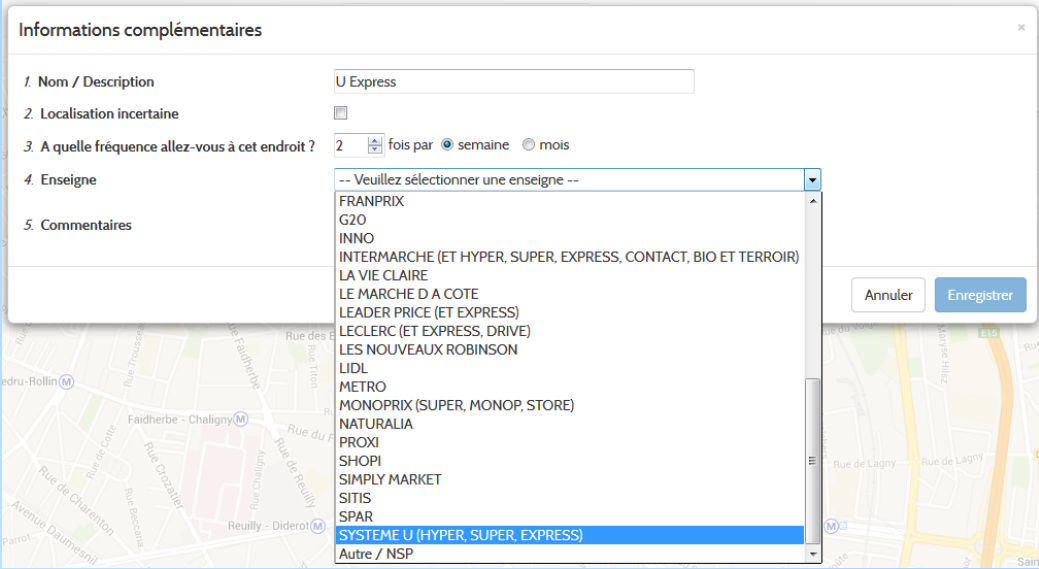
Chaix et Kestens. Am J Prev Med 2012;43(4):440-450.
Chaix et al. Health & Place 2013;17;21C:46-51.

Mobilité régulière (application VERITAS)

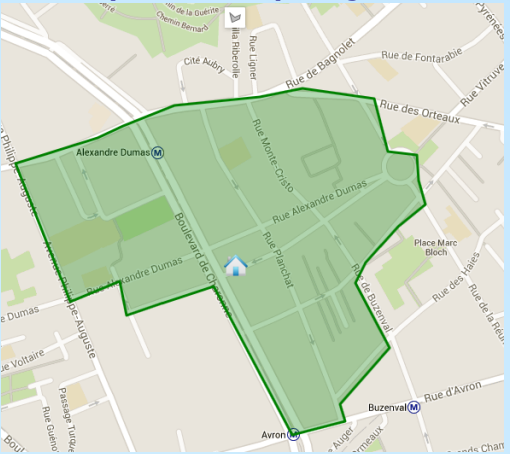
Géolocalisation des multiples lieux d'activité



Collecte d'informations spécifiques sur les lieux



Traçage des limites du quartier perçu



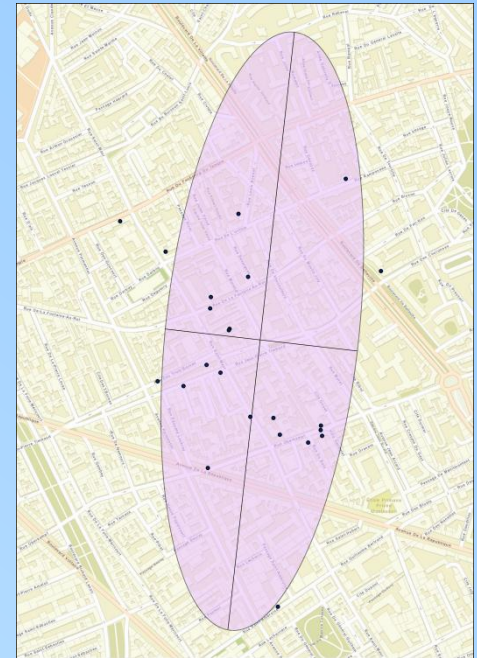
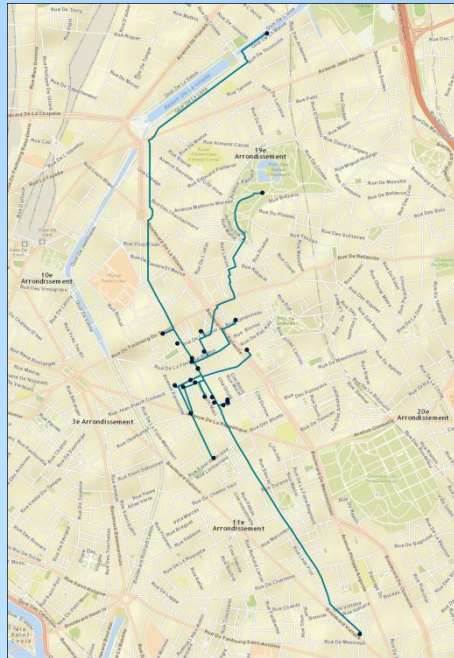
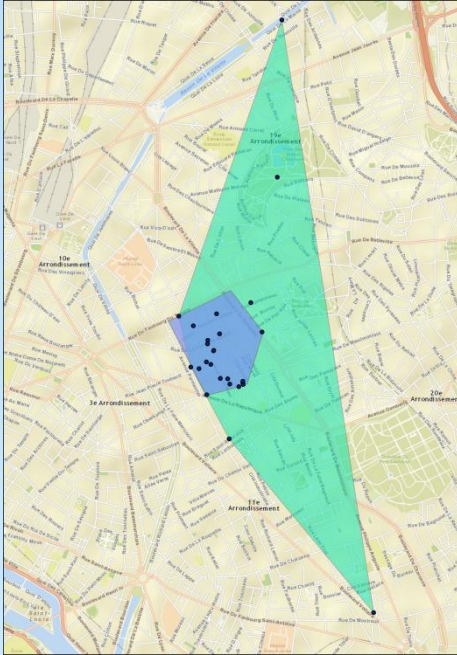
Origine habituelle et modes habituels des déplacements

Pouvez-vous indiquer d'où vous venez le plus souvent lorsque vous allez aux lieux que vous avez déclarés, et le mode de transport que vous employez le plus souvent pour vous y rendre ?

