



APPLICATIONS DE LA GÉOLOCALISATION

UNE TECHNOLOGIE QUI CHANGE
LE MONDE

juillet / 2017



**TECHNIQUES
DE L'INGÉNIEUR**

Réf. : **TE6720 V2**

Date de publication :
10 février 2014

Date de dernière validation :
01 septembre 2015

Applications de la géolocalisation - Une technologie qui change le monde

Cet article est issu de : **Électronique - Photonique | Technologies radars et applications**

par **Philippe SAINT-MARTIN**

Mots-clés

applications | big data |
Transport | smartphone | GNSS
| géolocalisation | GPS | AIS |
ADAS

Résumé L'homme tente en permanence de développer des technologies de positionnement de plus en plus sophistiquées, pour meilleure contribution à son essor social et économique. Les progrès récents ouvrent la voie à une nouvelle révolution dans de nombreux domaines comme les transports, le commerce, la santé, les loisirs, etc. Les progrès espérés en termes de bien-être, confort, sécurité, environnement, productivité... font rêver à la condition que les libertés et l'intimité des individus soient respectées et préservées.

Keywords

practical applications | big data
| transport | smartphone |
GNSS | positioning | GPS | AIS |
ADAS

Abstract For ever, human being has developed more and more sophisticated location technologies which have contributed to its social and economical growth and success. The latest achievement open the door to a new paradigm in many areas such as transport, retail, health care, leisure, etc... Expected progresses in term of wellness, comfort, safety, environmental care and productivity are tremendously exciting at the condition that individual freedom and privacy are respected and safeguarded.

Pour toute question :

Service Relation clientèle
Techniques de l'Ingénieur
Immeuble Pleyad 1
39, boulevard Ornano
93288 Saint-Denis Cedex

Par mail :

infos.clients@teching.com

Par téléphone :

00 33 (0)1 53 35 20 20

Document téléchargé le : **05/07/2017**

Pour le compte : **7209031701 - éditions ti // charlotte PALMA // 195.25.183.157**

© Techniques de l'Ingénieur | tous droits réservés

Applications de la géolocalisation

Une technologie qui change le monde

par **Philippe SAINT-MARTIN**

Consultant – Institut télécom, 4icom (Paris)

1. Nouvel âge de la géolocalisation.....	TE 6 720v2 - 2
1.1 Géolocalisation au cœur de l'histoire moderne.....	— 2
1.2 Impact sur la société.....	— 2
1.3 Convergence technologique.....	— 2
2. Géolocalisation dans le transport	— 2
2.1 Suivi du trafic maritime.....	— 2
2.2 Optimisation de la chaîne logistique.....	— 3
2.3 Écotaxe poids-lourd.....	— 4
2.4 Automobiles.....	— 4
3. Applications terrestre et scientifique	— 8
3.1 Génie civil et topographie.....	— 8
3.2 Géodésie et géologie.....	— 9
3.3 Environnement.....	— 9
4. Révolution du smartphone et des objets connectés.....	— 10
4.1 Technologies employées	— 10
4.2 Géolocalisation facteur de rupture	— 11
4.3 Sport et bien-être	— 11
4.4 Réalité augmentée	— 11
5. « Big Data » géolocalisé	— 12
5.1 Techniques utilisées	— 12
5.2 « Crowd sourcing » des bornes WiFi	— 14
5.3 Quelques applications « Big Data ».....	— 14
5.4 Mise à jour des cartographies	— 15
5.5 Planification de l'espace.....	— 15
5.6 Big Data pour Big Marketing.....	— 15
6. Émergence du géo-commerce	— 16
6.1 Premières applications de centres commerciaux	— 17
6.2 Publicité géo-localisée.....	— 17
7. Santé connectée	— 18
7.1 Détection périmétrique.....	— 18
7.2 Bracelet GPS et mobilité des personnes à risque.....	— 18
8. De Big Data à Big Brother.....	— 19
8.1 « Big Brothers are watching us »	— 19
8.2 Avis de la CNIL	— 19
9. Conclusions et perspectives	— 19
Pour en savoir plus	Doc. TE 6 720v2

1. Nouvel âge de la géolocalisation

1.1 Géolocalisation au cœur de l'histoire moderne

Les animaux et les plantes, bien avant l'espèce humaine, ont développé une capacité souvent surprenante et incroyablement précise à se positionner dans l'espace et le temps. L'humanité a dû attendre quelques millions d'années pour disposer des technologies lui permettant de les égaler. De l'astrolabe antique jusqu'au GPS d'aujourd'hui, en passant par la boussole, le sextant, le gyroscope et le satellite, celles-ci ont accompagné et même souvent initié son développement économique, scientifique et social tout au long de notre ère.

Mais, il faut attendre que la physique quantique nous révèle les secrets de l'horloge atomique pour que le GPS initie le mouvement de démocratisation que nous connaissons aujourd'hui, et mette la géolocalisation à la portée du plus grand nombre.

1.2 Impact sur la société

L'amélioration des performances des techniques de géolocalisation a été l'un des facteurs du déclenchement de la mondialisation et de l'émergence du capitalisme entrepreneurial moderne. Les développements récents des technologies numériques créent un contexte nouveau dans lequel la géolocalisation, historiquement cantonnée au voyage et au transport, est placée au cœur d'une explosion d'applications et de services inédits.

Cette révolution est comparable à celle qui a suivi la démocratisation de la mesure du temps. L'introduction de la montre portable, qui donne à tous l'accès à l'heure à la minute près, a modifié en profondeur la société et l'économie au 19^e siècle. De même, le smartphone, support essentiel de la diffusion des technologies numériques, n'a que quelques années d'existence.

Mais, on perçoit déjà que la géolocalisation s'insinue dans tous les processus de la vie sociale, économique et même privée des individus.

Disponible à faible coût, à tout instant et en tout lieu, elle contribue à améliorer le confort, la sécurité, l'efficacité, la productivité, et apporte de nouveaux services.

Elle a parallèlement un aspect rassurant dans l'univers numérique en constante mutation qui est le nôtre. Elle ramène l'humain au contact du réel. Elle établit un lien entre le monde physique, où notre corps s'épanouit, et l'univers virtuel d'internet et du numérique, dans lequel notre esprit vagabonde de plus en plus souvent.

1.3 Convergence technologique

La démocratisation de la géolocalisation dont nous bénéficions aujourd'hui est le résultat de la convergence remarquable de progrès réalisés dans divers domaines, pendant les vingt dernières années.

■ Diverses technologies

Les technologies de positionnement se sont modernisées.

• Certaines, déjà anciennes comme le gyromètre, l'accéléromètre ou le compas magnétique, trouvent, grâce à la miniaturisation des composants et la baisse de leurs coûts, de nouvelles possibilités d'intégration, notamment dans les smartphones.

• D'autres comme les GNSS, le positionnement par WiFi, Bluetooth, réseau mobile, QR code, RFID ou NFC, constituent de véritables ruptures technologiques.

• De nouvelles pistes s'ouvrent également dans le domaine de l'intelligence artificielle, comme le positionnement par reconnaissance d'image.

■ Irruption des plateformes

Ces technologies seules sont insuffisantes. Des plateformes performantes sont nécessaires pour les mettre en œuvre et les exploiter, avec notamment :

- des systèmes d'exploitation multitâches et mobiles ;
- la miniaturisation des composants, notamment des processeurs et des mémoires ;
- l'explosion de la puissance de calcul disponible ;
- le déploiement des réseaux mobiles haut-débit ;
- la création et la mise à jour de cartographies numériques précises et exhaustives, et de contenus géolocalisés.

Tout cela a rendu les technologies de positionnement exploitables à un coût marginal négligeable, dans des environnements divers, et sur l'ensemble de la surface du globe.

Des « savoir-faire » existants, comme la correction d'erreur des GNSS (GPS différentiel), la numérisation et la diffusion de cartographie, le calcul d'itinéraire, etc.... ont été mis en œuvre dans des conditions économiques et ergonomiques performantes, grâce à cette remarquable convergence de technologies.

2. Géolocalisation dans le transport

L'aide au voyage et au transport des marchandises et des personnes, que ce soit pour répondre à des impératifs économiques, scientifiques ou militaires, a été et reste l'un des premiers moteurs d'innovation.

2.1 Suivi du trafic maritime

Les marins ont été les premiers utilisateurs des technologies de géolocalisation. Ce n'est qu'à l'aube du 21^e siècle que les GNSS ont ouvert le champ à des applications beaucoup plus diverses, et ce, bien que le GPS trouve son origine dans les besoins de la marine militaire américaine.

■ L'utilisation de la géolocalisation permet de répondre aujourd'hui à de multiples enjeux :

- prévention des risques liés aux phénomènes naturels :
 - courants,
 - hauts fonds,
 - bancs de sable mouvants,
 - perturbations météo,
 - tempêtes,
 - ouragans,
 - brouillard,
 - vagues meurtrières ;
- sécurité du trafic : prévention des collisions entre navires à l'entrée des ports ;
- secours en mer : appel, repérage, organisation et coordination ;
- réduction des coûts : possibilité de suivre avec précision une route optimale prenant en compte les courants et les vents dominants ;
- gestion et suivi du fret maritime ;
- pêche en mer : localisation des zones de pêche et suivi des activités ;
- plaisance et sport nautique : sécurité et suivi des bateaux en course.



Figure 1 – Récepteur AIS de plaisance (Standard Horizon) et logiciel professionnel (EuroNav)



Figure 2 – Boîtier de géolocalisation pour conteneur ConLock (Crédit Global Tracking Technology)

Les systèmes utilisés à partir des années 1970 sont multiples et complémentaires. Ils tendent aujourd'hui à converger vers l'utilisation des GNSS et d'un moyen de communication approprié à l'utilisation ciblée : satellite, réseau cellulaire ou transmission hertzienne (VHF).

■ L'AIS (**A**utomatic **I**dentification **S**ystem), en particulier, constitue une innovation majeure dans la gestion et la sécurité du trafic maritime. Composé d'un récepteur GPS et d'un émetteur/récepteur VHF, il permet de communiquer en temps réel position, cap et vitesse aux navires environnants, ainsi qu'aux centres de gestion du trafic en mer (CROSS) et portuaire.

Introduit et géré par l'OMI (Organisation maritime internationale), ce système s'impose :

- aux navires de commerce internationaux de tonnage supérieur à 300 ;
- aux navires de transport de passagers ;
- aux bateaux de plaisance de catégorie B.

La miniaturisation permet aujourd'hui aux unités plus petites (pêche et plaisance) de s'équiper de récepteurs et d'améliorer leur sécurité en mer à moindre coût (figure 1).

■ Les conteneurs de marchandises sont progressivement équipés de boîtiers combinant un récepteur GPS et une radio GPRS (moins de 1 % à l'échelle mondiale fin 2012, mais forte progression attendue). Ces boîtiers combinent les fonctions :

- de géolocalisation ;
- de détection d'une mise en mouvement ;

- d'ouverture de porte anormale ;
- d'immobilisation prolongée dans un lieu non autorisé ;
- de document de transport électronique.

