Traçage Wi-Fi et Bluetooth

Célestin Matte
Thèse : Univ Lyon, INSA Lyon, Inria, équipe Privatics, CITI, France, financée par la Région Rhône-Alpes & Inria
Supervisée par: Mathieu Cunche, Marine Minier, Franck Rousseau
Actuellement : Inria Sophia Antipolis, équipe Indes

PSES, Vendredi 28 Juin 2019

Introduction - Traçage physique

1

Traçage physique

Chercher à connaître la présence et la mobilité d'un appareil au cours du temps

- Comment ? Écoute des trames Wi-Fi / Bluetooth émises par les appareils comme les smartphones
- Cas d'utilisation principal : *analytics* (statistiques de fréquentation)
- Problème de vie privée
  - manque de consentement et de connaissance des personnes ciblées
  - ↗ des acteurs/systèmes ayant des capacités de surveillance

1. Source : `http://www.libelium.com/products/meshlium/smartphone-detection/`

Exemples

Le BHV aspire les données de ses clients, mais il est loin d'être le seul

Par Elisa Braun | Mis à jour le 03/08/2017 à 14:58 / Publié le 02/08/2017 à 18:39

2 commentaires

La célèbre enseigne de l'Hôtel de Ville a mis en place un système pour tracer le parcours de ses clients dans son magasin. Des pratiques auxquelles se livrent la plupart des grandes chaînes.

Exemples

Le BHV aspire les données de ses cli

Par Elisa Braun

La célèbre enseigne de parcours de ses clients dans son magasin. Des pratiques auxquelles se livrent la plupart des grandes chaînes.

Exclusive: Here's What 3 Big Museums Learn By Tracking Your Phone

By **James O Malley** on 11 Apr 2017 at 12:00PM

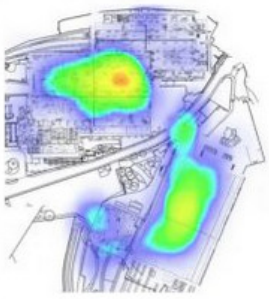
At least three of Britain's most popular cultural institutions have been tracking visitors using the wifi on their phones, Gizmodo UK can exclusively reveal. Following a series of Freedom of Information Requests, the National Gallery and Natural History Museums in London, as well as the National Railway Museum in York, have all revealed that they have tested or deployed tracking software - which could conceivably help curators and managers make decisions.

Exemples

Le BHV aspire les données de ses cli

Par Elisa Braun

La célèbre enseigne de parcours de ses clients dans son magasin. Des pratiques auxquelles se livrent la plupart des grandes chaînes.



19th Feb

Exclusive: Museums Your Phor

By James O Malley on 11 Apr 2017 at 12

At least three of Britain's mos
using the wifi on their phones
of Freedom of Information Re
Museums in London, as well
revealed that they have teste
help curators and managers

Aéroports de Paris SA mesure la qualité des services Paris Aéroport proposés aux utilisateurs sur le parcours client, grâce aux appareils mobiles dont le wi-fi est activé, sans toutefois qu'aucune donnée à caractère personnel ne soit conservée.

Si vous ne souhaitez pas participer, vous avez la possibilité de désactiver le wi-fi sur vos appareils mobiles.

Pour plus de renseignement, vous pouvez vous adresser au

Correspondant Informatique et Libertés,
Bât. 300 - Zone Cœur d'Orly - 11 avenue Henri Farman
103 Aérogare Sud - CS 90055 - 94396 Orly Aérogare Cedex
informatique.libertes@adp.fr

Imprimerie intégrée du Groupe ADP - N° AP 007858 C 011 - IMPRIM'VERT

Exemples

Le BHV
ses cli

Par Elisa Braun

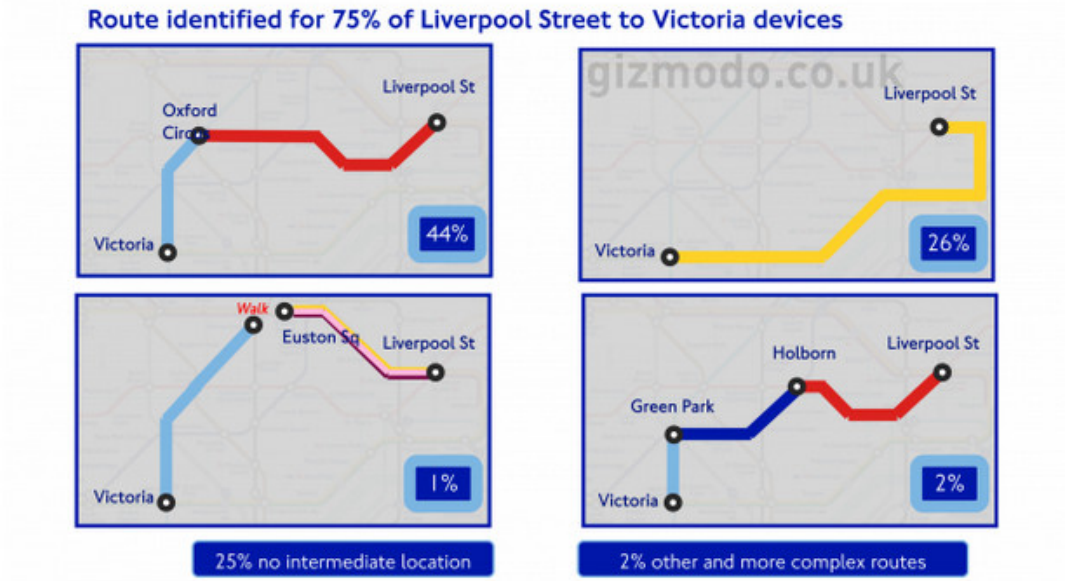
LE FIGARO PREMIUM
› 1€ le premier mois

La célèbre enseigne de
parcours de ses clients
la plupart des grandes

GIZMODO | UK

UK NEWS GADGETS DESIGN WATCH THIS WTF SCIENCE APPLE AN

TRANSPORT



Here's What TfL Learned From Tracking Your Phone On the Tube

By **James O Malley** on 13 Feb 2017 at 1:24PM

At the end of last year, between 21st November and 19th December, Transport for London carried out an intriguing trial: It was going to track your phone on the London Underground.

Exemples

Le BHV
ses cli

Par Elisa Braun

LE FIGARO PREMIUM
› 1€ le premier mois

La célèbre enseigne de
parcours de ses clients
la plupart des grandes

GIZMODO | UK

APPLE AN

Thomas Bourgenot
@_LoboTom_
Follow

C'est officiel, les capteurs d'audience à @ClientsRATP ne sont plus un "pur fantasme".
Et les usager.e.s sont vraiment pris pour des cobayes à publicitaires.

cc @RAP_Asso @laquadrature @CNIL

antipub.org/dossier-les-ca …

Translate Tweet

3:54 PM - 22 Mar 2019

erpool St
26%
erpool St
2%
es
e
sport for
e London

Exemples

Le BHV
ses cli

Par Elisa Braun

LE FIGARO PREMIUM
› 1€ le premier mois

La célèbre enseigne de
parcours de ses clients
la plupart des grandes

GIZMODO | UK

APPLE AN

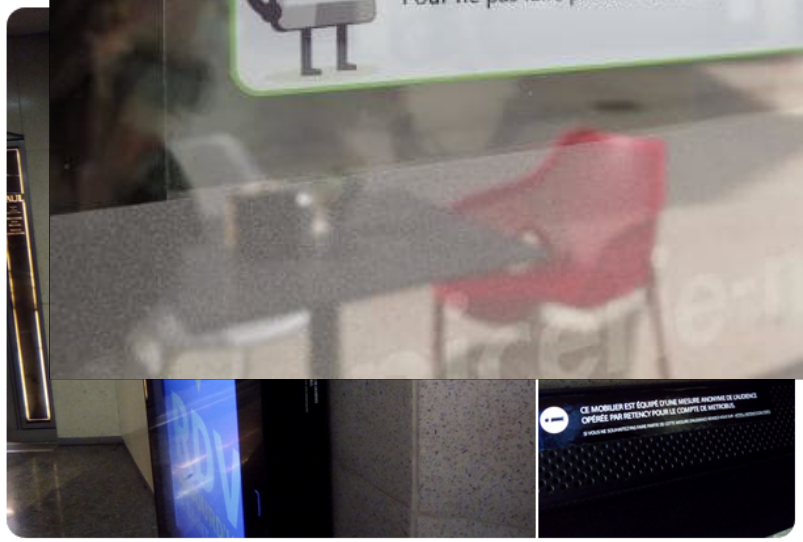
Thomas Bourgenot
@_LoboTom_
Follow

C'est officiel, les capteurs d'audience à @ClientsRATP ne sont plus un "pur
fa
Et
de

cc
@

ar

Tr



3:54 PM - 22 Mar 2019

sport for
he London

Exemples

GIZMODO | UK

Le
s

20 minutes

Lire le journal du
Jeudi 23 novembre
TÉLÉCHARGER LE PDF

NEWSLETTER CONNEXION

Recherche (ex : Réforme des retraites, etc.)