#	Lieu de destination	Lieu d'origine	Mode(s) de transport
1	Travail (Travail)	Lieu de résidence (Lieu de résidence)	Métro RER
2	U Express (Supermarché)	Lieu de résidence (Lieu de résidence)	Marche à pied --Veuillez sélectionner --
3	Supermarché Casino (Supermarché)	Lieu de résidence (Lieu de résidence)	Marche à pied --Veuillez sélectionner --
4	Supermarché (Supermarché)	Travail (Travail)	Marche à pied --Veuillez sélectionner --
5	Supermarché (Supermarché)	Travail (Travail)	Marche à pied --Veuillez sélectionner --
6	Langella Nunzio (Supermarché)	Lieu de résidence (Lieu de résidence)	Métro --Veuillez sélectionner --
7	Source de Vie (Supermarché)	Ecole enfant (Lieu d'accompagnement)	Marche à pied --Veuillez sélectionner --
8	Marché de quartier (Marché)	Lieu de résidence (Lieu de résidence)	Marche à pied --Veuillez sélectionner --
9	Boulangerie (Boulangerie)	Lieu de résidence (Lieu de résidence)	Marche à pied --Veuillez sélectionner --
10	Marchand de fruits et légumes (Marchand de fruits et légumes)	Travail (Travail)	Marche à pied --Veuillez sélectionner --

Dimensions structurantes des espaces d'activité

Définition de multiples indicateurs du comportement spatial



5 dimensions identifiées au moyen d'une analyse factorielle

- Importance du quartier de résidence dans l'espace d'activité
- Etendue de l'espace d'activité
- Elongation de l'espace d'activité
- Volume d'activités
- Spécialisation des activités

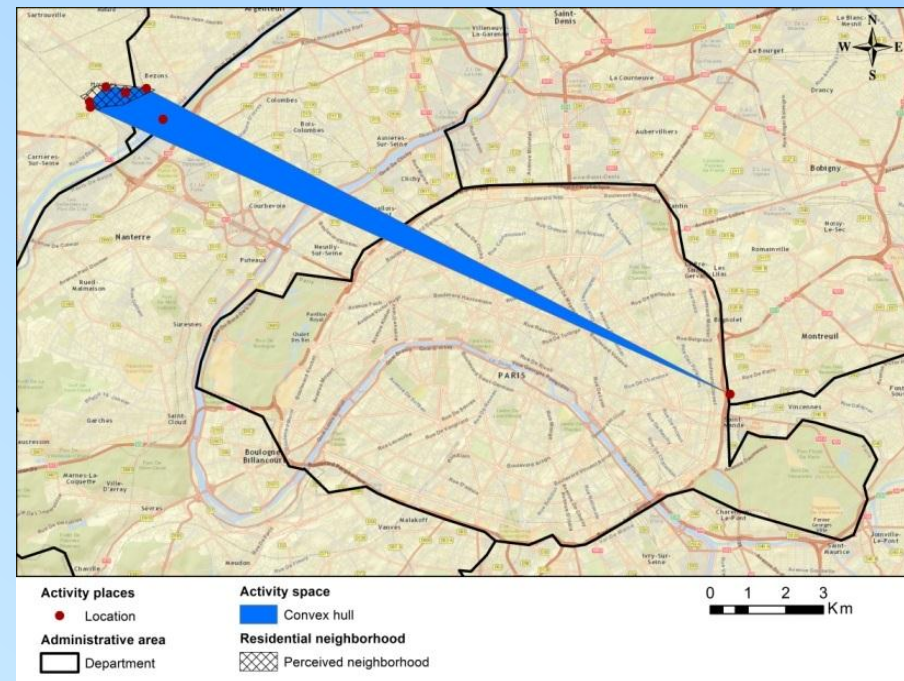
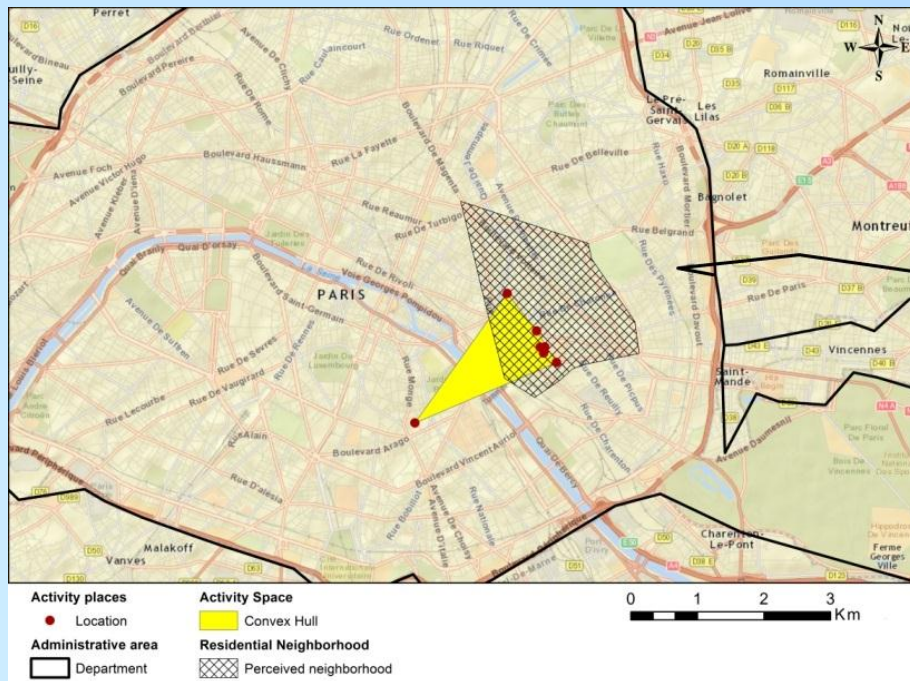
**Perchoux, Kestens et Chaix.
Soc Sci Med 2014;119:64-73.**