Ils permettent d'améliorer la sécurité des marchandises, de simplifier les procédures de dédouanement. Ils restent opérationnels quel que soit le mode de transport (camion, train, bateau) et suivent en continu le trajet effectué (figure 2).

2.2 Optimisation de la chaîne logistique

Le faible coût d'utilisation du GPS et des réseaux de communication de données de type GPRS a permis aux entreprises de transport, même les plus modestes, de gérer leur flotte de véhicules et de planifier leur chargement de façon optimale. La chaîne logistique dans son ensemble s'est reconfigurée autour d'entrepôts plus importants et centralisés. Cette optimisation du système logistique permet, entre autres, de livrer l'Europe de l'Ouest en 24 h à partir d'un seul centre de stockage.

L'e-commerce a été un des grands bénéficiaires de ces gains de temps et de flexibilité. Le déploiement de l'ADSL, au début des années 2000, a fourni l'ergonomie et la réactivité indispensables au marketing et à la prise de commande par internet. Mais, c'est la géolocalisation et les services associés qui ont permis de fiabiliser et de raccourcir les temps de livraison... et de retour éventuel des marchandises.



Figure 3 – Équipement embarqué et portique de contrôle du système Ecotaxe

2.3 Écotaxe poids-lourd

L'environnement est devenu, en une décennie, l'une des préoccupations majeures des politiques publiques. La loi dite « du Grenelle de l'Environnement » a trouvé avec la géolocalisation un moyen de mettre en œuvre un des ses principaux objectifs : transférer une partie du fret routier vers d'autres moyens de transport plus favorables à l'environnement (rail, fluvial...).

■ Une loi au service de l'environnement

La loi prévoit de taxer les poids-lourds en fonction des kilomètres parcourus. Non seulement sur autoroute, comme c'est déjà le cas en France et dans d'autres pays européens, comme l'Allemagne ou la Suisse, mais également sur une partie du réseau secondaire (routes nationales et grandes départementales).

■ Principe technologique

La solution retenue pour mettre en œuvre l'Ecotaxe impose à tous les véhicules, dont le poids est supérieur à 3,5 t, de s'équiper d'un équipement embarqué contenant un récepteur GNSS et un module GSM-GPRS. Le processus consiste à valider, au moyen du récepteur GNSS, un point de passage pour chaque tronçon routier emprunté par le véhicule, et à comptabiliser la longueur du tronçon. Les données sont régulièrement transmises par réseau mobile GPRS à un centre de traitement qui calcule la taxe en fonction de la distance et des caractéristiques du véhicule (longueur, nombres d'essieux, type de transport...).

La lutte contre la fraude est assurée par des portiques automatiques équipés de caméras, de détecteurs et de bornes de communication RFID (identification par radio-fréquence) installés sur certains axes stratégiques, qui vérifient que les poids-lourds sont bien équipés d'un boîtier actif et correctement configuré selon les caractéristiques du véhicule (figure 3).

2.4 Automobiles

2.4.1 Systèmes de navigation

La navigation automobile est sans nul doute la première application de la géolocalisation moderne au service du grand public. Les premiers systèmes, lancés dès fin 1994 par BMW, Philips, Daimler Bosch puis Renault, utilisaient, à défaut d'une couverture GPS continue :

- des capteurs de roue ;
- un compas magnétique ;
- un algorithme de corrélation cartographique (*map matching*).

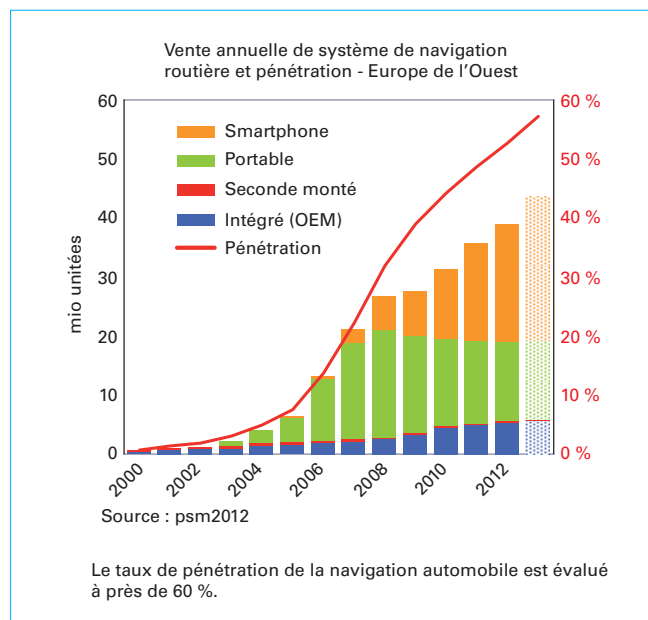


Figure 4 – Vente annuelle de navigation routière et pénétration en Europe de l'Ouest

Une décennie plus tard, début 2000, le gouvernement Clinton donne enfin, au grand public, accès à la précision « militaire » du système GPS (une dizaine de mètres en terrain ouvert).

Cette décision ouvre alors la voie à une nouvelle génération de systèmes, portables, beaucoup moins chers que leurs aînés intégrés d'origine par les constructeurs. La navigation automobile, avec des prix d'entrée de gamme à moins de 100 €, devient alors un vrai marché de masse, qui poursuit aujourd'hui son développement avec les applications sur smartphones (figures 4 et 5).

2.4.2 Aide à la conduite

Ce premier succès dans l'utilisation de la géolocalisation a donné de nouvelles idées aux constructeurs et équipementiers automobiles. Une toute nouvelle gamme d'applications, axées sur l'assistance et l'aide à la conduite (ADAS en anglais pour



(a) intégré au véhicule (Renault sur Clio)



(b) portable (TomTom)



(c) application sur smartphone (Navigon)

Figure 5 – Trois types de navigations routières



Route de campagne
Faisceau élargi coté conducteur.



Autoroute
Faisceau long et étroit pour ne pas gêner les véhicules opposés.



En milieu urbain
Éclairage des coins lorsque le conducteur initie une manœuvre de changement de direction.



Suivi du tracé prédictif
Les faisceaux s'orientent jusqu'à 15° en fonction de la géométrie de la route et de l'angle au volant

Figure 6 – Exemples de systèmes d'éclairage adaptatifs dans différents environnements (Crédit Daimler Technology & Innovation)

« Advanced Driver Assistance Systems », émerge aujourd'hui des centres de recherche. L'objectif est triple :

- améliorer la sécurité active, sachant qu'on atteint dans ce domaine les limites de la compétence humaine ;
- accroître le confort ;
- contribuer à la réduction de la consommation et des émissions.

Les technologies employées sont particulièrement diverses :

- GNSS ;
- accéléromètre ;
- gyromètre ;
- angle au volant ;
- radar de mesure de distance (75-80 GHz) ;
- lidar 2D et 3D ;
- caméra simple ou double pour la vision stéréoscopique en 3D.

Les informations provenant des différents capteurs sont le plus souvent corrélées entre elles (filtre de Kalman, par exemple) afin de répondre à un large spectre de fonctionnalités, et surtout, apporter une redondance absolument nécessaire à l'obtention d'un niveau de sécurité acceptable.

2.4.3 Éclairage intelligent

Digne héritière de la DS, cette technologie connaît de nouveaux développements grâce au pilotage des phares, en fonction de la position du véhicule et des données cartographiques. Leur faisceau s'adapte de façon prédictive à l'environnement et à la géométrie de la chaussée (figure 6).



Figure 7 – Signal d'alarme de conduite en contre-sens se déclenche en cas d'action incohérente du conducteur (Crédit Daimler)

2.4.4 Évitement de conduite à contre-sens

Une caméra et un algorithme de traitement d'images reconnaissent les panneaux routiers et corrélient le résultat avec la position et la cartographie du véhicule. En cas d'action incohérente, tels que la mise en marche des clignotants ou le mouvement du volant dans la mauvaise direction, le conducteur est averti par une alarme (figure 7).

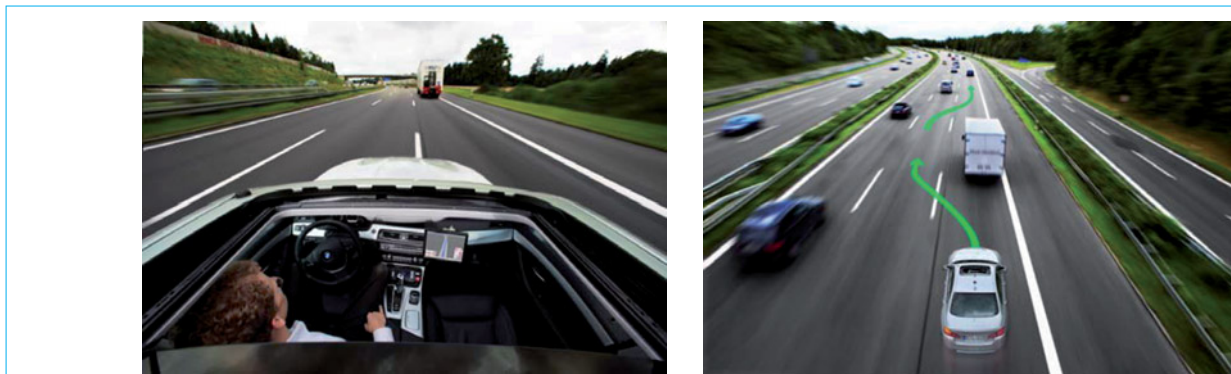


Figure 8 – Conduite automatisée sur autoroute, sans les mains (Crédit BMW)



Figure 9 – Google développe un prototype « La Google Car » qui fonctionne en environnement urbain et « voit » son environnement

2.4.5 Conduite entièrement automatisée

La réalité rattrape la fiction. En combinant plusieurs technologies (radar, caméra, lidar, GNSS...) ces systèmes sont capables de se positionner précisément sur la chaussée ou une voie d'autoroute, de reconnaître et positionner les véhicules environnants et les éléments d'infrastructures (figure 8). Les prototypes des constructeurs sillonnent déjà les routes et autoroutes à des vitesses allant jusqu'à 130 km/h. Avec, pour certains, l'objectif de tester des véhicules en grandeur nature dès 2014 et une possible introduction sur le marché en 2020 (figure 9).

De nombreuses barrières, autres que techniques, restent cependant à lever avant d'envisager un lancement commercial. Les législations qui encadrent l'utilisation de l'automobile, de l'agrément des véhicules, au Code de la route, en passant par le Code des assurances devront être repensées et répondre à des questions difficiles.

Quel niveau de risque accepter (aucun système n'est sûr à 100 %) ? Comment répartir les responsabilités en cas d'accident ? Quelles compétences demander pour l'obtention du permis de « se faire » conduire ?