#CoupeDavis #SousMarinDisparu #HarcelementSexuel #LigueEuropa Actualité Locales Sport Entertainment Economie

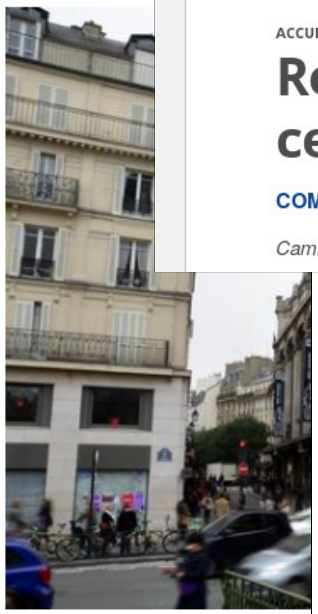
Bordeaux Strasbourg Toulouse Lille Lyon Marseille Montpellier Nantes Nice Paris Rennes

ACCUEIL › RENNES

Rennes : Des capteurs wifi pour suivre les clients du centre-ville

COMMERCE Trente magasins seront équipés dans les jours à venir…

Camille Allain | Publié le 10/02/17 à 07h05 — Mis à jour le 10/02/17 à 07h05



3:54 PM - 22 Mar 2019

LE FIGARO PREMIUM
› 1€ le premier mois

La célèbre enseigne de
parcours de ses clients
la plupart des grandes

sport for

London

London

Exemples

GIZMODO | UK

Le
s

LE FIGAR
› 1€ le p

La célèbre
parcours d
la plupart des grandes

3:54 PM - 22 Mar 2019

sport for
London
London

Une le journal du

Centre-ville de Lannion. Vos pas seront comptés

Publié le 25 juin 2019 à 17h05 Modifié le 25 juin 2019 à 17h04 1 VOIR LES COMMENTAIRES

Guillaume Huon et Enrico Durbano de la société Eco-Compteur (à gauche), expérimentent leur nouveau dispositif de comptage de piétons en partenariat avec la ville. (Le Télégramme/Victor Fuseau)

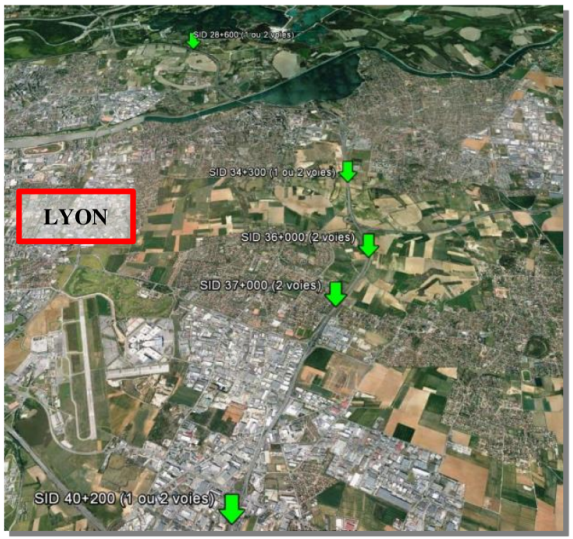
En partenariat avec la ville, la société Éco-compteur va tester son nouveau produit dans les rues de Lannion : des capteurs de smartphone pour tracer les trajets des piétons. Les données récoltées seront mobilisées par la municipalité pour penser la ville de demain.

CHEZ VOUS
Accédez à toute
de votre commu

Exemples

GIZMODO | UK

Fig. (7) - Les balises Bluetooth/Wifi installées sur portique (à gauche) et mât temporaire (à droite)



Tronçon	Longueur
AB	3,2 km
BC	1,2 km
CD	1,6 km
DE	5,9 km

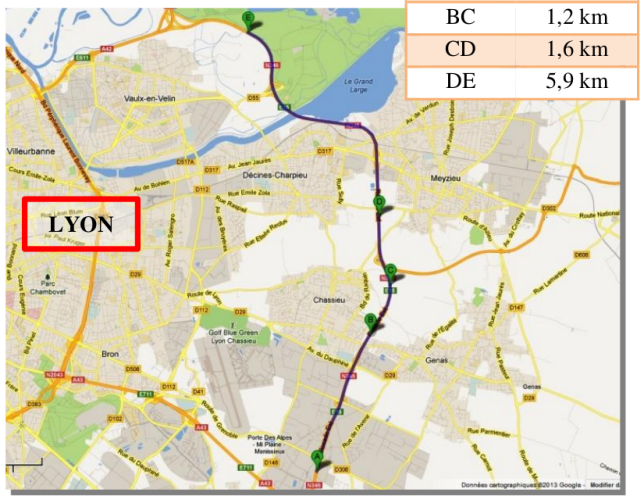


Fig. (1) et (2) - Localisation des points d'identification

London

Exemples

GIZMODO | UK

VB NEWS EVENTS RESEARCH Search

MARKETING EXCLUSIVE

Drones overhead in L.A.'s Valley are tracking mobile devices' locations

BARRY LEVINE @XBARRYLEVINE FEBRUARY 23, 2015 6:11 AM

Above: The Adnear drone over LA

Image Credit: Adnear

It was only a matter of time before drones started monitoring signals from mobile devices.

VB Recommendations

Samsung Galaxy S9 and iterative upgrades, will n cameo at CES

How is Uber still even in this point?

Microsoft just took a big AWS and VMware with r offerings

Upcoming Events

BLUEPRINT Mar 5 - 7

GamesBeat 2018 Apr 9 - 10

Fig. (1) et (2) - Localisation des points d'identification

Exemples

GIZMODO | UK

VB NEWS EVENTS RESEARCH Search

MARKETING EXCLUSIVE

Drones overhead in L.A.'s Valley are tracking mobile devices' locations

BARRY LEVINE @XBARRYLEVINE FEBRUARY 23, 2015 6:11 AM

Although this experiment in the Valley is currently testing location-mapping from drones and is not yet used to send ads, Adnear said it currently has over 530 million user profiles covering various Asian markets for its other location-based campaigns.

Above: The Adnear drone over LA

Image Credit: Adnear

It was only a matter of time before drones started monitoring signals from mobile devices.

VB Recommendations

Samsung Galaxy S9 and iterative upgrades, will n cameo at CES

How is Uber still even in this point?