Profils associés aux types d'espaces d'activité

Les chômeurs (par rapport aux personnes en emploi) ont :

- leurs activités plus souvent centrées sur leur quartier
- un espace d'activité plus petit
- un espace d'activité moins allongé
- un nombre de lieux d'activité moins important

→ Différentiation sociale du rapport à l'espace



Profils associés aux types d'espaces d'activité

Modes de transport : nombre de jours d'utilisation par semaine

Dimensions de l'espace d'activité	Jours avec marche	Jours avec transports en commun	Jours avec véhicule motorisé personnel
Centrage sur le quartier			
Elevé	6,0	2,0	1,1
Moyen	5,4	2,2	1,6
Faible	5,0	2,0	1,9
Taille de l'espace d'activité			
Elevé	5,2	2,2	1,8
Moyen	5,7	1,9	1,5
Faible	5,4	2,1	1,3
Nombre de lieux d'activité			
Elevé	6,1	2,9	1,1
Moyen	5,5	2,1	1,6
Faible	4,6	1,2	1,9
Elongation de l'espace d'activité			
Elevé	5,4	2,3	1,4
Moyen	5,4	2,1	1,5
Faible	5,5	1,8	1,7

Etude RECORD GPS (1)

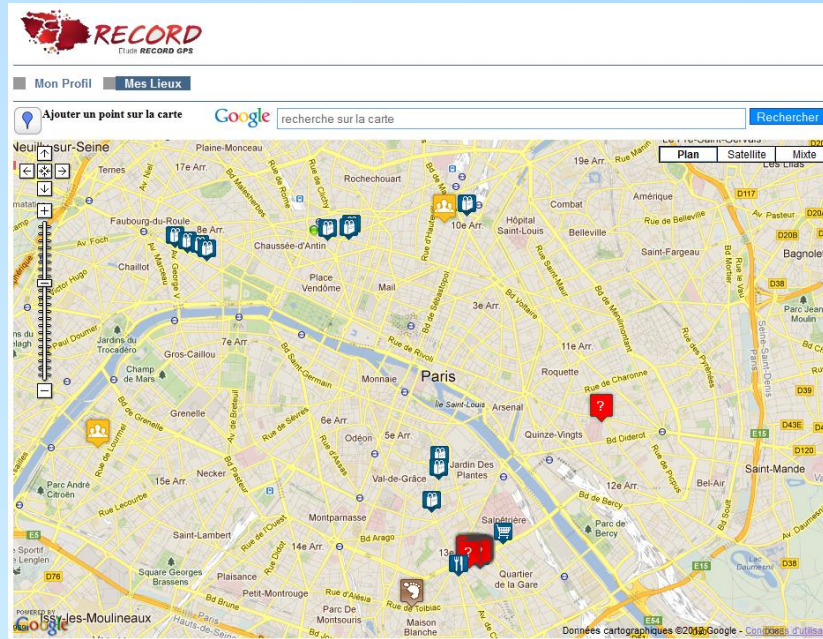
Protocole RECORD GPS

- Suivi par GPS et accéléromètre sur 7 j.
- Enquête de mobilité

Algorithme
d'identification
des lieux d'activité



236 participants
recrutés entre janvier
2012 et juin 2013



lieux	Résultats
0602-2_293	Marks and Spencer Champs Elysées lundi 6 février 2012 12:03 => 12:18 Durée : :00:15
0602-3_249	Promod Champs Elysées lundi 6 février 2012 12:20 => 12:29 Durée : :00:09
0602-4_250	Monoprix Champs Elysées lundi 6 février 2012 12:41 => 12:55 Durée : :00:14
0602-6_255	Zara Champs Elysées lundi 6 février 2012 12:54 => 13:17 Durée : :00:23
0602-14_246	Pharmacie Vincent Auriol lundi 6 février 2012 14:08 => 14:14 Durée : :00:06
0602-13_251	résidence lundi 6 février 2012 14:12 => 12:03 Durée : :21:51
0602-14_247	 lundi 6 février 2012 14:26 => 14:31 Durée : :00:05
0602-13_252	idem... voir l'info bulle lundi 6 février 2012 14:30 => 14:52 Durée : :00:22
0602-13_253	idem... voir l'info bulle lundi 6 février 2012 15:05 => 15:11 Durée : :00:06
0602-13_254	idem... voir l'info bulle lundi 6 février 2012 15:20 => 15:25 Durée : :00:05

Etude RECORD GPS (2)