2.4.6 Appel d'urgence

La Commission européenne évalue à 50 % en ville, et 60 % en zone rurale la réduction du temps d'intervention des secours que permettrait la généralisation d'un système d'appel d'urgence paneuropéen (figure 10).

Selon ses estimations, ces gains sauveraient 2 500 vies par an. Il n'est cependant plus question d'imposer une installation sur tous les véhicules neufs, mais d'inciter les pays membres à mettre en place le dispositif et à converger vers un système unique (voir **Nota**).

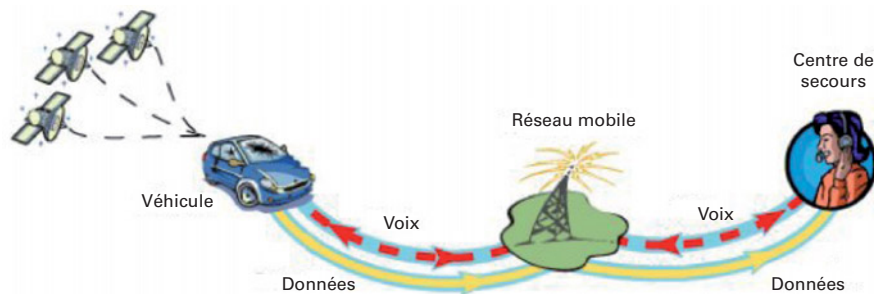
Nota : Recommandation de la commission du 8 septembre 2011 sur le soutien à un service eCall à l'échelle de l'UE dans les réseaux de communications électroniques en vue de la transmission d'appels d'urgence embarqués fondés sur le numéro 112 (appels « eCall »).

2.4.7 « Cooperative Driving »

La conduite automobile est par essence une activité collaborative. Puisque l'humain est parfois défaillant, pourquoi ne pas faire collaborer les véhicules ? Le concept du « *Cooperative Driving* » (terme anglais consacré) repose sur la communication entre véhicules, infrastructure et usagers au sens large : autos, motos, cyclistes, piétons, afin d'anticiper des situations critiques et éviter les accidents (figures 11 et 12).

La géolocalisation joue un rôle central dans cette approche visionnaire. En communiquant sa position au moyen d'un réseau local reconfigurable, un véhicule, confronté à une situation accidentogène (brouillard, panne, piéton, accident...), est capable d'alerter en temps réel les véhicules proches du risque potentiel.

Une autre possibilité très prometteuse consiste à faire communiquer l'infrastructure avec les véhicules.



Un équipement embarqué, résistant aux chocs, composé d'un récepteur GPS et d'un modem GSM/GPRS, déclenche une alerte et communique la position et les informations sur l'état du véhicule à un centre de secours, soit à l'initiative d'un des occupants s'ils sont en mesure de le faire, soit de manière autonome si des airbags se sont gonflés.

Figure 10 – Principe du système d'appel d'urgence paneuropéen



Figure 11 – La moto reçoit une alerte de freinage brusque en provenance de ma voiture placée devant la camionnette (Crédit BMW)



Figure 12 – Le conducteur reçoit une alerte concernant un obstacle caché par l'ombre du tunnel (Crédit BMW)

Exemple

Les feux rouges communiquent leur état, ainsi que le temps restant avant le passage à l'orange, puis au rouge. Les véhicules en approche reçoivent l'information et calculent si ce laps de temps est suffisant pour franchir l'intersection en toute sécurité. Dans le cas où la réponse est négative, le conducteur est informé et peut freiner en douceur, même si sa vue est limitée par un véhicule le précédant (figure 13).

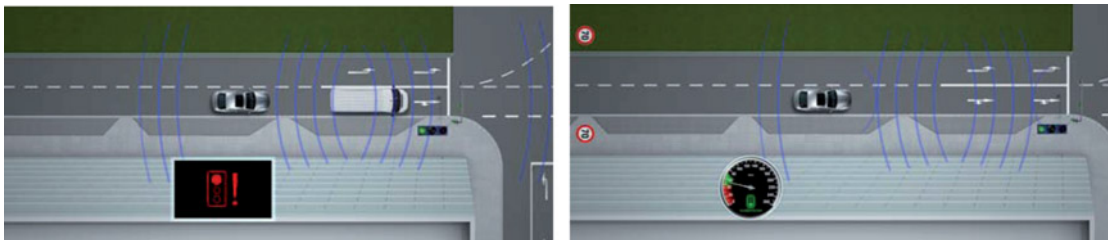
Le concept de « *Cooperative Driving* » s'étend également aux usagers piétons ou cyclistes. Des passages piétons aux abords des écoles, des hôpitaux... équipés de capteurs et de transpondeurs, deviendraient capable de prévenir un véhicule en approche de la présence de piétons vulnérables comme les enfants, les personnes âgées, les malvoyants, les handicapés, etc... portant un badge RFID (figure 14).

2.4.8 Énergie géolocalisée

Certains modèles de véhicules hybrides (Toyota) utilisent déjà les informations de géolocalisation et de cartographie pour planifier les phases de recharge des batteries, en fonction de l'itinéraire (en descente, par exemple, ou sur autoroute où l'usage du moteur thermique est le plus efficace). Ce type de gestion « géolocalisée » de l'énergie tend à se développer avec, par exemple, le passage en propulsion électrique, non seulement en fonction de la vitesse du véhicule, mais aussi de l'environnement, rural ou urbain, traversé.

Le véhicule, entièrement électrique, lui, est confronté au problème de la recharge qui nécessite son immobilisation pendant une période d'une demi-heure à une demi-journée selon les modes. Cette caractéristique impose à l'infrastructure de ravitaillement, en termes de consommation d'espace, de localisation et de temps d'occupation, des contraintes fortes et très différentes de celles inhérentes aux carburants liquides. L'utilisateur a besoin d'une garantie de recharge en un lieu donné et pour une période définie à l'avance.

Cette problématique, à laquelle sont confrontés les constructeurs, les distributeurs d'énergie et des collectivités, conditionne l'avenir du véhicule électrique.



La voiture située derrière la camionnette « voit » qu'un feu va passer au rouge avant qu'elle puisse le franchir et peut donc ralentir calmement. Le conducteur, à l'approche du feu, sait qu'il a le temps de le franchir en respectant les limites de vitesses ; il n'est pas tenté d'accélérer.

Figure 13 – Principe de communication entre l'infrastructure et un véhicule

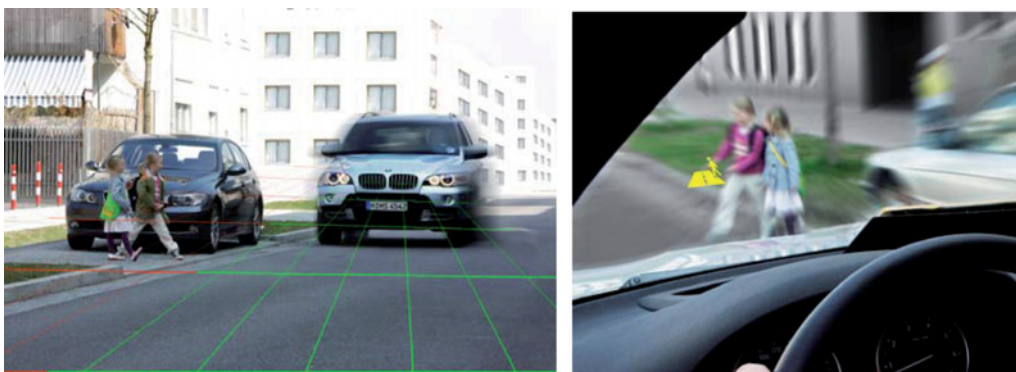


Figure 14 – Informé à temps, le système dans le véhicule avertit le conducteur ou effectue un freinage d'urgence – *Cooperative Safety Program for pedestrian* (Crédit BMW)



La localisation précise l'emplacement des bornes de recharges car l'information sur leurs disponibilités est indispensable au développement d'un parc de véhicule électrique.

Figure 15 – Borne de recharge Autolib

La géolocalisation peut apporter une partie de la solution. En établissant un modèle de prédiction basé sur les itinéraires, les temps de trajets et l'état du trafic routier, l'occupation des sites de recharge peut être optimisée en temps réel pour garantir leurs disponibilités aux futurs « électro-mobilistes » (figure 15).

3. Applications terrestre et scientifique

3.1 Génie civil et topographie

Les mesures de terrain, utilisées dans de multiples domaines, requièrent des positionnements souvent très précis (figure 16). Les GNSS peuvent fournir des points, avec des erreurs inférieures au centimètre, et même à quelques millimètres, en utilisant des récepteurs spécialisés.

Ces équipements, qui sont de véritables outils de mesure professionnels, ont des prix sans communes mesures avec leurs homologues « grand public ». Ils utilisent toutes les ressources disponibles :

- les trois constellations satellites existantes (GPS/GLONASS/GALILEO) ;
- les systèmes de corrections différentielles (WAAS/EGNOS/GAGAN/MSAS) ;
- l'analyse de phase des porteuses (CPGPS).

Les principales applications de ces récepteurs GNSS sont :

- le relevé et bornage de terrains ;
- le repérage des chantiers de constructions ;
- le tracé de routes ;
- la gestion des mines à ciel ouvert, etc.



Figure 16 – Station GPS portable de « surveying » utilisée sur des chantiers de Génie civil et de construction (Crédit SpectraPrecision)



Figure 17 – Carte des déplacements de la croûte terrestre de la Californie et station de GPS fixe

3.2 Géodésie et géologie

Les récepteurs GNSS spécialisés trouvent également leur place dans des applications scientifiques de mesure de l'activité terrestre comme :

- les déplacements de la croûte terrestre ;
- les variations d'altitudes ;
- les mouvements glaciaires ;
- l'évaluation des risques sismiques...

Exemple

La Californie et le Japon, zones à haut risque sismique, disposent respectivement de réseaux de plus de 50 et 300 récepteurs fixes (figure 17).

3.3 Environnement

Les biologistes, qui s'intéressent à l'influence des **variations climatiques sur les écosystèmes de la planète**, utilisent de plus en plus de moyens de géolocalisation pour effectuer leurs observations. Le système satellite ARGOS, de détection par effet Doppler, développé initialement pour le suivi des ballons sondes météo, se transforme progressivement en système d'observation de la faune sauvage (figure 18).

Miniaturisées à l'extrême et consommant très peu d'énergie, les balises permettent de suivre en temps réel les migrations :

- d'ours ;
- tigres ;
- éléphants de mer ;
- manchots ;
- lynx ;
- caribous ;
- baleines ;
- requins ;
- loups ;
- condors ;
- thons ;
- tortues...

Et ce, sur de nombreux mois.