Microsoft just took a big AWS and VMware with r offerings

Upcoming Events

BLUEPRINT Mar 5 - 7

GamesBeat 2018 Apr 9 - 10

Fig. (1) et (2) - Localisation des points d'identification

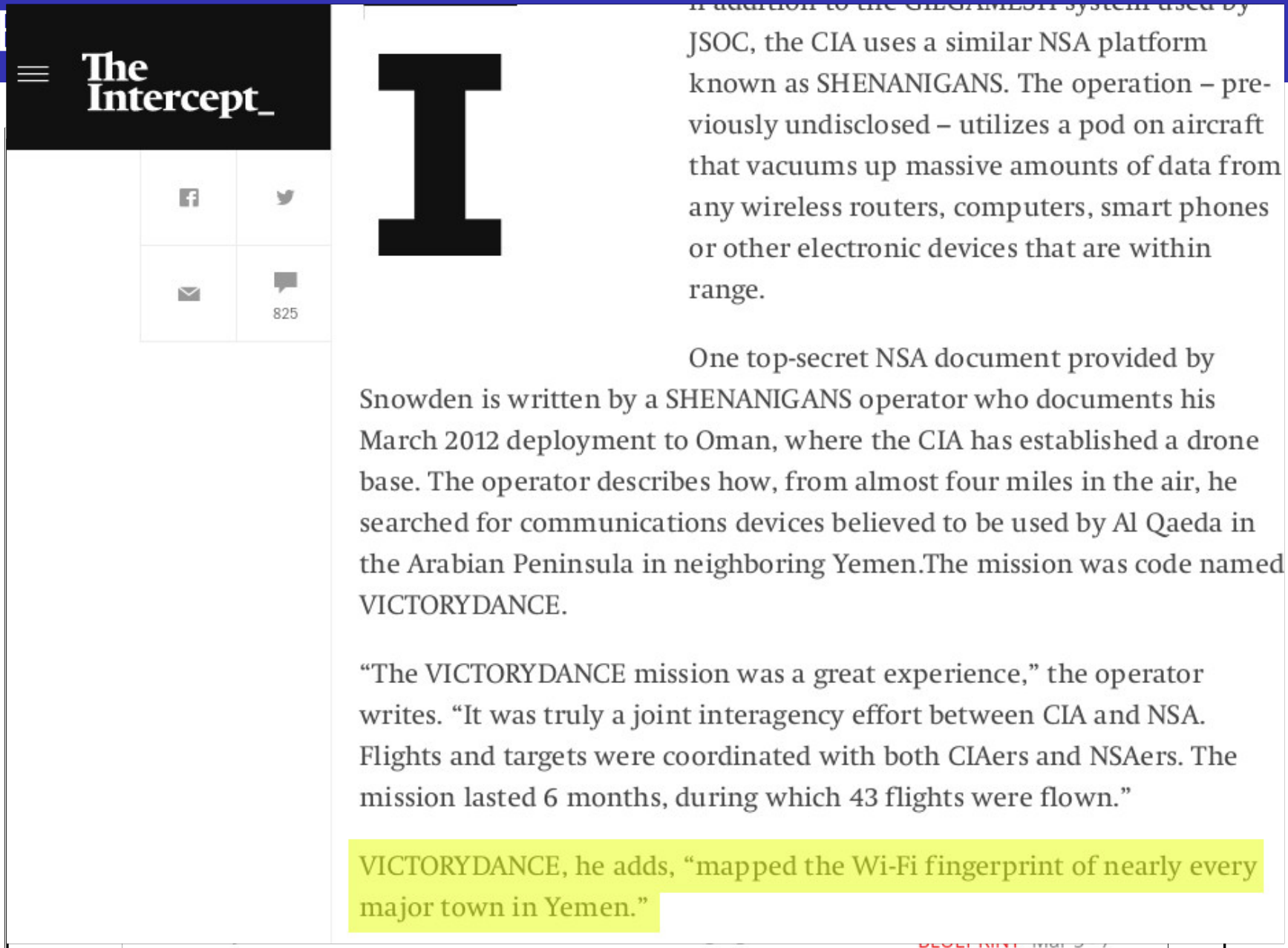
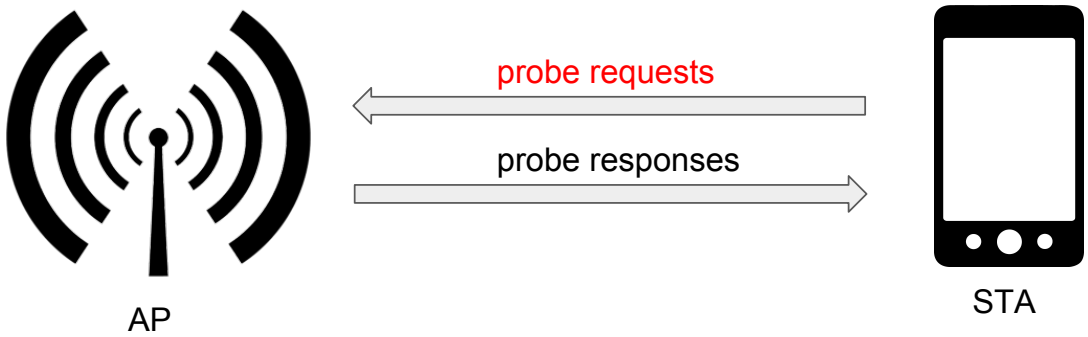


Fig. (1) et (2) - Localisation des points d'identification

Fonctionnement technique (Wi-Fi)

- Les stations cherchent les points d'accès en envoyant des **probe requests**
- Ces trames sont envoyées plusieurs fois par minute [2]
- Même les appareils non associés (connectés à un réseau Wi-Fi) émettent ces trames



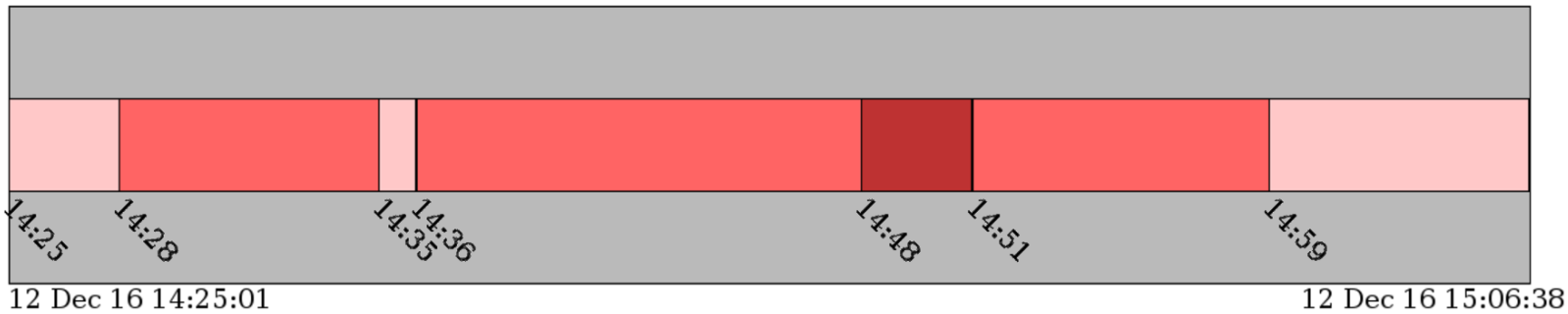
Adresse MAC

- Numéro de série de 6 octets. Ex : `ef:4b:48:ab:42:37`
- Identifiant unique

2. Julien Freudiger. "How Talkative is Your Mobile Device? An Experimental Study of Wi-Fi Probe Requests". In : *ACM WiSec*. 2015.

Système de traçage Wi-Fi

Informations émises (Wi-Fi)



legend: noeud1 noeud3 noeud4

MAC address: 34:23:ba:df:90:ce
Vendor / Manufacturer: Samsung Electro Mechanics co.,LTD.
total number of frames: 2247
visit duration: 0h 41min 37sec
SSIDs: IKEA WiFi, WiFi-Cite-Espace, WiFI Hotel Les Skieurs, hotspot-cite-sciences, grenoble

Aspect légal

Mais c'est légal ?

- Actuellement (RGPD), plusieurs cas de figure : [3]
  - 1. données directement "anonymisées" ("taux de collisions élevé")
  - 2. données "pseudonymisées" puis détruites/anonymisées au bout de 24h
  - Mécanisme d'opposition + notice d'information

3. `https://www.cnil.fr/en/node/24869`

Mais c'est légal ?

- Actuellement (RGPD), plusieurs cas de figure : [3]
  - 1. données directement "anonymisées" ("taux de collisions élevé")
  - 2. données "pseudonymisées" puis détruites/anonymisées au bout de 24h
  - Mécanisme d'opposition + notice d'information

3. `https://www.cnil.fr/en/node/24869`

Mais c'est légal ?

- Actuellement (RGPD), plusieurs cas de figure : [3]
  - 1. données directement "anonymisées" ("taux de collisions élevé")
  - 2. données "pseudonymisées" puis détruites/anonymisées au bout de 24h
  - Mécanisme d'opposition + notice d'information
- $\rightarrow$ Dépend des cas d'utilisation

3. `https://www.cnil.fr/en/node/24869`

Mais c'est légal ?

- Actuellement (RGPD), plusieurs cas de figure : [3]
  - 1. données directement "anonymisées" ("taux de collisions élevé")
  - 2. données "pseudonymisées" puis détruites/anonymisées au bout de 24h
  - Mécanisme d'opposition + notice d'information
- $\rightarrow$ Dépend des cas d'utilisation
  - Statistiques $\rightarrow$ ok

3. `https://www.cnil.fr/en/node/24869`

Mais c'est légal ?