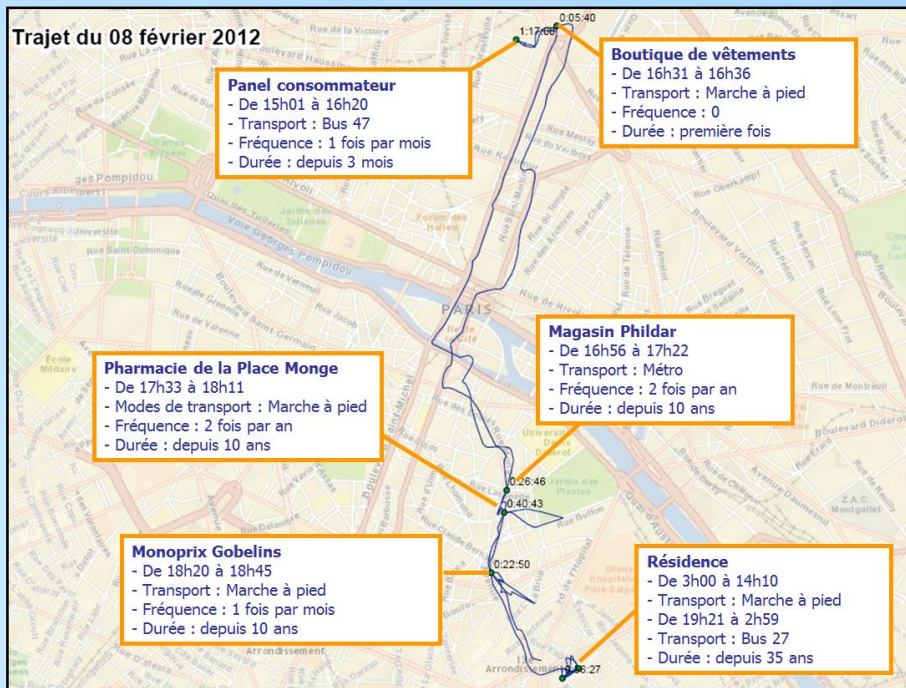
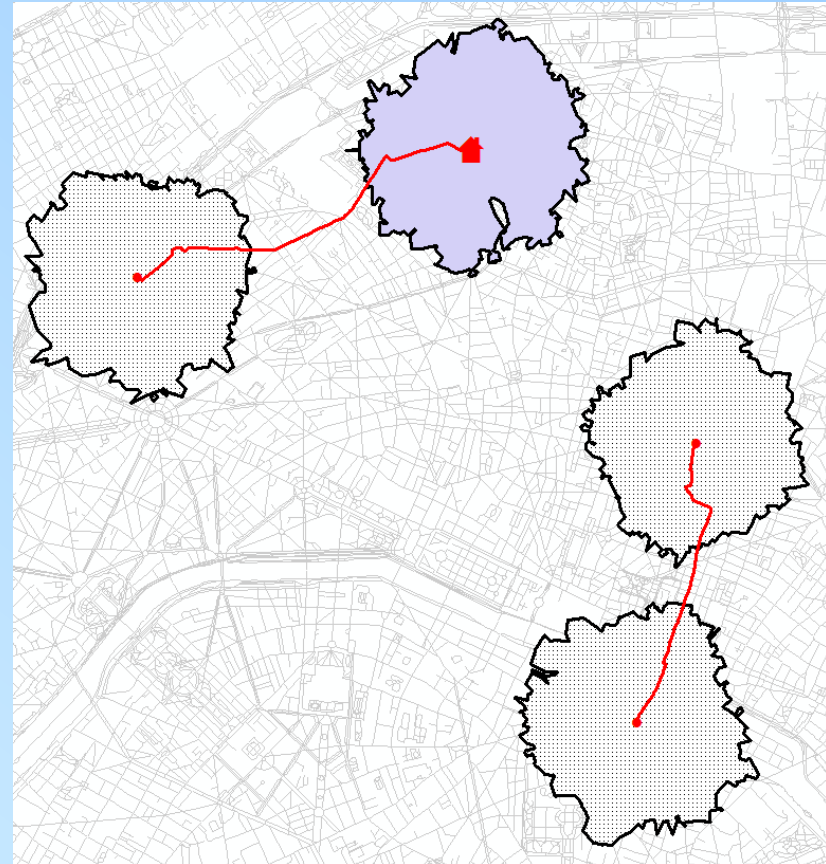


Table horaire pour le participant p31 (28 mars 2012)

	Début	Fin	Activité / transport
A1	00:00	07:32	Domicile
T1	07:32	07:47	Moto
A2	07:47	11:56	Travail
T2	11:56	12:20	Moto
A3	12:20	14:25	Activité sportive
T3	14:25	15:24	Moto
A4	15:24	15:38	Magasin Harley Davidson
T4	15:38	15:53	Moto
A5	15:53	17:30	Domicile
T5	17:30	17:40	Marche
A6	17:40	19:40	Cinéma
T6	19:40	19:50	Marche
A7	19:50	20:10	Supermarché
T7	20:10	20:17	Marche
A8	20:17	23:59	Domicile

Déterminants de la marche transport (1)

- Analyse réalisée au niveau déplacement (≤ 4 km)
- Variable réponse : marche (mode unique)
- Variables environnementales mesurées au lieu de résidence
- Multiples variables environnementales également mesurées aux points de départ et d'arrivée du déplacement
- Ajustement sur les variables socio-démographiques individuelles
- Prise en compte des préférences en matière de transport qui conduisent à habiter dans des quartiers différents
- Prise en compte du mode utilisé dans le déplacement précédent



Déterminants de la marche transport (2)

4633 déplacements
≤4 km

Modèle ajusté sur les caractéristiques socio-démographiques, sur les préférences et sur les modes immédiatement utilisés

Résultats fournis sur l'échelle des probabilités (de marcher)