■ Un autre champ d'application actuellement en développement est celui de l'**observation des océans** au moyen de « planeurs océaniques » ou de sondes, fonctionnant en total autonomie pendant plusieurs mois, et capables de se déplacer à faible vitesse sur une plage de profondeur importante pour enregistrer divers paramètres (température, salinité, analyse chimique et biologique, observation des thermoclines, courants marins...). Remontant régulièrement à la surface, ces engins communiquent par satellite leur position et les données récoltées (figure 19).



Figure 18 – Balise Argos et suivi de déplacement d'une baleine



Figure 19 – Planeur *SeaExplorer* et sonde *Pronut* permettant de mesurer les paramètres environnementaux des océans

4. Révolution du smartphone et des objets connectés

En quelques années, les smartphones ont envahi la planète. Plus de la moitié des français les utilisent déjà. D'ici quelques temps, ils auront quasiment éclipsé les mobiles simples. Une étude récente d'Ericsson estime que près des 2/3 des habitants de la planète en seront équipés dès 2018. Ces téléphones, dont le qualificatif « *smart* » désigne avant tout la capacité à faire évoluer leurs fonctionnalités au gré des besoins et des désirs de leurs utilisateurs, sont devenues le principal vecteur de diffusion de la géolocalisation auprès du grand public. Déjà présente sur les premiers terminaux développés par Nokia dans le milieu des années 2000, la géolocalisation fait désormais partie intégrante de leur ADN numérique.

Selon une étude menée en France par la CNIL et l'INRIA, près d'un tiers des applications sur smartphones utilisent la géolocalisation, (200 000 sur une estimation totale de 700 à 800 000, iOS et Android confondus, en considérant que la plupart d'entre elles sont disponibles sur les deux plateformes).

Ce chiffre donne une idée de l'utilisation quasi quotidienne de la géolocalisation par le grand public.

4.1 Technologies employées

L'ambition du smartphone est de se localiser 24 h sur 24 et en tout lieu, y compris dans des environnements complexes comme :

- des zones urbaines denses ;
- l'intérieur de bâtiments de grande taille ;
- des aéroports ;
- des gares ;
- des halls d'expositions ;
- des centres commerciaux ;
- des supermarchés ;
- immeubles ;
- bureaux ;
- parkings...

La précision recherchée va de quelques dizaines de mètres, suffisante pour se repérer dans une zone de commerce, jusqu'à moins d'un mètre s'il s'agit de se positionner parmi les rayons d'un magasin.

■ Autres moyens que les GNSS

Dans la plupart de ces environnements, les GNSS ne fonctionnent pas, ou très mal, et doivent être complétés par d'autres moyens :

– **A-GNSS** : l'« *Assisted GPS* » appliqué au portable permet d'obtenir rapidement un point GPS grâce aux données d'état des satellites transmises par le réseau mobile ;

– **réseau mobile** : utilisation de la « *cell ID* » (identifiant cellule), dont les positions et secteurs d'émissions sont connus et accessibles ;

– **WiFi** : détection des bornes existantes dont la position est enregistrée dans des bases de données et mesure de la puissance du signal reçu pour estimer la distance par rapport à ces bornes ;

– **Bluetooth** : bornes qui peuvent être ajoutées pour compléter une couverture WiFi ;

– **Map-Matching** : corrélation dynamique entre les positions estimées (issue des technologies ci-dessus) et la géométrie des voies routières ou allées piétonnes.

■ Technologies en cours de test

On trouve ici :

– **QR code** : identification par reconnaissance d'image d'un code géolocalisé ;

– **NFC** : badge radio fréquence géolocalisé identifiable à quelques centimètres par un lecteur embarqué dans le smartphone ;

– **micro modulation lumineuse** : les éclairages à LED sont de plus en plus courants. Un signal est modulé par une porteuse qui n'est pas perceptible par l'œil humain, mais qu'un capteur, ou même la caméra d'un smartphone peut recevoir.

■ Technologies en développement

Soit en particulier :

– **GNSS d'intérieur** : un groupe composé au minimum de quatre pseudolites, installés à l'intérieur d'un bâtiment, reproduit une constellation de satellites virtuelle (GPS ou Galiléo) permettant à un récepteur de se positionner en trois dimensions dans le référentiel du groupe ;

– **inertiel** : les accéléromètres multi-axes, équipant déjà la plupart des smartphones, enregistrent les mouvements en 3 dimensions et un algorithme calcule le déplacement ;

– **image** : les images prises par l'appareil photo du smartphone sont traitées numériquement pour extraire des éléments de scènes qui sont comparés avec une banque d'images géolocalisées.

■ Tendances

La tendance générale est à l'utilisation conjointe de plusieurs technologies, et à la corrélation de ces informations avec une cartographie digitale précise pour aboutir à un « *map matching* » cohérent. La constitution et la maintenance de bases de données répertoriant l'emplacement des sources de signaux disponibles (GPS, WiFi, Bluetooth, réseau mobile...), qui, comme nous le verrons, utilise de plus en plus le « *Big Data* », représente un enjeu stratégique croissant pour les fabricants et les opérateurs et, plus généralement, les acteurs du secteur.

4.2 Géolocalisation facteur de rupture

Impossible de passer en revue tout les domaines d'application. De l'affichage de carte topographique pour la randonnée pédestre, à la recherche du distributeur le plus proche, en passant par la consultation des informations météo sur son lieu de vacances, les applications sont innombrables et de nouvelles apparaissent chaque jour. Certaines, cependant, sont remarquables de part le changement de paradigme qu'elles opèrent dans des secteurs de consommation particuliers. Un des plus emblématiques est sans doute celui du transport.



Figure 20 – Application de taxi virtuel « Uber »

Exemples

• Le **covoiturage** en mariant géolocalisation et réseau social, offre une flexibilité, une réactivité et un coût imbattables. Ce mode de transport connaît un développement rapide et devient un concurrent direct du train. Obligeant la SNCF à réagir en rachetant, en 2013, un des acteurs du secteur « 123envoiture.com », pour se positionner sur ce nouveau marché et développer une stratégie d'intégration plutôt que de confrontation.

• Les **taxis**, quant à eux, se sentent de plus en plus cernés par la croissance des véhicules avec chauffeurs qui peuvent être réservés à partir de n'importe quel smartphone capable de fournir sa position. De nouveaux venus comme « Voitures Jaunes », « SnapCar », « Uber » (figure 20) ou « LeCab », jouent habilement sur la réglementation. Les possibilités des smartphones bouleversent le secteur.

4.3 Sport et bien-être

L'impact de l'environnement et du style de vie sur la santé est une préoccupation grandissante. De nombreuses applications de coaching sportif sur smartphones utilisent déjà la géolocalisation pour enregistrer la distance, le dénivelé parcouru, l'énergie dépensée pendant un exercice sportif, etc.

De nouveaux équipements apparaissent, permettant d'intégrer l'analyse du rythme cardiaque et même, bientôt, d'enregistrer tout au long de la journée ses dépenses énergétiques. La marque TomTom, pionnière des GPS portables, s'est diversifiée en créant une montre GPS qui se connecte à des chaussures Nike, équipées d'un capteur mesurant divers paramètres de course. Jawbone, plutôt connu pour ses enceintes acoustiques, lance un bracelet enregistrant l'activité physique (figure 21).

Cette tendance préfigure un usage intensif et décomplexé de capteurs corporels permettant de suivre sa forme physique et de gérer son activité en fonction de son mode de vie.

4.4 Réalité augmentée

« Organiser les informations à l'échelle mondiale dans le but de les rendre accessibles et utiles à tous ». La mission que Google s'est fixé trouve tout son sens dans ce projet de lunettes superposant le virtuel... géolocalisé au monde réel (figure 22).

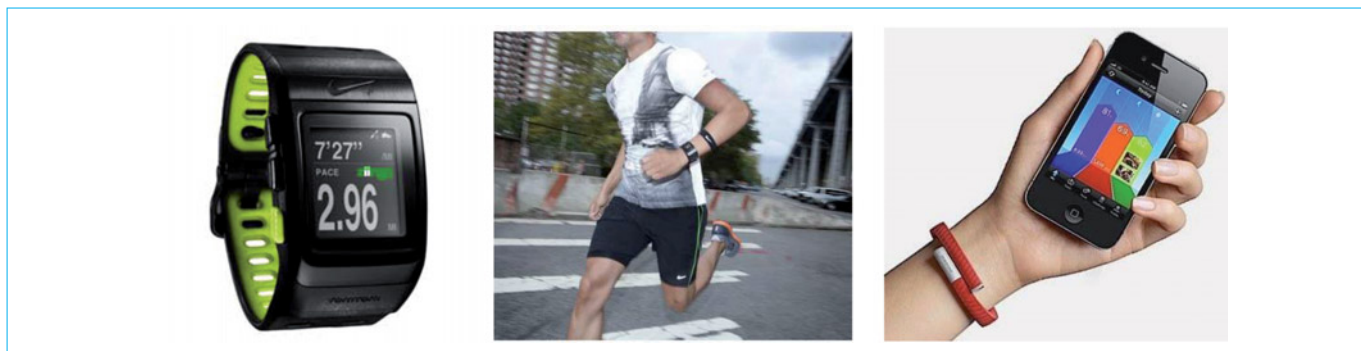


Figure 21 – Montre SportWatch de « TomTom » et « Nike » et bracelet Jawbone Up avec son application smartphone



Les Google Glass superposent une image numérique à la scène réelle et géolocalisent des éléments de l'environnement en fonction des demandes spécifiques de l'utilisateur.

Figure 22 – Le prototype Google Glass

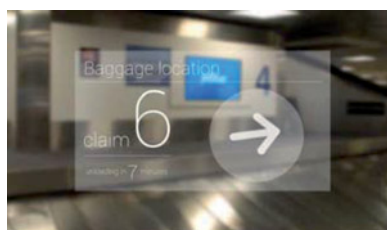


Figure 23 – GoogleGlass guidant l'utilisateur vers un comptoir d'enregistrement

Équipées d'une caméra, d'un écran, d'un microphone et d'un accéléromètre, les GG (Google Glass), connectées à un smartphone, sont une véritable interface entre l'homme et le monde numérique.

Dans une vidéo de démonstration, les GG reconnaissent la voix de l'utilisateur et affichent le résultat de sa demande sur l'écran des lunettes.

Exemple

Il demande « pizzeria », et le moteur de recherche affiche en surimpression les pizzerias qui croisent son regard. Le porteur de lunettes ordonne « GoogleGlass, Photo » et celles-ci prennent une photo de la scène en lui associant sa position. Dans un aéroport, les lunettes guident le voyageur vers le comptoir d'enregistrement (figure 23).

Les GG représentent également un enjeu dont le potentiel économique est fascinant. Les conséquences culturelles, et même politiques, ne manqueront pas de soulever des inquiétudes.