- Actuellement (RGPD), plusieurs cas de figure : [3]
  - 1. données directement "anonymisées" ("taux de collisions élevé")
  - 2. données "pseudonymisées" puis détruites/anonymisées au bout de 24h
  - Mécanisme d'opposition + notice d'information
- $\rightarrow$ Dépend des cas d'utilisation
  - Statistiques $\rightarrow$ ok
  - Taux de revisite $\rightarrow$ hmmmmmmm (non)

3. `https://www.cnil.fr/en/node/24869`

Mais que fait la CNIL ?

M PIXELS | CHRONIQUES DES (R)ÉVOLUTIONS NUMÉRIQUES | VIE EN LI

Le Conseil d'Etat empêche définitivement JCDecaux de pister les téléphones des passants

L'entreprise souhaitait collecter les identifiants des téléphones portables des personnes passant à côté de ses panneaux publicitaires à La Défense. Le Conseil d'Etat le lui a interdit, en confirmant une décision de la CNIL.

LE MONDE | 09.02.2017 à 15h41 • Mis à jour le 09.02.2017 à 16h50

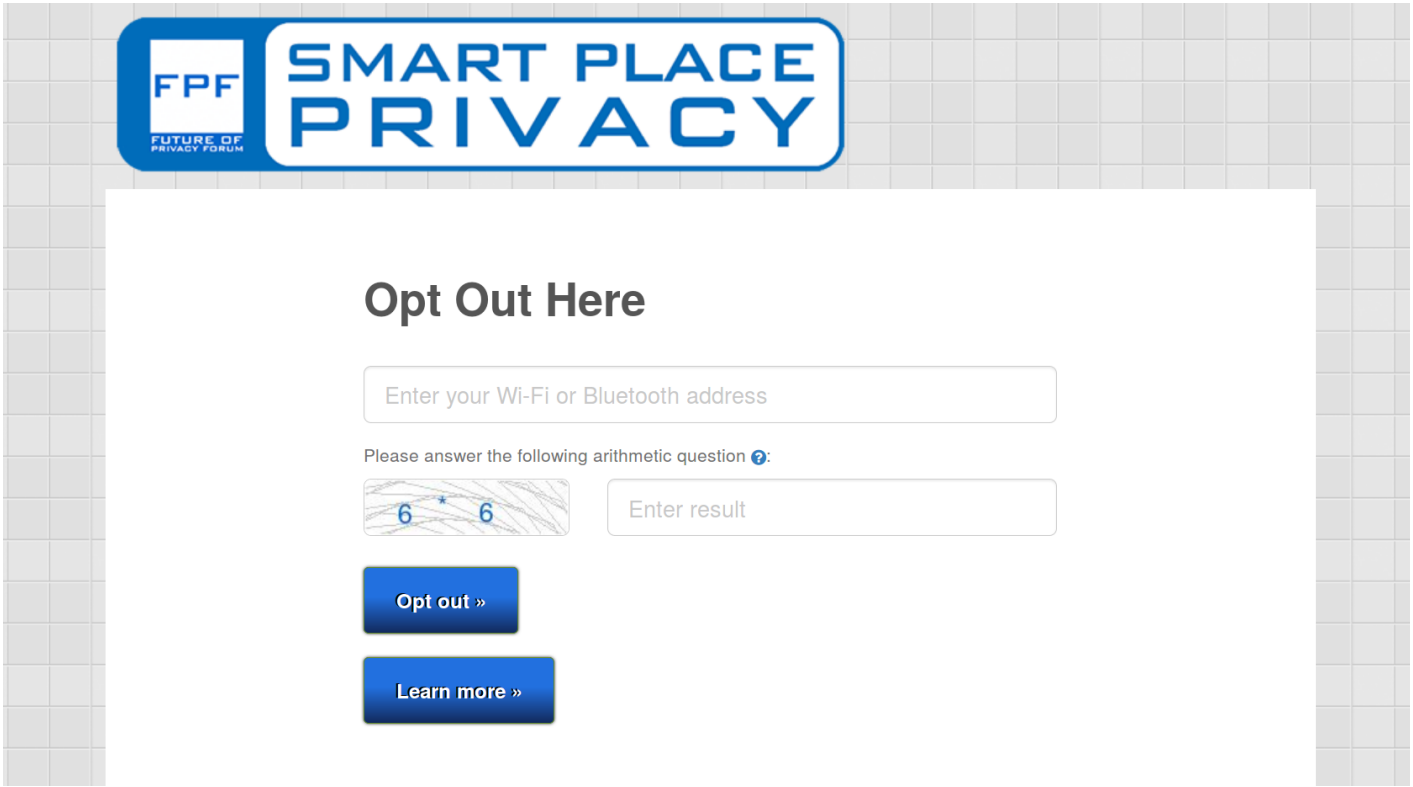
Abonnez vous à partir de 1 € | Réagir | Ajouter | Partager (3 174) | Tweeter

C'est non : JCDecaux ne pourra pas tracer les téléphones des passants à partir de ses panneaux publicitaires. Mercredi 8 février, le Conseil d'Etat a mis un point final à l'affaire qui opposait depuis deux ans l'entreprise de mobilier urbain à la CNIL (Commission nationale de l'informatique et des libertés).

En pratique

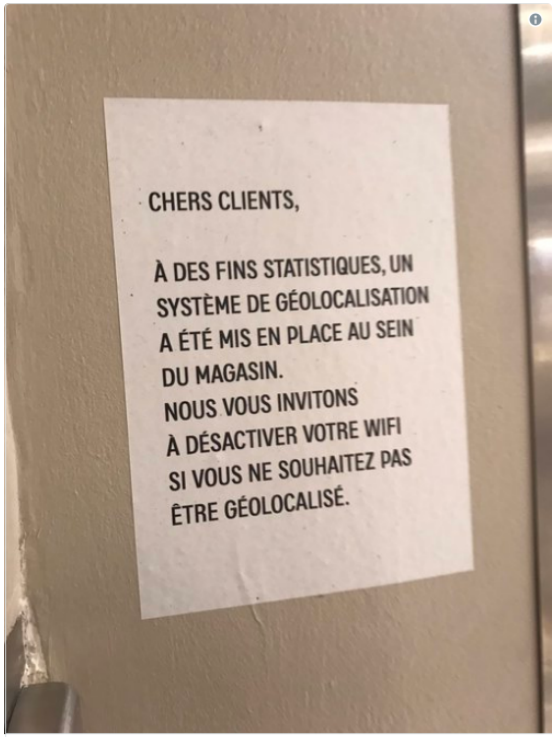

Mac : 00-14-22-01-23-
Samsung
22-01-23-45
Mac : 00
Nokia
Wallpaper
Art
01
Video
02
Architecture
03
Christian Larson directs film
for Wallpaper's Sport Special
See more on Wallpaper.com

Mécanisme d'opposition : opt-out



- Difficile pour M/Mme Michu, (presque) impossible pour certains appareils

Mécanisme d'opposition : osef



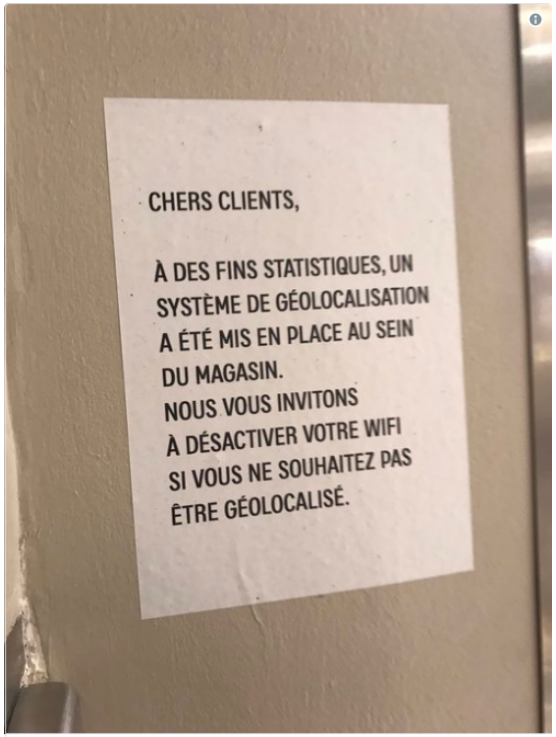
Adrien Havet
@adhavet

Fraichos le BHV.