Facteurs environnementaux	Δ probabilité (intervalle de confiance à 95%)			
Niveau d'instruction de la zone, origine dépl. (vs. 1 ^{er} quartile)				
Second quartile	-0,09	(-0,14, -0,05)	-0,07	(-0,11, -0,03)
Troisième quartile	-0,11	(-0,16, -0,06)	-0,08	(-0,12, -0,03)
Quatrième quartile	-0,15	(-0,21, -0,09)	-0,11	(-0,16, -0,06)
Nombre de services, origine dépl. (vs. 1 ^{er} quartile)				
Second quartile	+0,06	(+0,02, +0,10)	+0,01	(-0,03, +0,05)
Troisième quartile	+0,08	(+0,02, +0,14)	+0,03	(-0,02, +0,08)
Quatrième quartile	+0,13	(+0,05, +0,20)	+0,06	(+0,00, +0,12)
Nombre de services, destination dépl. (vs. 1 ^{er} quartile)				
Second quartile	+0,06	(+0,01, +0,10)	+0,04	(-0,00, +0,07)
Troisième quartile	+0,09	(+0,03, +0,14)	+0,07	(+0,02, +0,12)
Quatrième quartile	+0,12	(+0,05, +0,19)	+0,10	(+0,05, +0,16)
Espaces verts, origine dépl. (vs. 1 ^{er} quartile)				
Second quartile	+0,02	(-0,02, +0,05)	+0,03	(-0,00, +0,06)
Troisième quartile	+0,02	(-0,02, +0,06)	+0,02	(-0,01, +0,05)
Quatrième quartile	+0,05	(+0,01, +0,09)	+0,06	(+0,02, +0,09)
Espaces verts, destination dépl. (vs. 1 ^{er} quartile)				
Second quartile	+0,02	(-0,02, +0,06)	+0,02	(-0,02, +0,05)
Troisième quartile	+0,06	(+0,02, +0,09)	+0,04	(+0,01, +0,07)
Quatrième quartile	+0,06	(+0,02, +0,10)	+0,08	(+0,04, +0,11)
Distance minimum aux transports en commun, origine dépl. (vs. 1 ^{er} quartile)				
Second quartile	-0,02	(-0,06, +0,01)	-0,02	(-0,05, 0,01)
Troisième quartile	-0,02	(-0,05, +0,01)	-0,01	(-0,03, +0,02)
Quatrième quartile	-0,05	(-0,09, -0,02)	-0,01	(-0,04, +0,02)
Niveau d'instruction du quartier résidentiel (vs. 1 ^{er} quartile)				
Second quartile	+0,03	(-0,05, +0,11)	+0,03	(-0,04, +0,10)
Troisième quartile	+0,09	(+0,01, +0,17)	+0,07	(-0,01, +0,14)
Quatrième quartile	+0,09	(+0,00, +0,17)	+0,06	(-0,02, +0,13)
Longueur du déplacement en km (vs. >3 - 4)				
>2 - 3			+0,15	(+0,11, +0,19)
>1.5 - 2			+0,29	(+0,25, +0,34)
>1 - 1.5			+0,43	(+0,39, +0,47)
>0.5 - 1			+0,55	(+0,52, +0,59)
0 - 0.5			+0,65	(+0,61, +0,69)

Transport et activité physique

Pourcentage imputable au transport sur 7 jours :

- Nombre de pas marchés **38%**
- Dépense énergétique **31%**
- Activité physique (MVPA) **33%**

	Lieu de résidence (par rapport à la grande couronne)	
	Petite couronne	Paris
% de pas marchés	+2,7 (-1,8, +7,2)	+10,9 (+5,9, +15,9)
% de la dépense énergétique	+2,3 (-1,9, +6,5)	+10,9 (+6,2, +15,6)
% de l'activité physique	+2,1 (-2,4, +6,6)	+11,6 (+6,5, +16,6)

Chaix et al. Int J Behav Nutr Phys Act 2014;11(1):20.

Transport et activité physique

Modes de transport et accélérométrie

	Nombre de pas pour 10 mn de trajet	Mn d'activité physique (MVPA) pour 10 mn de trajet
Mode de transport (vs. voiture conducteur)		
Voiture, passager	-3 (-50, +45)	+0,0 (-0,4, +0,4)
2-roues à moteur	+13 (-61, +87)	-0,2 (-0,9, +0,4)
Métro	+213 (+176, +251)	+1,9 (+1,6, +2,3)
Bus / car	+194 (+143, +244)	+1,6 (+1,1, +2,0)
Train	+229 (+171, +287)	+1,9 (+1,4, +2,4)
Tramway	+293 (+163, +423)	+2,9 (+1,7, +4,0)
Vélo	+95 (+42, +147)	+0,4 (-0,1, +0,8)
Marche	+502 (+482, +522)	+4,3 (+4,1, +4,5)

Chaix et al. Int J Behav Nutr Phys Act 2014;11(1):20.

Scénarios de report des modes de transport

Pourcentage de report des déplacements motorisés vers les TC ou la marche

Scénario 1 : 14%
Scénario 2 : 33%

	Scénario 1	Scénario 2
Déplacements <1km		
En véhicule motorisé personnel	30% vers la marche 15% vers les TC	60% vers la marche 30% vers les TC
En transports en commun (TC)	30% vers la marche	60% vers la marche
Déplacements entre 1 et 2 km		
En véhicule motorisé personnel	15% vers la marche 20% vers les TC	30% vers la marche 40% vers les TC
En transports en commun (TC)	15% vers la marche	30% vers la marche
Déplacements entre 2 et 3 km		
En véhicule motorisé personnel	7,5% vers la marche 25% vers les TC	15% vers la marche 50% vers les TC
En transports en commun (en TC)	7,5% vers la marche	15% vers la marche
Déplacements entre 3 et 5 km		
En véhicule motorisé personnel	25% vers les TC	50% vers les TC
Déplacements entre 5 et 10 km		
En véhicule motorisé personnel	20% vers les TC	40% vers les TC
Déplacements entre 10 and 50 km		
En véhicule motorisé personnel	15% vers les TC	30% vers les TC

Scénarios de report des modes de transport

Résultats des simulations

	% atteignant la recommandation
Référence	35%
Scénario n°1	41% (+6 pts, 95% CrI : +4, +7)
Scénario n°2	48% (+13 pts, 95% CrI : +11, +15)

	Activité physique sur 7 jours (mn)
Référence	185 mn
Scénario n°1	198 mn (+13 mn, 95% CrI : +12, +14)
Scénario n°2	216 mn (+31 mn, 95% CrI : +29, +32)

Environnement, transport et santé

Perfectionner la mesure de la mobilité

- Passer d'une collecte au niveau déplacement à une collecte au niveau trajet (unimodal)
 - Identification des points de changement de mode
- Mieux appréhender les trajets en transports en commun
 - Identification des numéros / noms de lignes
 - Identification des changements de lignes (intra-mode)
- Appréhender aussi précisément que possible les itinéraires

Collecter des mesures d'exposition et de santé concomitantes

- Exposition personnelle à la pollution de l'air et au bruit
- Santé cardiovasculaire, respiratoire et psychologique

TripBuilder pour RECORD

- Ecran en 3 parties :

- table horaire
- carte des déplacements
- panneau de confirmation / saisie d'informations