La superposition de données numériques géolocalisées au réel, combinées à la puissance de son moteur de recherche, permettrait en effet à Google de transposer au monde physique, le modèle économique qui a fait son succès sur internet et d'y étendre son influence. Reste à attendre le retour d'expériences des premiers utilisateurs et mesurer si ceux-ci deviennent accrochés à leur GG comme ils le sont à leur smartphone.

5. « Big Data » géolocalisé

Difficile d'échapper au « Big Data » dans le contexte actuel où la quantité globale de données numériques générées et stockées connaît une croissance exponentielle pour atteindre plusieurs ZettaOctets (10^{21} octets). Ou, pour utiliser une unité plus familière, quelques centaines de GigaOctets par habitant de notre planète (figure 24).

Tous les secteurs économiques s'y intéressent, percevant cette gigantesque masse d'informations, en partie accessible seulement, comme une boule de cristal grâce à laquelle il devient possible d'extrapoler des comportements et des événements probables.

La géolocalisation n'échappe pas à cette lame de fond. Avec le déploiement de la 3G et l'émergence des smartphones munis d'OS multitâches (iOS, Android, Windows), les données de géolocalisation des usagers deviennent, sous certaines conditions, accessibles en temps réel, 24 h sur 24. Les volumes de données sont gigantesques.

Exemples

Aux États-Unis, « Airsage », un des leaders de la géolocalisation sur réseaux mobiles, annonce 15 milliards de position calculées par jour. « JiWire », pionnier dans le ciblage marketing par WiFi, accède à 12 millions de bornes et suit plus de 50 millions d'utilisateurs.

5.1 Techniques utilisées

Deux méthodes de capture et remontée d'informations géolocalisées sont actuellement utilisées, par :

- le **terminal** (§ 1.1) ;
- le **réseau** (§ 5.1.2).

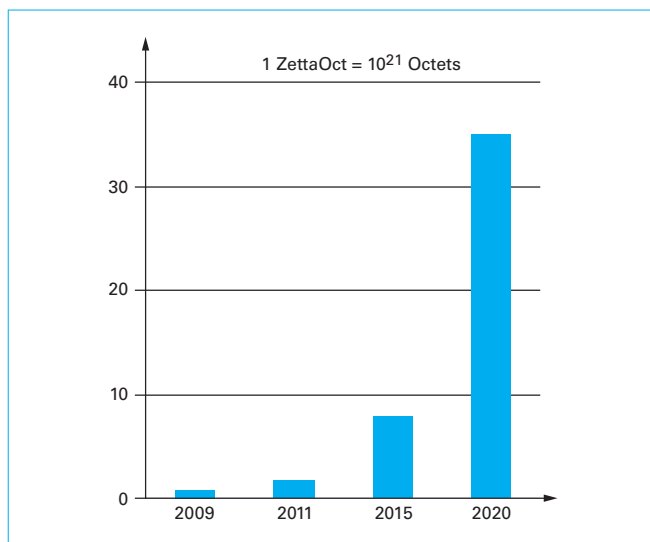


Figure 24 – Estimation du volume de données mondiales
(Crédit Les Échos – Nasscom 2012)

5.1.1 « Géo Big Data » terminal

Les terminaux, essentiellement smartphones ou tablettes, actualisent leur position continuellement à partir des ressources disponibles (GPS, cell-ID, WiFi, NFC, etc.) et la transmettent par l'intermédiaire du réseau cellulaire. Cette méthode nécessite un processus qui tourne en tâche de fond sur le terminal et enregistre chaque nouvelle position. Dans certains cas, les positions sont stockées et transmises sous forme de paquets, afin d'optimiser les accès au serveur ou d'attendre de disposer d'une connexion au réseau mobile.

■ Principe

Le processus « *Big Data* » est invisible sur le terminal. Il se cache, soit dans des applications dont certaines n'ont aucun besoin de géolocalisation, soit directement dans la fonction localisation de l'OS du terminal. L'utilisateur peut, s'il le souhaite, désactiver la fonction de géolocalisation pour une application spécifique. Mais il ne peut faire la différence entre les données utiles à la bonne exécution du service, et celles destinées au *Big Data*. Quant aux OSs, ils ne permettent pas de bloquer la remontée d'informations sans se priver de la fonction géolocalisation, y compris GPS.

Le principe est similaire aux cookies de suivi sur les navigateurs web, à la différence qu'un processus machine remplace les fichiers HTML et que les données ne concernent que la position. L'intégration dans les applications passe par l'intermédiaire d'outil logiciel (SDK). Les plus courants sont :

- soit des moteurs de localisation plus performants ou étendus que ceux disponibles dans les OS ;
- soit des services de flux publicitaires que les régies proposent aux éditeurs (développeurs) comme moyen additionnel de rentabiliser leur investissement.

Les OS (Android, iOS) intègrent d'origine le processus de remontée d'information qui, selon leurs concepteurs, est entièrement anonyme.

■ Contraintes

La méthode « *Big Data* » basée sur le terminal n'a de sens que si elle s'appuie sur une base importante d'utilisateurs. C'est le cas des fabricants de terminaux et fournisseurs d'OS comme Apple, Samsung et Google, ainsi que quelques acteurs, essentiellement américains, spécialisés dans la géolocalisation de masse.

5.1.2 « Big Data » réseau

Cette seconde approche est un peu celle des « grandes oreilles » où un réseau de communication écoute, filtre et traite statistiquement le brouhaha des informations qui sont à sa portée, pour en extraire des données pertinentes et valides. Quelle que soit la technique employée, elle repose sur le principe d'un identifiant terminal, IMEI (voir **Nota**) ou adresse MAC, associé à l'identifiant du transmetteur ayant détecté le terminal. La position de ces derniers étant connue, le terminal peut être localisé et ses mouvements suivis avec plus ou moins de précision. L'accès à la couche des données de signalisation du réseau est indispensable pour « écouter », ce qui nécessite une configuration particulière ou l'installation d'équipements spécifiques. Cette solution ne peut donc être mise en œuvre qu'au travers d'un partenariat étroit avec l'opérateur ou propriétaire du réseau, afin que celui-ci ouvre des points de connexions au sein de son architecture.

Les deux principaux types de réseaux utilisés sont :

- les bornes WiFi (§ 5.1.3) ;
- les communications mobiles, 2G et 3G (§ 5.1.4).

Nota : IMEI, littéralement « identité internationale d'équipement mobile » utilisé par les réseaux de téléphonie mobile 2G et 3G.

5.1.3 Cas particulier du WiFi

Les terminaux équipés de radio WiFi, comme les smartphones, envoient continuellement des demandes de connexion pour détecter d'éventuelles bornes. Ces messages, qui contiennent l'identifiant du matériel (adresse MAC du terminal), sont reçus par toutes les bornes à portée. En reliant à un serveur *Big Data* commun un nombre suffisant de bornes dont la géolocalisation précise est connue, il devient possible de localiser, et de suivre à distance, tout terminal équipé de WiFi sur le territoire couvert.

L'adresse MAC est, en théorie, anonyme. Mais, nous verrons plus loin comment il est possible de créer des profils suffisamment précis pour des applications de ciblage publicitaire.

5.1.4 Réseau mobile

Le principe est le même, mais avec une sérieuse limitation concernant les réseaux 2G (GSM). En effet, les téléphones ne se signalent que si une communication est en cours. Le reste du temps, le réseau sait seulement que les terminaux sont dans un groupe qui peut compter jusqu'à 300 cellules.

La 3G a levé cette imitation. Les terminaux sont connectés en permanence et les échanges d'informations de signalisation beaucoup plus fréquents. De plus, la taille de la cellule est plus petite, ce qui améliore la résolution intrinsèque de la géolocalisation.

Trois approches sont utilisées pour estimer une position à partir de bornes WiFi ou de stations émettrices d'un réseau mobile :

- **détection par identification du transmetteur ;**
- **détection par mesure de puissance ;**
- **détection par transition de cellule.**

■ Détection par identification du transmetteur

Elle consiste simplement, pour la borne ou la station de base de la cellule, à remonter l'identifiant (adresse MAC en WiFi et EMIE en 2/3G) de tous les terminaux à proximité. La position obtenue est celle de la borne WiFi ou de la station de base.

■ Détection par mesure de puissance

Elle reprend le même principe, mais affine la position en mesurant la puissance du signal émis par le terminal en plusieurs points de réception. Idéalement, trois points permettent d'effectuer une triangulation. En pratique, il est nécessaire d'utiliser également une cartographie de l'atténuation des signaux qui prenne en compte la topographie des lieux. Cette méthode est actuellement testée dans des centres commerciaux, déjà équipés de nombreuses bornes WiFi.

La mesure de puissance fonctionne également avec un réseau 3G où les terminaux sont reliés en permanence à trois cellules. Un modèle d'atténuation est également nécessaire.

■ Détection par transition de cellules ou « *handover* »

Elle consiste à repérer les instants où les terminaux passent d'une cellule à une autre. Ces transitions correspondent à des zones géographiques connues qui permettent d'estimer une distance parcourue entre deux transitions, et donc, une vitesse.

Cette technique est principalement utilisée pour mesurer des flux. La principale difficulté est de connaître la position et la dimension des zones de transition. Celles-ci dépendent des conditions de propagation et des réglages de puissance des stations d'émission qui, dans le cas des réseaux de téléphonie, varient quotidiennement afin d'optimiser les capacités du réseau en fonction de l'environnement.

Une cartographie d'atténuation du site concerné pour le WiFi, et un modèle de propagation de terrain prédictif prenant en compte les paramètres de réglages des stations de transmission pour les réseaux 2G/3G, permettent de palier partiellement cette limitation. Les ondes radios sont capricieuses par nature.

5.2 « *Crowd sourcing* » des bornes WiFi

Un prérequis à la localisation WiFi est de connaître l'emplacement des bornes. La première méthode consiste à parcourir les rues, passages piétons, centres commerciaux et autres lieux publics équipés d'un récepteur portable ou d'un véhicule, pour géolocaliser les points d'accès et mesurer leur puissance d'émission. Celle-ci, trop lourde à mettre en œuvre compte tenu de la versatilité des points WiFi, est aujourd'hui abandonnée au profit d'une méthode de type « *Big Data Terminal* », que l'on peut aussi qualifier de « *crowd sourcing* » information de masse, provenant d'une foule participants. Les smartphones détectent les bornes disparues, celles nouvellement installées, les géolocalisent, même approximativement, et remontent les informations à intervalle régulier vers un serveur qui les filtre et les corrèle pour mettre à jour une base de données de bornes WiFi. Le processus est hautement collaboratif : ce sont les utilisateurs des bases de données eux-mêmes qui contribuent à leur maintenance et à leur mise à jour.

Google et Apple, qui maîtrisent les principaux OS du marché en sont les principaux acteurs. Ils détiennent, avec ce processus, une clé stratégique par rapport à leurs concurrents. Des sociétés spécialisées dans la géolocalisation proposent néanmoins des solutions alternatives en se différenciant sur la performance et la localisation intérieure.