17:13 - 30 juil. 2017

5 62 37

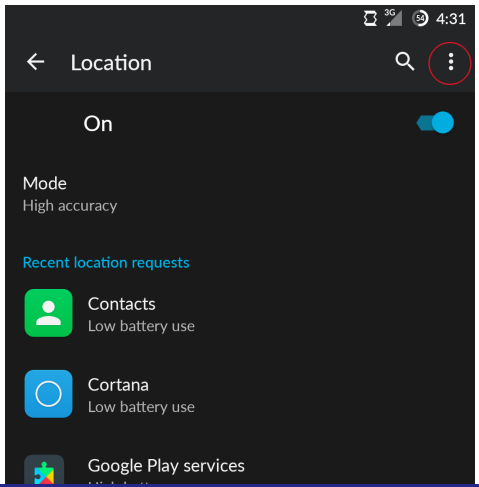
Mécanisme d'opposition : osef

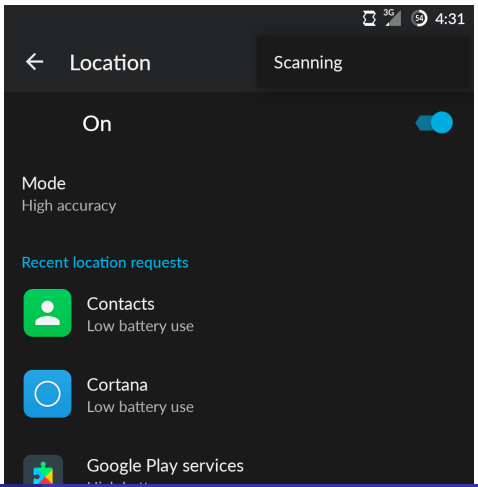


Adrien Havet
@adhavet

Fraichos le BHV.
17:13 - 30 juil. 2017
5 62 37

- Problème : ça ne suffit pas
- Sous iOS, le bouton Wi-Fi du centre de contrôle n'empêche pas l'émission de trames
- Sous Android, une option cachée permet d'effectuer des scans même si le Wi-Fi est désactivé
  - cf. capture d'écran
  - Paramètres → Localisation → Recherche → Recherche Wi-Fi





En pratique... Mauvaises pratiques

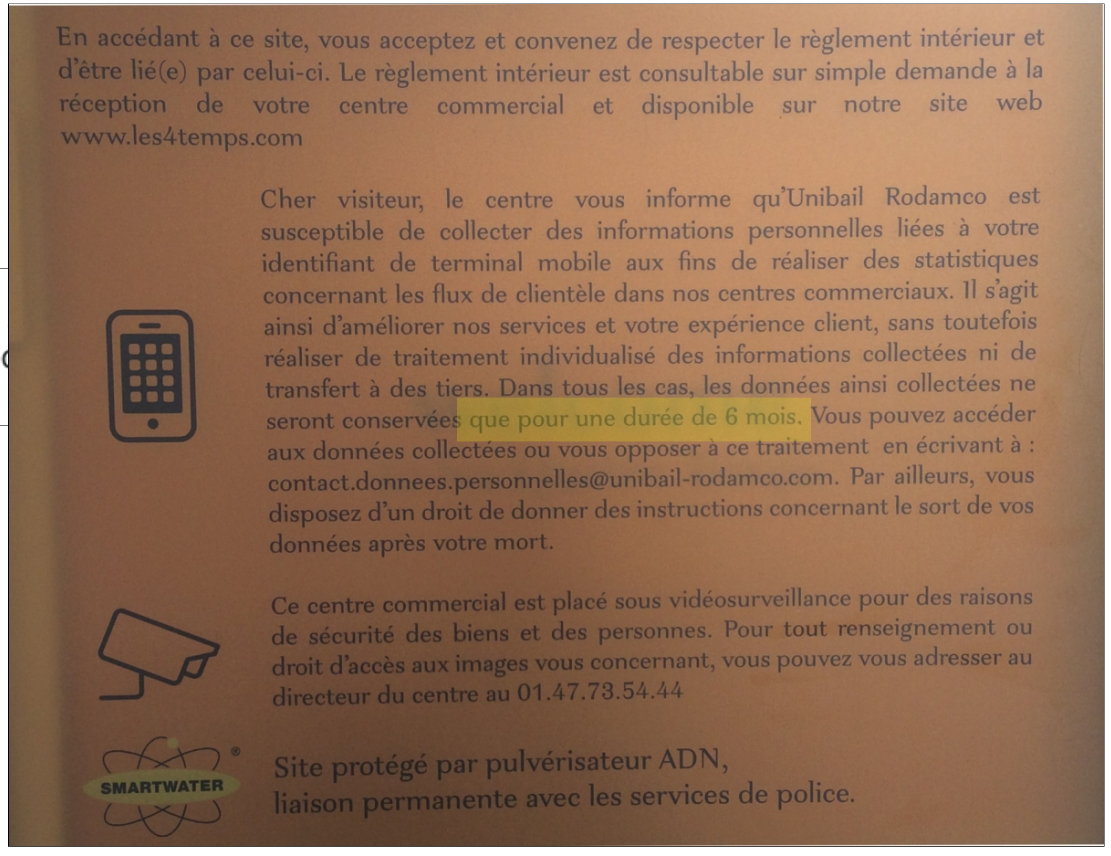
- Longues durées de conservation des données
- Pseudonymisation : hachage inutile sans clé
  - (message de service : ne hachez pas des informations personnelles, chiffrez-les)
- Notices peu visibles

> Doté d'une mémoire interne de 1GB, l'équipement stocke temporairement les identifiants, jusqu'à plus d'un mois, afin d'assurer une retransmission correcte au serveur en cas de coupure GPRS ou en cas d'utilisation autonome.

En pratique... Mauvaises pratiques

- Longues durées de conservation des données
- Pseudonymisation : hachage inutile sans clé
  - (message de service : ne hachez pas des informations personnelles, chiffrez-les)
- Notices peu visibles

Doté d'une mémoire interne de 1GB, l'équipement
d'un mois, afin d'assurer une retransmission correc
d'utilisation autonome.



En accédant à ce site, vous acceptez et convenez de respecter le règlement intérieur et d'être lié(e) par celui-ci. Le règlement intérieur est consultable sur simple demande à la réception de votre centre commercial et disponible sur notre site web www.les4temps.com

Cher visiteur, le centre vous informe qu'Unibail Rodamco est susceptible de collecter des informations personnelles liées à votre identifiant de terminal mobile aux fins de réaliser des statistiques concernant les flux de clientèle dans nos centres commerciaux. Il s'agit ainsi d'améliorer nos services et votre expérience client, sans toutefois réaliser de traitement individualisé des informations collectées ni de transfert à des tiers. Dans tous les cas, les données ainsi collectées ne seront conservées que pour une durée de 6 mois. Vous pouvez accéder aux données collectées ou vous opposer à ce traitement en écrivant à : contact.donnees.personnelles@unibail-rodamco.com. Par ailleurs, vous disposez d'un droit de donner des instructions concernant le sort de vos données après votre mort.

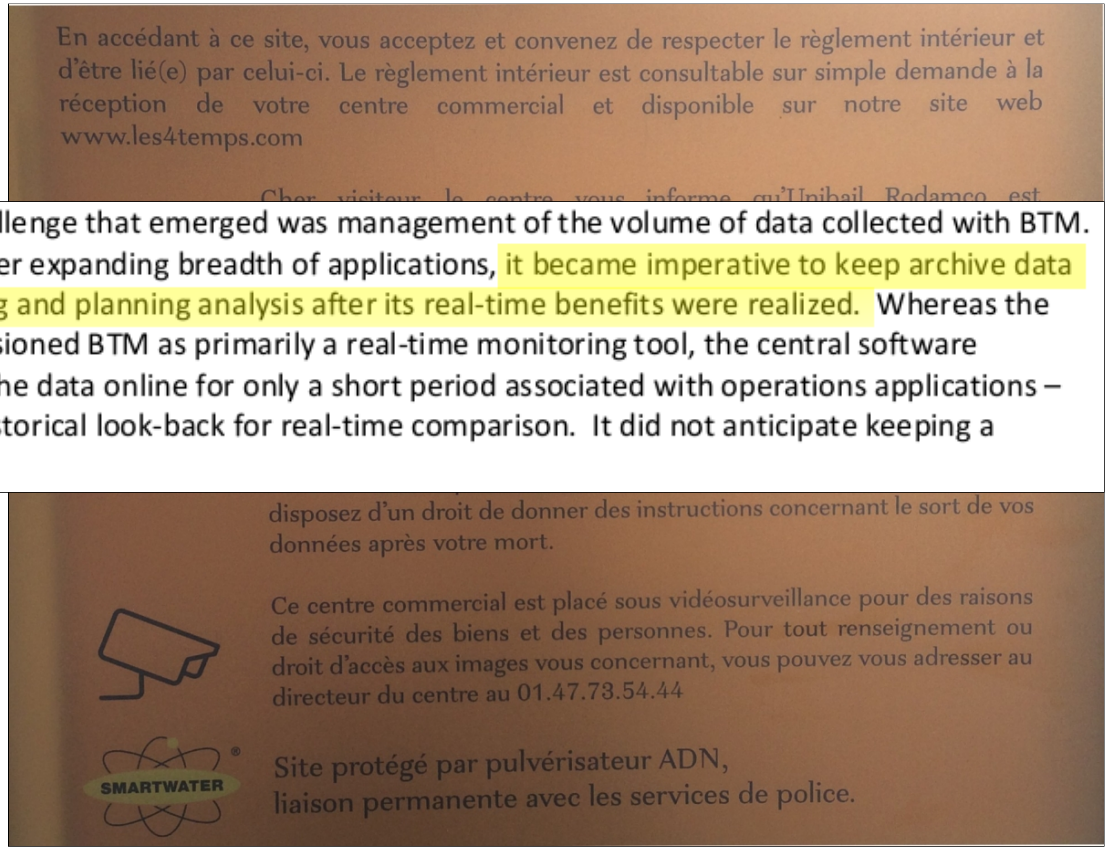
Ce centre commercial est placé sous vidéosurveillance pour des raisons de sécurité des biens et des personnes. Pour tout renseignement ou droit d'accès aux images vous concernant, vous pouvez vous adresser au directeur du centre au 01.47.73.54.44