RECORD Une étude des disparités territoriales de santé

Déplacer sur: **Friday, March 09 2012** Jour 2

7 lieu(x) avec des informations manquantes (sur 8)

Votre journal de déplacement en ligne

List des lieux où vous avez été lors de cette journée du matin au soir :

Voir	Lieu	Mode de transport	Heure d'arrivée	Heure de départ	Durée (h:min)
1	Home		03:00	10:15	7:15
2		Autobus urbain	10:19	10:22	0:02
3		Autobus urbain	10:34	10:39	0:05
4		Autobus urbain	10:55	11:08	0:12
5		Voiture - conducteur	11:42	13:03	1:21
6		Autobus urbain	13:13	15:47	2:34
7		Autobus urbain	15:59	20:52	4:53
8	Home	Voiture - conducteur	21:28		

[Ajouter un nouveau lieu](#) [Supprimer le lieu](#) [Insérer un Lieu Avant](#) [Insérer un Lieu Après](#)

Carte Google de votre déplacement

Les itinéraires entre les lieux sur la carte ne reflètent pas nécessairement vos déplacements. Ils ont seulement un but illustratif.

[Zoom global](#) [Zoom sur le lieu](#) [Zoom sur le déplacement](#) [Localiser de façon manuelle](#)

N'oubliez pas les arrêts courts tels que passer chercher du pain, prendre de l'essence, aller chercher quelqu'un, etc. Si vous vous êtes arrêté avant la destination suivante, appuyez sur l'un des panneaux gris à l'endroit où vous vous êtes arrêté ou cliquez à l'endroit de votre lieu d'arrêt pour ajouter ce nouvel arrêt.

Avez-vous rapporté tous les déplacements de la journée ?

Cliquez sur Achevé afin de revenir à la liste de vos jours de déplacements.

[Achevé](#)

LIEU 1

Où étiez-vous à 3h00 du matin ?

[Aide](#) [Annuler](#) [Rétablir](#)

A Quel est ce lieu ?

Vos lieux de l'enquête VERITAS

JOGGING
MARCHEN A PIEDS
Home
Work

Une autre localisation ?
[Spécifier un lieu différent](#)

Montrer les localisations communes sur la carte

Un lieu précédemment visité ?

Shopping Center (59-69 Rue du 1er Mai, 92000 Nanterre, France)
Friend's House (58 Rue des Tilleuls, 92100 Boulogne-Billancourt, France)

Quel est le NOM et l'ADRESSE de ce lieu ? [Modifier le lieu](#)

Nom du lieu OU de l'arrêt ou de la station de transport :

Adresse OU croisement de rues le plus proche :

B A quelle heure êtes-vous parti ?

(Enregistrer l'heure exacte)

per ex. 15h15 ou 1515

C Qu'avez-vous fait à cet endroit ?

Merci de spécifier l'activité principale à ce lieu :

[+ Ajouter une autre activité physique que vous avez pratiquée à cet endroit](#)

D Avez-vous pratiqué une activité physique à cet endroit ?

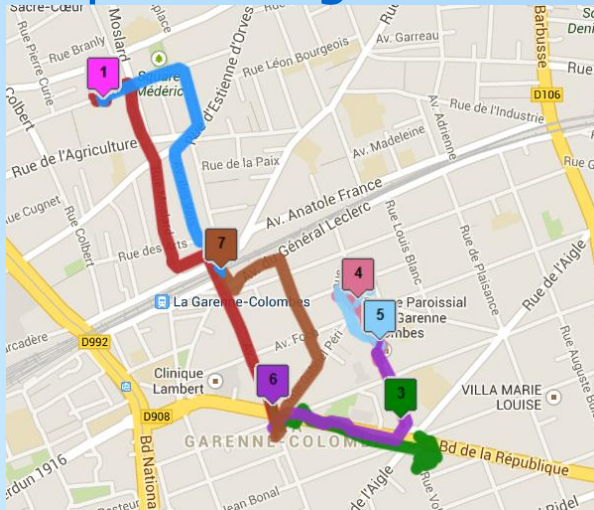
Oui Non

[< Lieu précédent](#) [Lieu suivant >](#)

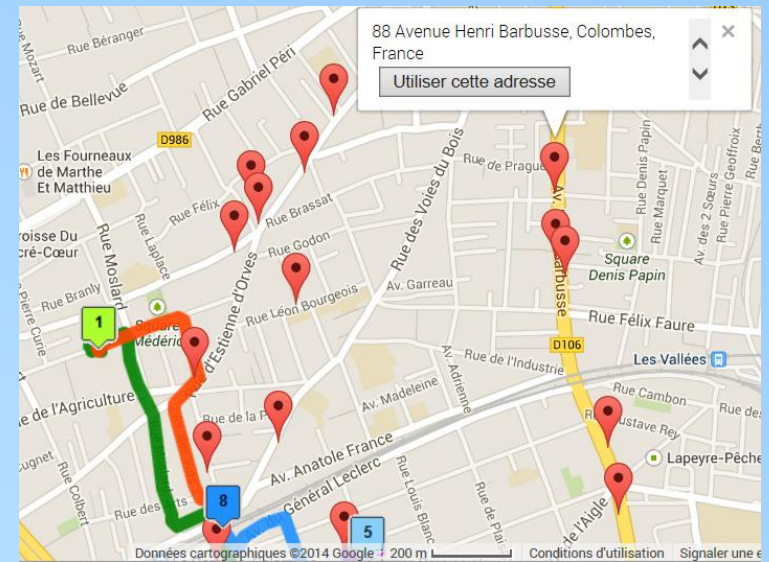
① Pour finir l'enquête ultérieurement, cliquez sur Achevé et fermez ensuite cette fenêtre. Vos informations seront sauvegardées et vous pourrez vous reconnecter plus tard pour finir l'enquête.