Exemple

« *Skyhook* », pionniers de la localisation WiFi et un temps fournisseur d'Apple, propose un SDK de géolocalisation qui intègre la mise à jour des points d'accès (figure 26).

5.3 Quelques applications « *Big Data* »

Les deux approches, terminal et réseau, coexistent et sont mises en œuvre par des acteurs différents.

■ TomTom

TomTom, le leader européen de systèmes de navigation portables, a été l'un des premiers à développer avec l'opérateur Vodafone, un service d'information basé sur la détection des transitions de cellules corrélée à la cartographie du réseau routier.

■ Google et Apple

Avec l'arrivée de la 3G et des smartphones connectés en permanence avec le réseau et équipés d'OS multitâches, Google et Apple ont développé l'approche terminal. L'iOS, Android et l'application *GoogleMap* remontent ainsi des points GPS et des vitesses de circulations instantanées (figure 25). Les utilisateurs peuvent, s'ils le souhaitent, désactiver cette option de suivi mais très peu le font. Le service, comme pour la mise à jour des bornes WiFi, étant collaboratif, les automobilistes sont les premiers bénéficiaires.

■ Principe

Dans les deux cas, l'appellation *Big Data* se justifie par le volume d'informations et les traitements statistiques nécessaires pour :

- éliminer les biais provenant notamment de téléphones non mobiles (bureau, piéton) ;
- corrélérer les données à la cartographie ;
- obtenir une estimation suffisamment précise.

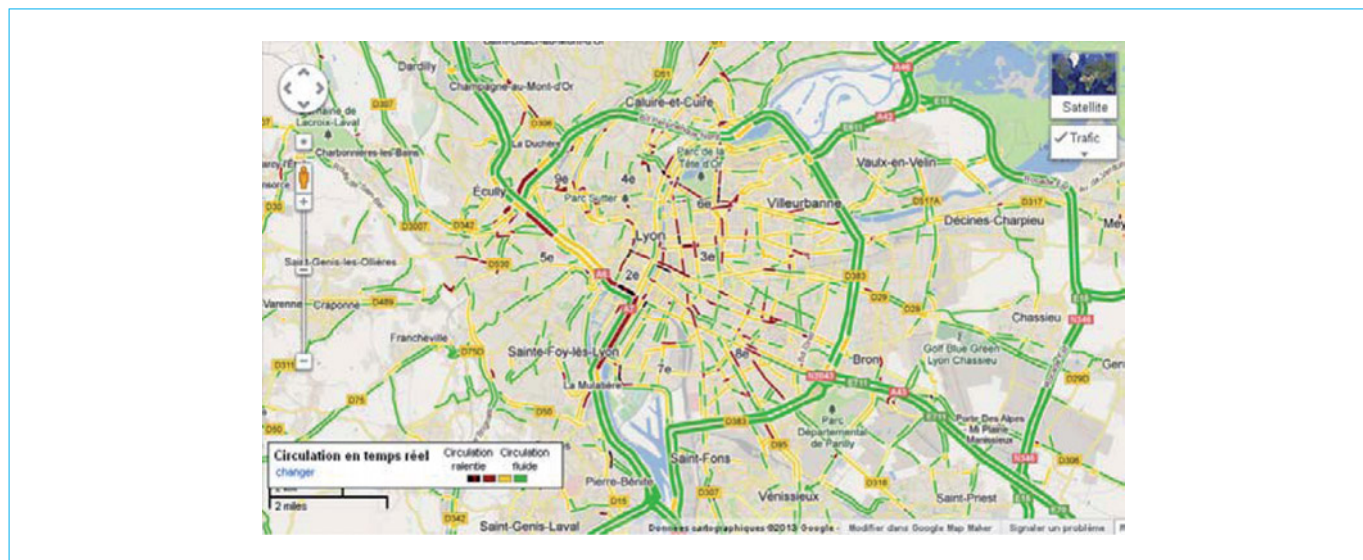


Figure 25 – Trafic sur *GoogleMap* mesuré par la position et le déplacement des smartphones des utilisateurs

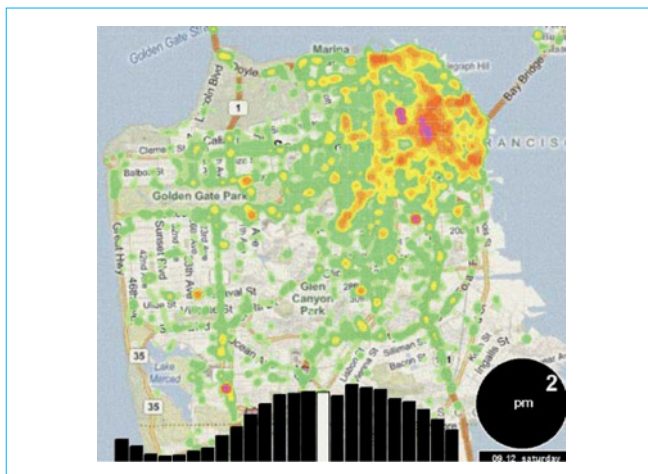


Figure 26 – Visualisation de densité de population dans un quartier de San Francisco – Service *SpotRank* de *Skyhook*

5.4 Mise à jour des cartographies

Dans un registre proche, TomTom et Téléatlas (filiale de TomTom) ont développé un service de remontée d'informations cartographiques, *MapShare*, en provenance des systèmes de navigation portables des utilisateurs. Lorsqu'une incohérence est détectée sur un trajet comme la prise d'un sens unique, une nouvelle voie de circulation, etc., l'information est stockée en mémoire et transmise au serveur cartographique quand l'utilisateur effectue une mise à jour de son système. Le volume d'informations permet de filtrer les erreurs et d'identifier les changements effectifs sur le réseau routier non encore cartographiés.

Cette approche, également communautaire, permet de raccourcir les délais de modification et de disposer de mises à jour quasi journalières. Sans pouvoir le confirmer, il est très probable que Google utilise une méthode similaire pour la mise à jour de *GoogleMap*.

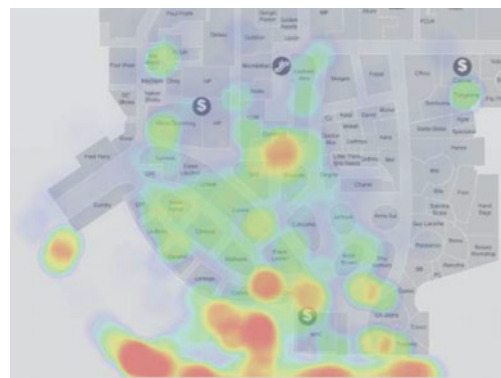
5.5 Planification de l'espace

Les collectivités publiques ont besoin d'une bonne connaissance des concentrations de population, ainsi que des flux de déplacement et de transport, pour planifier sur le long terme les aménagements d'espace et d'infrastructures. Le *Geo Big Data* permet de réaliser des mesures de densité de présence, ainsi que des statistiques et des modèles de trafic routier et de déplacement, à l'échelle d'une ville, ou d'une région, à partir des smartphones.

5.6 Big Data pour Big Marketing

C'est l'un des enjeux majeurs du *Geo Big Data*. Connaître, anticiper, influencer le comportement du consommateur en fonction d'un ensemble de critères est le quotidien de tout spécialiste du marketing. La grande nouveauté est qu'il devient possible de faire intervenir de façon dynamique la géolocalisation dans l'équation. Les smartphones apportent une nouvelle dimension. Ils permettent de coller au plus près des habitudes de vie des consommateurs, à des coûts défiant toute concurrence par rapport aux méthodes traditionnelles d'enquêtes terrain.

La collecte de « *Geo-tag* » est en plein essor aux États-Unis où des *start-up* développent des services allant du suivi de la fréquentation d'une boutique, jusqu'à la synthèse de profil de consommateurs à l'échelle du pays. Elles utilisent, à la fois, le *Big Data* réseau WiFi et terminal.



Les zones rouges indiquent une forte concentration de client.

Figure 27 – Cartographie à un instant donné d'un centre commercial à Singapour. *YFind RetailHQ*

5.6.1 Mesure de fréquentation des boutiques

La société *Euclide Analytics* utilise une approche *Big Data* réseau. Elle équipe ou configure les bornes WiFi existantes de magasins et boutiques afin de scruter les passants et les visiteurs. En mémorisant l'adresse MAC des smartphones, Euclide est capable de :

- fournir des statistiques de passages, de fréquentation ;
- mesurer le temps passé devant la vitrine, à l'intérieur du magasin ;
- évaluer l'impact d'une campagne promotionnelle ou d'une modification dans la vitrine.

L'historique des visites permet également de mesurer le pourcentage de clients fidèles, de nouveaux clients, etc. Ces informations représentent une vraie valeur pour les commerçants dont le métier est précisément d'optimiser la présentation de leur offre.

5.6.2 Centre commerciaux

Les sites, centres commerciaux, rues commerçantes, grands magasins sont déjà équipés de bornes WiFi qui peuvent être utilisées dans une approche réseau pour mesurer la fréquentation. Une jeune société *YFind*, basée à Singapour, haut lieu de shopping touristique, propose son service *Retail HQ* pour suivre en direct les niveaux de fréquentation (figure 27).

Pour plus de précision, *YFind* installe également ses propres bornes WiFi et réalise une cartographie de l'atténuation de puissance des bornes.

5.6.3 Profilage et ciblage des consommateurs

Certains, comme *JiWire*, San Francisco, vont encore plus loin et suivent à la trace les adresses MAC afin de générer des « *géo-profil*s ». Disposant d'une base très complète de réseaux WiFi couvrant 12 milliards de points de localisation en Amérique du Nord, *JiWire* a mis en place une plateforme de géomarketing de type *Big Data* réseau. Elle est capable de détecter une adresse MAC à chaque passage à proximité d'un point de localisation sur quasiment tout le territoire et pendant la durée de vie du terminal.

■ Critères d'identification

L'historique obtenu au bout de quelques semaines permet alors de constituer, à partir des lieux visités, le profil du consommateur correspondant à cette adresse : actif, homme, femme, mère au foyer, cadre, étudiant, etc.



Figure 28 – « Location Graph » de JiWire représente les statistiques de fréquentation de lieux de consommation d'un utilisateur(trice) de smartphone à partir des bornes WiFi et permet de reconnaître qu'il s'agit d'un profil « jeune mère de famille » (Crédit JiWire)

La figure 28 présente en simplifiant les critères d'identification du géo-profil « mère au foyer » en fonction des lieux fréquentés. JiWire a, en fait, recréé avec la géolocalisation un concept similaire aux cookies de suivi sur internet, en utilisant les lieux à la place des pages web.