SMARTWATER®

Site protégé par pulvérisateur ADN,
liaison permanente avec les services de police.

En pratique... Mauvaises pratiques

- Longues durées de conservation des données
- Pseudonymisation : hachage inutile sans clé
  - (message de service : ne hachez pas des informations personnelles, chiffrez-les)
- Notices peu visibles

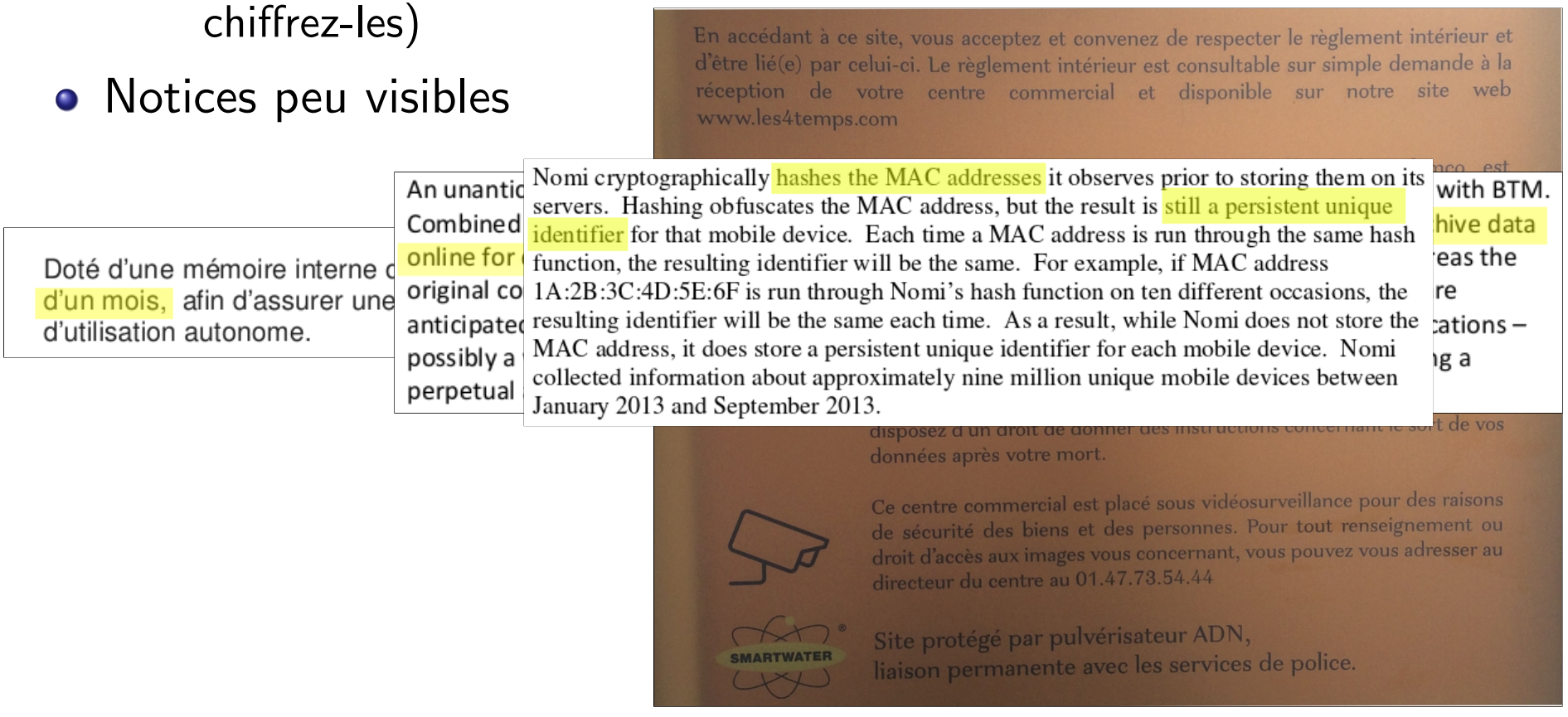


Doté d'une mémoire interne d
d'un mois, afin d'assurer une
d'utilisation autonome.

An unanticipated challenge that emerged was management of the volume of data collected with BTM. Combined with its ever expanding breadth of applications, it became imperative to keep archive data online for engineering and planning analysis after its real-time benefits were realized. Whereas the original concept envisioned BTM as primarily a real-time monitoring tool, the central software anticipated keeping the data online for only a short period associated with operations applications – possibly a week of historical look-back for real-time comparison. It did not anticipate keeping a perpetual archive.

En pratique... Mauvaises pratiques

- Longues durées de conservation des données
- Pseudonymisation : hachage inutile sans clé
  - (message de service : ne hachez pas des informations personnelles, chiffrez-les)
- Notices peu visibles



En pratique... Mauvaises pratiques

- Longues durées de conservation des données
- Pseudonymisation : hachage inutile sans clé
  - (message de service : ne ns personnelles, chiffrez-les)
- Notices peu visibles

Doté d'une mémoire interne
d'un mois, afin d'assurer une
d'utilisation autonome.

An unantic
Combined
online for
original co
anticipated
possibly a
perpetual

Nomi crypt
servers. Has
identifier fo
function, the
1A:2B:3C:4
resulting ide
MAC addres
collected inf
January 201

rior to storing them on its
till a persistent unique
n through the same hash
f MAC address
different occasions, the
Nomi does not store the
mobile device. Nomi
obile devices between

with BTM.
hive data
eas the
re
cations –
g a

le respecter le règlement intérieur et
consultable sur simple demande à la
disponible sur notre site web

us vidéosurveillance pour des raisons
sonnes. Pour tout renseignement ou
ernant, vous pouvez vous adresser au
4.44

r ADN,
liaison permanente avec les services de police.

Autre problème pratique

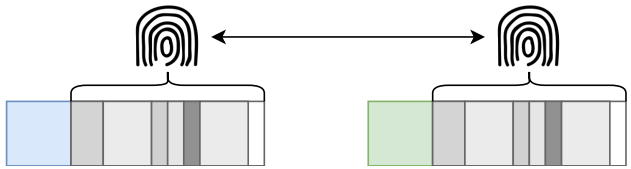
Autre problème pratique

- (SCOOP) les murs n'arrêtent pas le Wi-Fi

Solutions

Il suffit de changer l'adresse MAC, non ?