TripBuilder pour RECORD : Edition

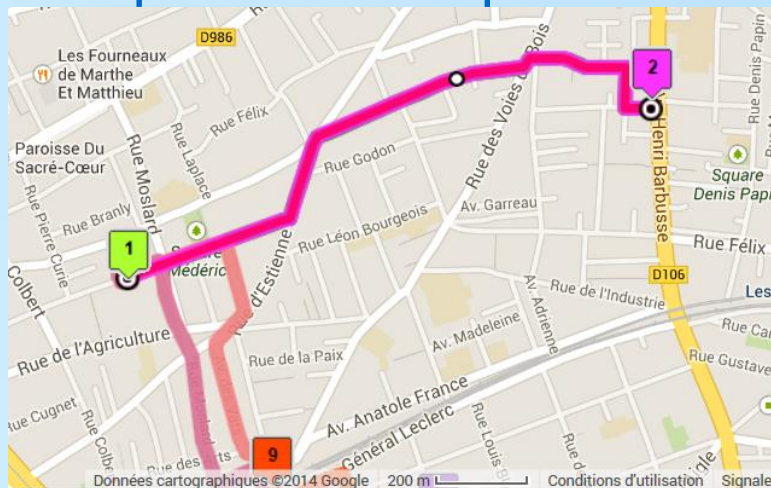
Déplacement manqué depuis le logement



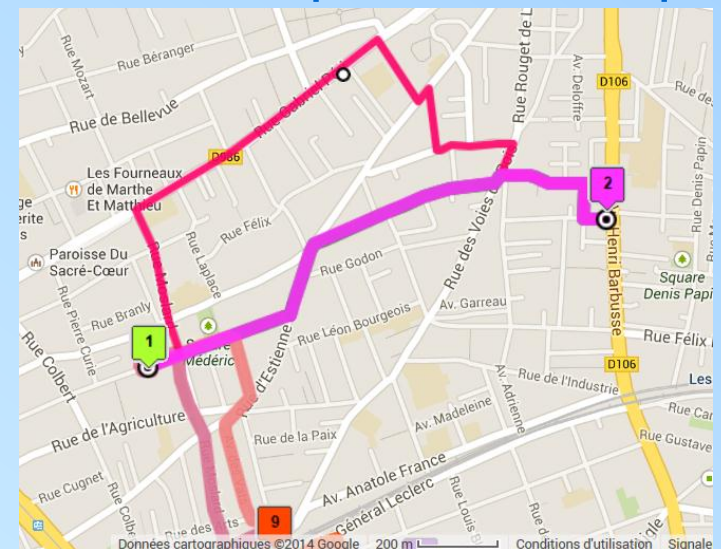
Recherche du lieu manqué



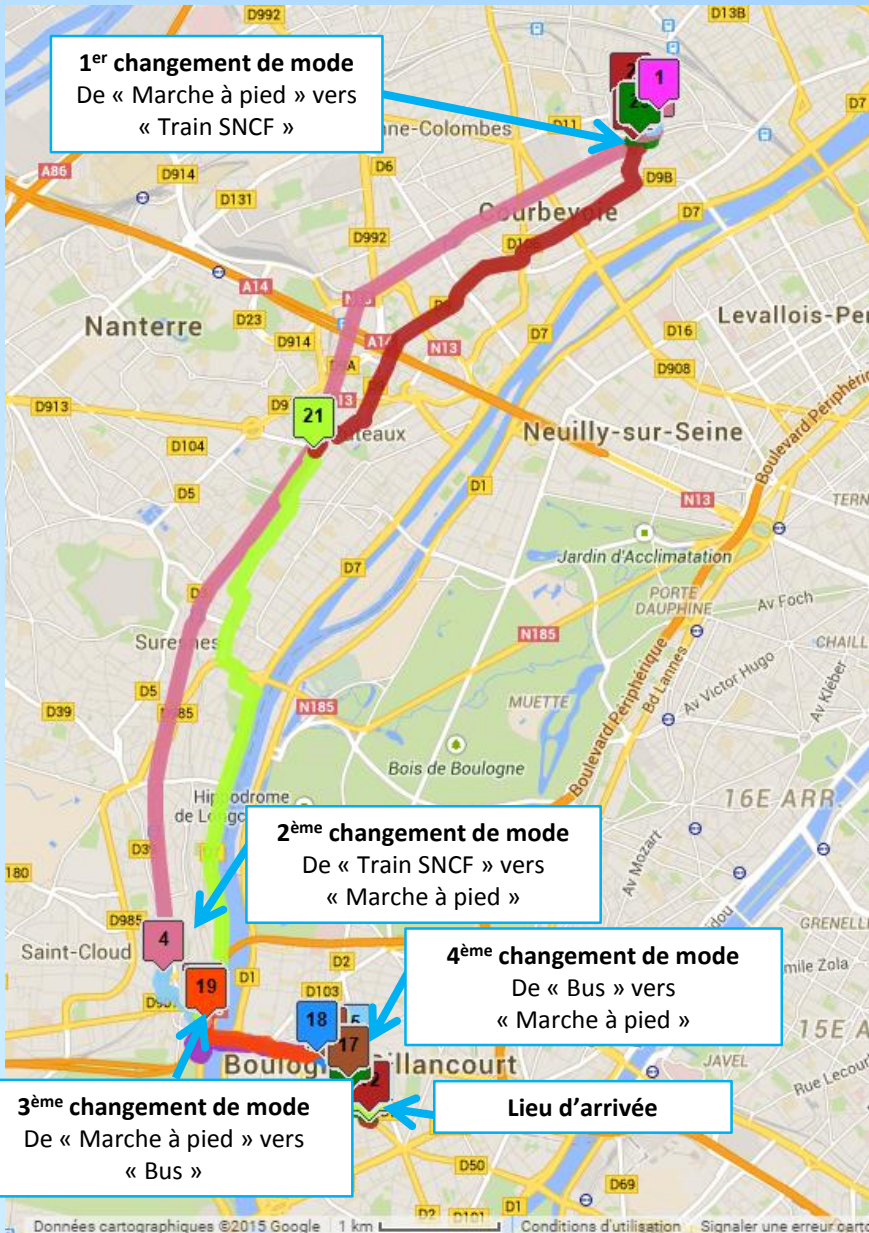
Lieu ajouté, déplacement imputé



Edition du déplacement imputé



Changements de mode de transport



Changements de mode de transport en commun

Exemple :
4 changements de mode
du lieu de départ au lieu d'arrivée

Voir	Lieu	Changements de mode :	Mode de transport
1	Résidence		
2	MAIRIE ANNEXE		Marche à pied
3	GARE DE BECON LES BRUYERES	1	Marche à pied
4	GARE de Saint-Cloud	2	SNCF banlieue
5	BUS Parc de Saint-Cloud	3	Marche à pied
6	BUS Ancienne Mairie	4	Autobus urbain
7	Square Léon Blum		Marche à pied
8	Travail		Marche à pied