■ Outil publicitaire

Pour boucler la boucle, JiWire joue également le rôle de plateforme publicitaire pour mobile avec l'avantage de pouvoir

cibler très précisément les annonces en fonction des profils attachés aux adresses MAC. Par ailleurs, la mise en œuvre de cette plateforme au sein d'une application, nécessite d'intégrer la technologie JiWire... qui inclue dans ce cas la capture de GeoTag en mode *Big Data Terminal*. Rien ne se perd.

6. Émergence du géo-commerce

En quelques années, le e-commerce a profondément modifié les habitudes de consommation. Les smartphones géolocalisés changent de nouveau la donne pour les acteurs du commerce et de la distribution. Ils constituent en effet un media révolutionnaire à la disposition des marques. Pour la première fois, il est possible d'adresser un consommateur de façon unique, ou en groupe très ciblé, dans les trois dimensions qui fondent le planning media : le temps, l'espace et le profil du (ou des) consommateur(s) visé(s).

■ Exigences du « temps réel »

Les barrières spatiales et temporelles qui conditionnaient les différentes étapes du processus de vente s'effacent. L'étude de marché ne se fait plus en amont. Le client potentiel n'est plus fixe devant l'écran de son salon pour recevoir un message publicitaire à une heure prédéfinie. L'achat n'est plus conditionné à un rendez-vous physique dans un magasin. Tout se fait en même temps. Les consultations d'informations sur internet des clients, leurs achats, le suivi de leurs déplacements dans une boutique, une zone commerciale, un supermarché, fournissent les informations sur leurs attentes et leurs habitudes. Les publicités et promotions (coupons, événements...) deviennent géolocalisées, se déclenchant en fonction du lieu, et lorsque le client est en situation d'achat. L'achat lui-même peut se faire en boutique, mais à partir d'un smartphone, alimentant à son tour la base de connaissance clients.

■ Une prospective très riche

Le smartphone, extension numérique de notre intimité et mémoire personnelle permet de supporter un lien personnalisé entre les marques et leurs clients (figure 29).

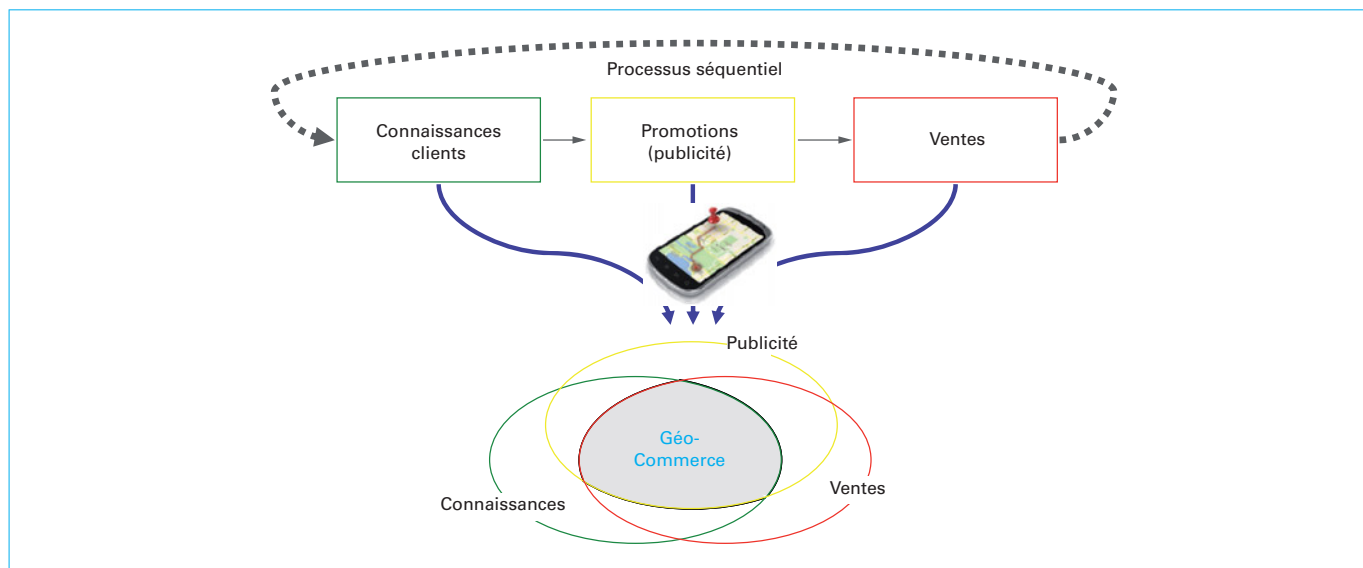


Figure 29 – D'un processus séquentiel, le cycle de vente devient simultané par la grâce du smartphone et de la géolocalisation

Les marques commencent à peine à percevoir les opportunités et les changements qui vont s'opérer. Sous la pression du e-commerce, elles cherchent à développer des stratégies multi-canaux où, trop souvent, la composante numérique est encore placée en concurrence directe avec le réseau de distribution physique.

À terme, l'ensemble des trois modes de distributions, e-commerce, géo-commerce et commerce physique vont devoir s'intégrer pour gagner en maturité, efficacité, confort, ergonomie. Et offrir, à moindres coûts, aux citoyens que nous sommes, une expérience de consommation plus libre et responsable.

6.1 Premières applications de centres commerciaux.

Apparues il y a quelques années, elles sont les premières matérialisations de cette tendance à l'intégration. Développées par les sociétés foncières propriétaires de centres commerciaux, (Unibail, Klépierre, Hammerson...), elles se limitent à la publication de promotions, à des fonctions de cartographie et de recherche de boutiques relatives au centre concerné. Aucune n'intègre encore le m-commerce.

La géolocalisation en intérieur peine encore à se déployer en France.

Exemples

Quelques centres emblématiques comme « Les 4 temps » à la Défense, et le « Forum des Halles » à Paris (figure 30), ainsi que l'aéroport Charles de Gaulles, disposent d'une géolocalisation de type terminal WiFi, développée par le français Polestar dont la technologie « Neo Campus » est intégrée aux applications correspondantes.

6.2 Publicité géo-localisée

L'objectif opérationnel d'un bon plan média est d'atteindre sa cible : c'est-à-dire un groupe de consommateurs, défini par un ensemble de critères sociaux, culturels et professionnels.

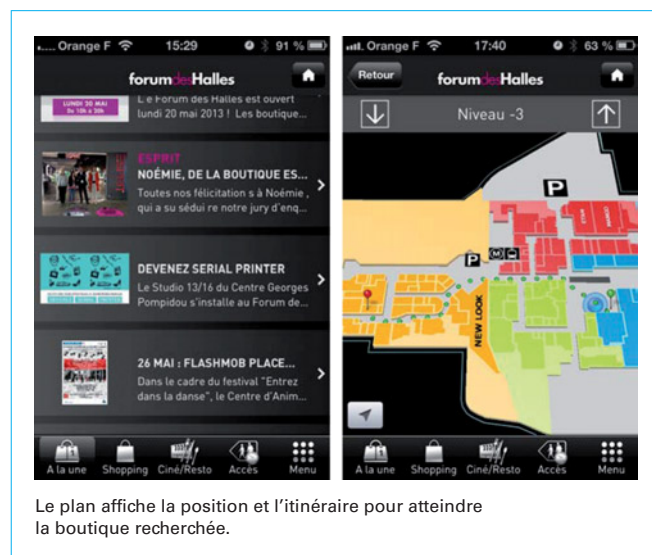


Figure 30 – Application de type géo-commerce au Forum des Halles

■ À propos des médias

En pratique, le but n'est jamais atteint à 100 %, car il est difficile de trouver des médias correspondant exactement aux critères recherchés. De plus, il faut compter avec un effet d'oubli lié au décalage entre le moment où le message publicitaire est délivré, et celui où le client potentiel est en situation d'achat. Mis à part la vitrine du magasin, aucun autre média ne permet de s'affranchir de ces contraintes spatio-temporelles.

Exemple

La télévision, par exemple, permet de choisir l'heure de passage du spot, le type d'émission ou de chaîne afin de cibler le profil. Mais les deux sont intimement liés, et le lieu est toujours le canapé du salon.

À l'opposé, l'affichage permet d'être sélectif sur le lieu, mais beaucoup moins sur la cible et pas du tout sur le timing.

Quant aux magazines, ils ne sont pas lus en marchant ou conduisant.

■ À propos du smartphone

En comparaison, le smartphone est un rêve de publicitaires, car il peut tout faire : adresser le bon consommateur, c'est-à-dire celui qui correspond à l'offre proposée, au bon moment, lorsqu'il fait du shopping, attend son avion ou son train, et sur le lieu d'achat, un centre commercial, une gare, un aéroport ou une rue commerçante. Et le rêve ne s'arrête pas à la phase d'annonce, mais se poursuit jusqu'à l'acte d'achat. Le consommateur peut en boutique :

- avoir accès à des informations sur les produits ;
- choisir des options ;
- comparer les prix ;
- commander depuis son smartphone, etc.

■ Principe du géo-advertising

Pour l'heure, le *géo-advertising* n'en est encore qu'à ses débuts. Plusieurs modèles ont été testés. Comme celui de l'américain *Foursquare*, qui consiste en un réseau social dont les membres peuvent échanger la position en temps réel, ainsi que les lieux visités.

Exemples

• Chaque membre suivi par *Foursquare* reçoit des points lorsque lui-même, ou un ami du réseau à qui le lieu a été recommandé, le visite. Les bonifications accumulées donnent droit à des avantages divers. Lancé en 2010, le réseau a très vite conquis ses « fans », mais son côté trop ludique a limité son audience (30 millions), ce qui reste trop faible pour atteindre une masse critique.

• *JiWire* aux États-Unis teste des modèles innovants, ajoutant de la valeur au message publicitaire en proposant aux clients de centres commerciaux un accès WiFi gratuit contre l'obligation de consulter une réclame.

• Plus proche de nous, *Plyce* est un média de promotion et de coupons géolocalisés sur smartphones et internet. Malgré un portefeuille de propositions plutôt fourni, il peine à recruter des utilisateurs. Le challenge est double. Il s'agit non seulement de fédérer suffisamment de marques pour être attractif. Mais également d'attirer le grand public, et le convaincre de télécharger une application et de partager sa position.

Le marché de la publicité géolocalisée qui attire tant les regards doit donc encore trouver son modèle de développement. Même les grands acteurs du numérique avancent prudemment, comptant sur l'effet d'entraînement de leur marque sur le long terme. Sans doute une partie de la solution viendra-t-elle des synergies avec le géo-commerce.

7. Santé connectée

Le vieillissement de la population, combiné à l'augmentation des pathologies chroniques, de type insuffisance cardiaque, hypertension, diabète, maladies neuro-dégénératives, etc., constituent un véritable enjeu pour nos sociétés et leurs systèmes de santé. Les principaux enjeux sont ;

- le confort et la dépendance des patients ;
- les coûts et le financement des moyens à mettre en œuvre.