- Lente mise en place depuis 2014 (iOS 8, Windows 10, Android 6.0, noyau linux 3.18)
- Non standardisé
- Pas si simple ![4]
  - Défauts d'implémentation (identifiants restants, adresse MAC accidentellement utilisée, mauvais aléatoire...)
  - Fingerprinting ("prise d'empreinte")

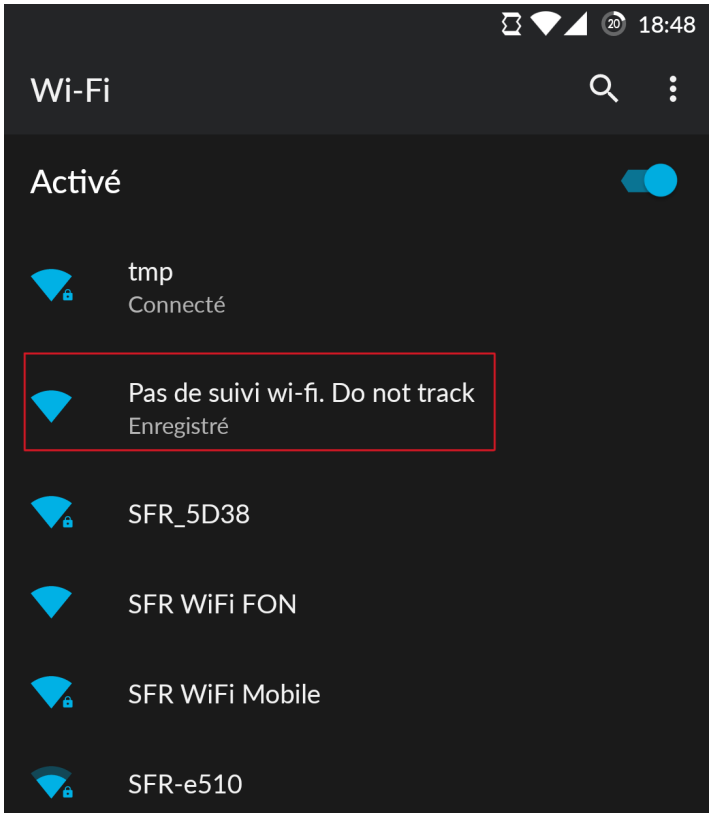


  - Attaques sur le timing
  - Attaques actives
  - Etc.
- Ne fonctionne généralement que pour les appareils non connectés à un réseau

4. Célestin Matte. "Wi-Fi tracking: Fingerprinting attacks and counter-measures". Thèse de doct. Université de Lyon, 2017.

Autres solutions techniques

- Structures de données probabilistes (filtres de Bloom) [5]
- Opt-out intégré au protocole Wi-Fi : faux point d'accès



5. Mohammad Alaggan, Mathieu Cunche et Sébastien Gambs. "Privacy-preserving Wi-Fi Analytics". In : *Proceedings on Privacy Enhancing Technologies* 2018.2 (2018), p. 4-26.

Que faire ?

- Individuellement : désactiver les options, les interfaces, pas de smartphone, smartphone libre ?
- pinger la CNIL / protester publiquement / contacter la presse
- Envoyez-nous les infos si vous trouvez des systèmes de traçage : @Cunchem @CelestinMatte
- Futur règlement européen ePrivacy en cours de discussion...

Rennes: Les commerçants reportent la mise en service des capteurs wifi suivant les smartphones

COMMERCE Une demande complémentaire a été adressée à la CNIL...

C.A. | Publié le 09/03/17 à 12h57 — Mis à jour le 09/03/17 à 14h26

Questions ?

 celestin.matte@inria.fr

 @CelestinMatte

“Perdu” sur #pses

https://ploudseeker.com/files/docs/slides_PSES19.pdf

Backup slide : Et les GAFAM dans tout ça ?

- *A priori* pas intéressés
- Secteur de la publicité en ligne : idem
- Pas la meilleure source de géolocalisation

Ça marche bien ? (*analytics*)

- Problème 1 : nombre moyen d'appareils dépend de la population visée
- Problème 2 : changement aléatoire de l'adresse MAC (*randomization*)
- Problème 3 : attaques triviales
- Problème 4 : le positionnement intérieur (*indoor positioning*), c'est moins trivial
- Problème 5 : (SCOOP) les murs n'arrêtent pas le Wi-Fi

Backup slide : Random MAC addresses - Implementations

- First core implementations : 2014
- Various implementations :
  - iOS since iOS 8
  - Windows since Windows 10
  - Android since Android 6.0
  - Linux since kernel 3.18
- No standard specifying random MAC addresses
- Examples of differences :
  - Random addresses used only during service discovery or not
  - Full address changed, or only the last 3 bytes ?
  - Frequency of change
  - etc.
- Requires support from various components : firmware, driver, software
- Tests on various devices revealed many shortcomings in current implementations [6]

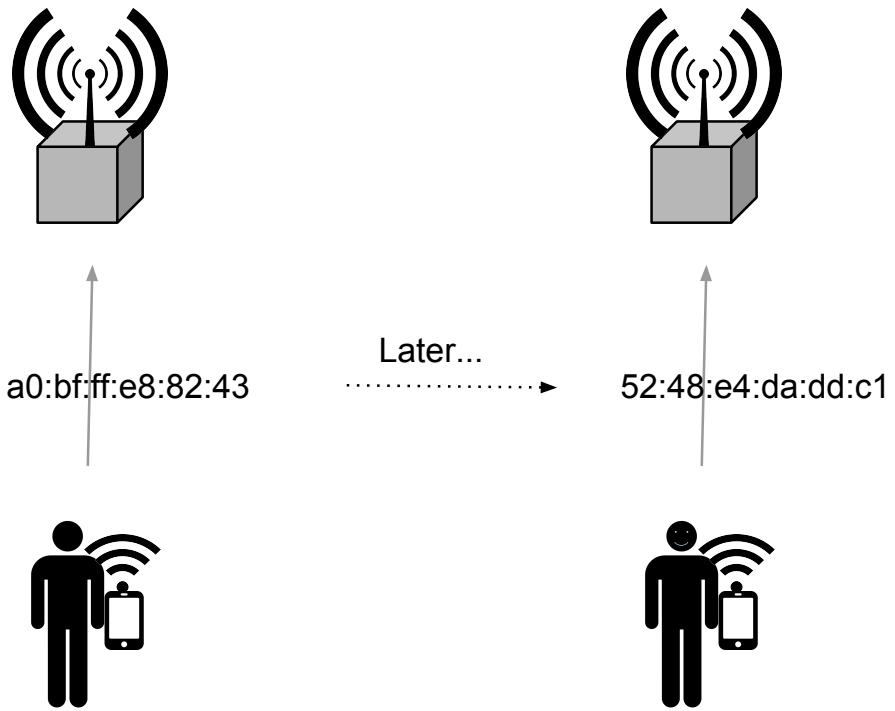
6. Julien Freudiger. "How Talkative is Your Mobile Device? An Experimental Study of Wi-Fi Probe Requests". In : *ACM WiSec.* 2015.

Backup slide : Random MAC addresses - Case study - Nexus 6P

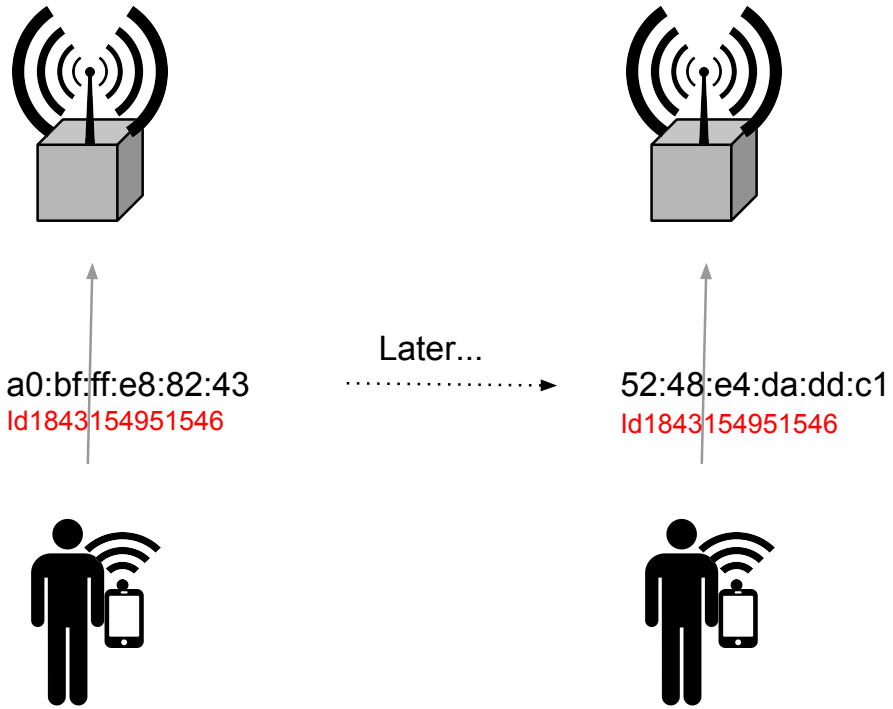
- End of 2015, manufactured by Huawei and developed by Google
- Android 6.0, Broadcom chipset for Wi-Fi
- Monitored multiple channels, according to several use cases