Extrait du journal de déplacement

Ensemble des déplacements sur une journée

Transports en commun et marche

Type de déplacement	Distance moyenne marchée par déplacement	Pourcentage de la marche totale
- Marche seule	0,6 km	58%
- Avec trajet en véhicule motorisé personnel	0,1 km	8%
- Avec trajet en transports en commun	1,0 km	34%

N = 200
fin janvier 2015

(après exclusion des déplacements avec d'autres modes)

(après exclusion des déplacements comprenant à la fois un trajet en véhicule motorisé personnel et un trajet en transport en commun)

Exposition personnelle au bruit lors des déplacements



Mode de transport (vs. marche)	(n = 1085 trajets)
- Véhicule motorisé personnel	+2,6 (1,2 à 4,0)
- Transports en commun	+3,4 (1,7 à 5,0)
- Vélo, trottinette, etc.	+4,3 (1,1 à 7,5)

Lieux d'activité (vs. domicile)	(n = 1106 lieux)
- Travail	+4,7 (2,5 à 6,8)
- Banque, Poste	+5,8 (0,9 à 10,7)
- Espaces verts, promenade	+5,3 (0,5 à 10,1)
- Restaurants / cafés	+7,6 (4,2 à 11,0)
- Activités associatives	+14,2 (4,1 à 24,2)
- Changement de mode	+5,3 (3,8 à 6,7)

Projet MobiliSense (ERC)

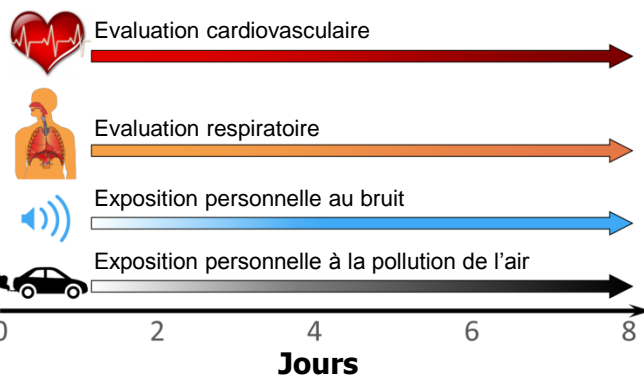


European Research Council



Île-de-France, **n = 1000**
Echantillonnage à 3 degrés
Niveau socio-économique faible et élevé
Trafic faible et élevé

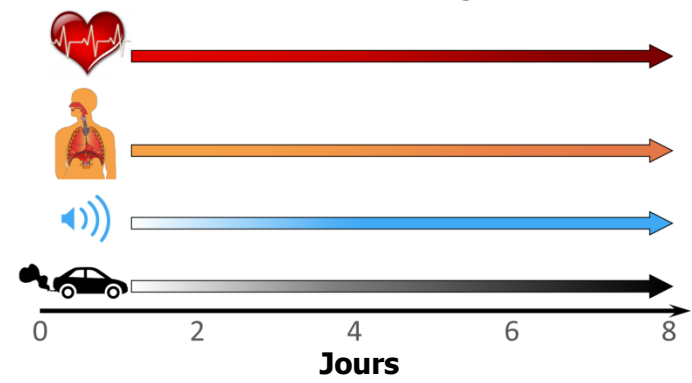
1^{ère} évaluation 8 jours



Niveau 1 du modèle

Association des expositions à court terme avec la santé

2^{nde} évaluation 8 jours



Niveau 1 du modèle

Association des expositions à court terme avec la santé

Suivi après deux ans

Niveau 2 du modèle

L'exposition à long terme influe-t-elle sur l'**évolution de l'état de santé sur deux ans** (prédite à partir des modèles de niveau 1) ?

Projet MobiliSense: simulation d'interventions

Analyses empiriques des données de suivi continues

Niveau d'exposition :

- dans chaque type de lieux d'activités
- avec chaque mode

Associations entre l'accessibilité spatiale aux modes et l'utilisation

Associations entre les expositions environnementales et la santé

(application à une large base populationnelle)

Autres données en entrée

Enquête de mobilité (EGT 2010)

- comportements de mobilité
- statut socio-économique

Données géographiques sur :

- l'accès aux transports publics

Simulations

Scénarios d'interventions examinés

- Changement dans la configuration / régulation des systèmes de transport
- Changement dans les émissions des modes motorisés
- Changement dans la distribution des modes utilisés (comportements)
- Contextes modérant les effets environnementaux

Résultats des simulations

- Changement dans la distribution des expositions
- Changement dans la distribution des états de santé
- Evolution des disparités sociales d'exposition et de santé

Remerciements aux financeurs

- Remerciements pour l'Etude RECORD MultiCapteurs :

- Milieu des transports :

- Ministère Ecologie, DGITM / CEREMA
- STIF
- Conseil régional d'Île-de-France
- RATP
- DRIEA

- Milieu de la santé :

- INPES
- IReSP
- ARS d'Île-de-France

- Remerciements pour le projet RECORD GPS-Bruit :

- ADEME
- ANSES

- Remerciements pour la composante polluants de l'air :

- Ministère Ecologie, DGITM

- Remerciements pour MobiliSense :

- European Research Council