Dans ce contexte, l'introduction des technologies numériques apparaît comme une source d'innovation prometteuse en matière de :

- gestion des données ;
- partage de l'expertise médicale ;
- suivi des patients à distance (§ 7.2).

L'utilisation de géolocalisation est encore anecdotique. Elle se limite à la localisation de personnes dépendantes pour les sécuriser dans leur vie quotidienne (§ 7.1) ou leur éviter de se perdre lorsqu'elles souffrent de maladie neuro-dégénérative (type Alzheimer).

7.1 Détection périmétrique

Ces solutions équipent des sites dédiés, maisons de retraites ou hôpitaux, qui accueillent des personnes dépendantes dont il est critique pour la sécurité de contrôler les possibilités de sortie. Les pensionnaires portent un émetteur radio, le plus souvent sous la forme d'une montre bracelet, qui est détecté par des bornes installées en périphérie du site et fonctionnant en réseau. Certains systèmes inté-

grent des fonctions d'appel d'urgence et d'analyse de l'activité physique permettant, au moyen de capteur de mouvement, de détecter un malaise éventuel ou une chute (figure 31).

7.2 Bracelet GPS et mobilité des personnes à risque

Equipés d'un récepteur GPS et d'un module GSM/GPRS, ces bracelets permettent de sécuriser des malades ou des personnes âgées dans leur vie quotidienne en dehors d'un établissement spécialisé. Les plus évolués combinent l'analyse de l'activité physique et l'appel d'urgence géolocalisé en cas de détection d'une situation critique (position allongée hors période de sommeil, chute...) ou à la demande du porteur ainsi qu'une fonction de téléphonie vocale permettant de prendre contact directement avec la personne (figure 32).

Enfin, et c'est sans doute l'une des voies les plus prometteuses de l'application de la géolocalisation à la santé : la gestion à distance des malades en situation de mobilité peut permettre d'améliorer sensiblement le confort de vie, tout en maintenant un niveau de sécurité optimal.

En effet, les progrès accomplis dans les technologies de capteurs physiologiques en termes de miniaturisation, d'autonomie et de possibilité d'implantation, vont permettre de suivre à distance l'état d'un patient. En les combinant avec la géolocalisation, il deviendra possible d'anticiper un problème et de localiser le malade, où qu'il soit, afin d'intervenir à temps.



Figure 31 – Montre et système anti-fugue Vivago



Figure 32 – Bracelet de localisation et d'appel d'urgence de Laipac Technology

8. De Big Data à Big Brother

8.1 « Big Brothers are watching us »

Sommes-nous toujours maîtres de notre intimité et de notre liberté d'action ? Le débat déjà bien entamé au sujet des moteurs de recherche et de réseaux sociaux s'étend désormais à la géolocalisation. Une étude récente menée par la CNIL et l'INRIA a évalué que 30 % des applications transmettaient des données de géolocalisation et que, en moyenne, 76 positions étaient transmises par personne et par jour (figure 33). L'étude note également que ces informations sont captées par des acteurs peu visibles du grand public, comme les sociétés spécialisées dans le ciblage d'audience et de mesure du trafic (Criteo, Xiti...), et bien-sûr Google et Apple.

Les *Big Brothers* sont donc déjà très actifs, d'autant plus que l'étude de la CNIL ne couvrait qu'une partie d'entre eux, ceux qui utilisent une méthode *Big Data Terminal*.

8.2 Avis de la CNIL

Pour rappel, le rôle de la CNIL est de mettre en place des garde-fous et de les faire respecter conformément aux droits édictés par la loi informatique et liberté :

- droit d'information sur l'existence d'une fiche ;
- droit d'accès gratuit à l'intégralité des informations enregistrées ;
- droit de rectification et de radiation ;
- droit d'opposition à l'utilisation des informations pour un autre objet que l'exécution du service.

Les informations collectées doivent être limitées à ce qui est nécessaire à la livraison du service demandé et pas plus.

Le constat dressé suite à l'étude mentionnée est que le halo de brume qui entoure la collecte de données par les smartphones est encore plus épais que pour l'internet. Le modèle implique une cascade d'acteurs qui le rend difficile à appréhender dans son ensemble :

- fournisseurs de téléphones d'Os ;
- développeurs ;
- éditeurs d'applications ;
- spécialistes du ciblage ;
- agences de communications ;
- marques.

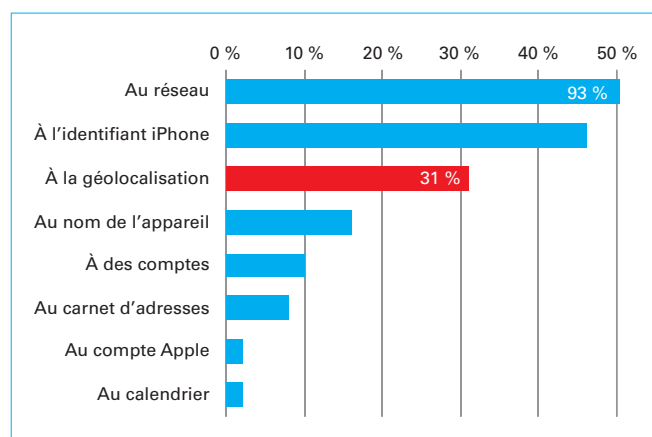


Figure 33 – Étude CNIL et INRIA sur les smartphones

L'utilisateur n'a pas, ou peu conscience, des informations qui circulent et surtout n'a aucun contrôle. Impossible en effet de désactiver des cookies ou d'en interdire l'usage comme sur un navigateur internet. Les routines de remontée d'information étant codées dans l'application elle-même.

Dans ce contexte qui, ne l'oublions pas, est très récent, la CNIL vise, dans un premier temps, à demander plus de transparence et à promouvoir auprès de chaque acteur du modèle économique les bonnes pratiques en matière d'information, d'accès et de contrôle des données par l'utilisateur.

La CNIL préconise

- Les **développeurs d'applications** doivent intégrer dès le départ les problématiques Informatique et Libertés dans une démarche de *privacy by design*. La CNIL souhaite développer l'accompagnement des acteurs à cette fin. Plusieurs équipes INRIA travaillent sur la protection de la vie privée et la société de l'Information, et notamment sur des systèmes/architectures *privacy by design*.

- Les **magasins d'application** doivent inventer des modes innovants d'information des utilisateurs et de recueil du consentement. La situation actuelle, binaire, du « à prendre ou à laisser » n'est pas satisfaisante.

- Les paramètres et réglages présents dans les **systèmes d'exploitation** pour smartphones sont insuffisants. Un contrôle plus fin pourrait être proposé sans pour autant dégrader l'expérience utilisateur. Dans le cadre du projet Mobilities, la CNIL et INRIA ont développé, à titre expérimental, une démonstration des réglages qui pourraient être proposés par le fournisseur du système d'exploitation.

- Les **acteurs tiers** qui fournissent des services et des outils aux développeurs ne doivent collecter que les données nécessaires et ce, en toute transparence, vis-à-vis du développeur et par voie de conséquence vis-à-vis de l'utilisateur final.

9. Conclusions et perspectives

Les technologies de géolocalisation n'ont pas fini de révolutionner notre quotidien. Elles vont continuer d'apporter confort, sécurité, lien social, efficacité et gain de productivité. Mais, au-delà des bénéfices immédiats, elles contribuent également, en matérialisant l'information au sens propre du terme, à rééquilibrer les relations que l'homme entretient avec le monde physique, et celui virtuel d'internet.

La réalisation des bénéfices attendus va nécessiter l'échange et le partage de données de géolocalisation de façon contrôlée et respectueuse des droits et des citoyens. Beaucoup reste à faire dans ce domaine pour éviter :

- d'une part, la multiplicité de plateformes et formats propriétaires qui freinerait l'innovation ;
- d'autre part, une concentration excessive entre les mains de quelques acteurs surpuissants au détriment des utilisateurs.

Les débats actuels sur l'indépendance et la neutralité d'internet, montrent bien la nécessité d'anticiper sur ces sujets. Les législations ne peuvent seules apporter la solution. La coopération industrielle et internationale a certainement un rôle à jouer dans la création d'une interface normalisée qui pourrait prendre la forme d'un « *GeoCloud* ». Celui-ci garantirait à la fois l'interopérabilité nécessaire, la transparence et le contrôle des données de géolocalisation dans le respect le plus absolu de la liberté et de l'intimité de leurs propriétaires et utilisateurs.

Applications de la géolocalisation

Une technologie qui change le monde

par **Philippe SAINT-MARTIN**

Consultant – Institut télécom, 4icom (Paris)

Sources bibliographiques

- [1] KOŁODZIEJ (K.W.) et HJELM (J.). – *Local positioning systems. LBS applications and services*. CRC Press (2006).
- [2] SAMAMA (N.). – *Global positioning : technologies and performance*. Wiley (2010).
- [3] BERG INSIGHT. – *Container tracking and security report*, mai 2013.

À lire également dans nos bases

- QUELLEC (J.M.) et KEMKEMIAN (S.). – *Détection de navires par radars maritimes. Signaux et traitements*. [RAD 6 709] (2014).
- JANIN (J.F.). – *Systèmes de transports intelligents – Risques et opportunités*. [TRP 1 005] (2013).
- BONNIN (G.). – *Applications multiples du système GPS*. [TE 6 720], 10 févr. 2002.
- COLDEFY (J.). – *Mobilité et ville intelligente : rôles des acteurs publics et privés* (2013).
- ESCHER (A.C.). – *Intégration du GPS avec les systèmes de navigation inertielle*. [TE 725] (2009).
- BONNIN (G.). – *Système GPS de positionnement par satellite*. [TE 6 715], 10 mai 2001.

Supports numériques

PDF – *Ericsson mobility report*
<http://www.ericsson.com>

PDF – *US geological survey* – Slicing up the San Francisco by Area : block kinematics and fault slip rates from GPS-derived surface velocities
<http://www.seismo.berkeley.edu>

Sites Internet

Berg Insight
<http://www.berginsight.com>

BMW Research and Innovation Center
<http://www.bmwgroup.com>

CNIL – Voyage au cœur des smartphones et des applications mobiles avec la CNIL et INRIA 2013
<http://www.cnil.fr>

Ecomouv
<http://www.ecomouv.com>

GpsBusinessNews
<http://www.gpsbusinessnews.com>

International Maritime Organisation
<http://www.imo.org>

Mercedes Research – US geological survey, slicing up the San Francisco by Area : block kinematics and fault slip rates from GPS-derived surface velocities
<http://www.daimler.com>

Polestar
<http://www.polestar.com>

Réglementation

Proposition de règlement du parlement européen et du conseil concernant les exigences en matière de réception par type pour le déploiement du système eCall embarqué et modifiant la directive 2007/46/CE/*COM/2013/0316 final – 2013/0165 (COD)*/

Communiquer de presse Commission Européenne
http://www.europa.eu/rapid/press-release_IP-13-534_en.htm