Positive points	Negative points
• Random MAC address • Changed on every burst • Android "random" OUI	• Biased PRNG : reused addresses • Contiguous sequence numbers • Actual MAC address leaked under certain conditions • Regular timing patterns • Plenty of Information Elements

Backup slide : Random MAC addresses - Example of failure



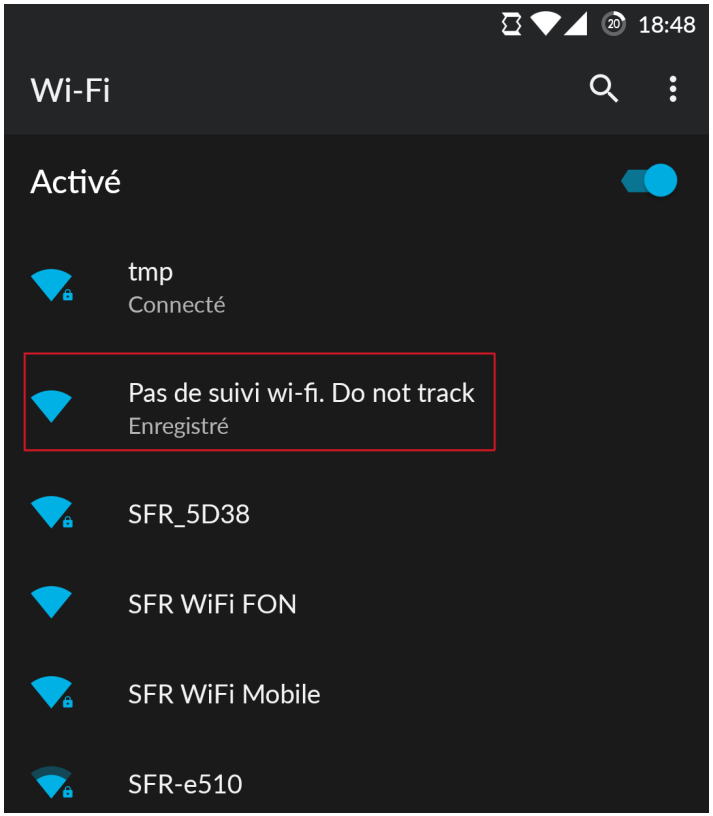
Backup slide : Random MAC addresses - Example of failure



- MAC address randomization fails if other identifiers exist

Backup slide : Wombat - Privacy-enhancing feature : Opt-out mechanism 2/2 : Our proposition

- Our proposition : Wi-Fi-based mechanism
- Using a non-functional AP using a recognizable network name (e.g. “Pas de suivi wi-fi. Do not track”)
- Advantages :
  - No software or hardware modification
  - Simple to use
  - Device will remember the association $\rightarrow$ user action needed only once
  - No memory of blacklisted devices
  - Global if standardized



Backup slide : Conclusion : Guidelines

Guidelines for MAC address randomization (simplified) [7] :

1. MAC address changed in every burst of probe requests.
2. Probe requests devoid of unnecessary Information Elements.
3. In particular, SSIDs must always be null.
4. Sequence numbers must be randomized or fix.
5. Function generating the random addresses of cryptographic level.
6. Actual address never used for service discovery.
7. Randomize all bytes of the MAC address, while still following MAC address standards.
8. Break timing patterns, e.g., using random delays.

7. Relayed to the IEEE 802 Privacy Study Group

Backup slide : Conclusion : Guidelines

Guidelines for MAC address randomization (simplified) [7] :

1. MAC address changed in every burst of probe requests.
2. Probe requests devoid of unnecessary Information Elements.
3. In particular, SSIDs must always be null.
4. Sequence numbers must be randomized or fix.
5. Function generating the random addresses of cryptographic level.
6. Actual address never used for service discovery.
7. Randomize all bytes of the MAC address, while still following MAC address standards.
8. Break timing patterns, e.g., using random delays.

7. Relayed to the IEEE 802 Privacy Study Group

Backup slide : Conclusion : Summary

- MAC address randomization introduced as a countermeasure to Wi-Fi tracking
- No specifications
- Not sufficient because :
  - Content of probe requests frames can be used to form a fingerprint
    - Probe requests contain a lot of Information Elements
    - They bring over 7 bits of entropy
  - Timing of probe requests can be used as well
    - Create signatures of single bursts of probe requests
    - Classify frames with up to 66% accuracy
  - Current implementations (in 2016) possess many shortcomings
- $\rightarrow$ Many ways to defeat MAC address randomization exist

Backup slide : MAC address format

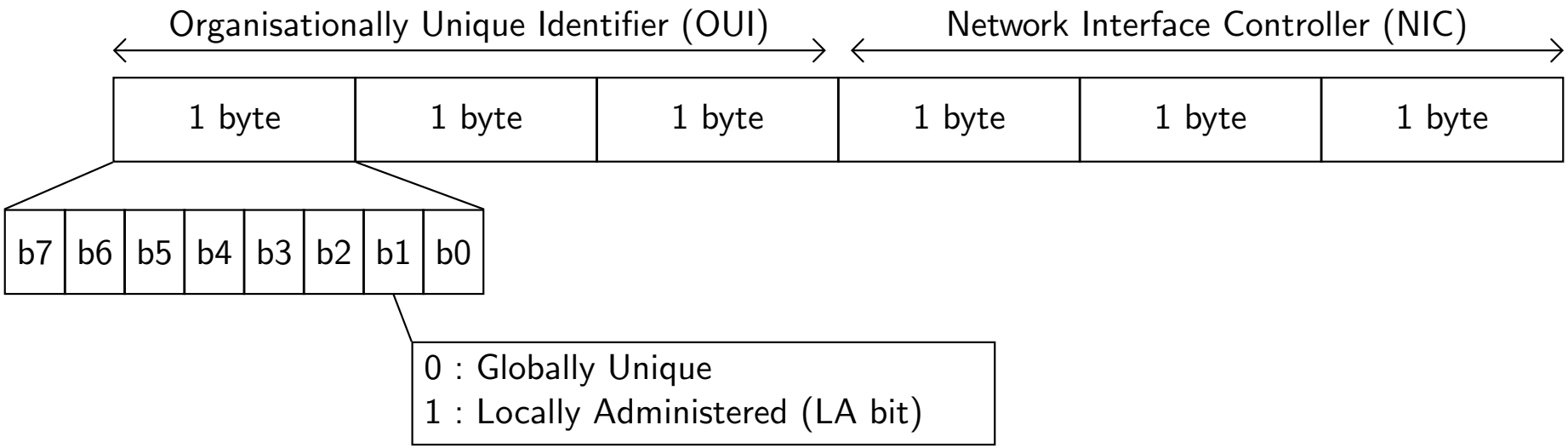


FIGURE – MAC address format.

Backup slide : MAC address format

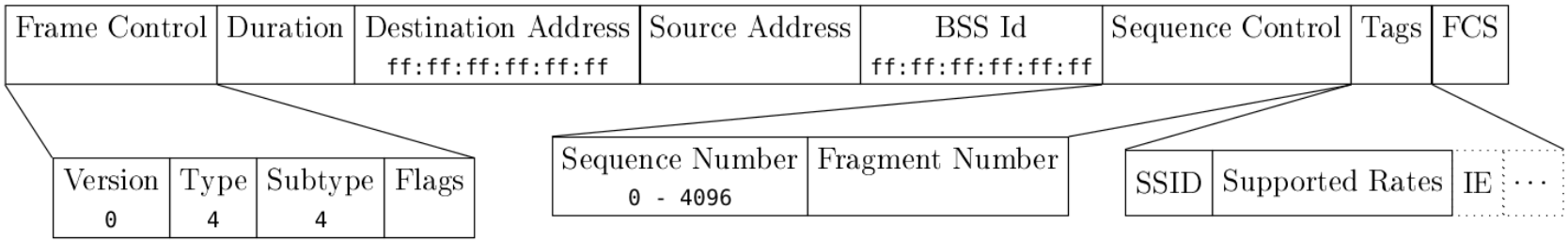


FIGURE – Probe request frame format.