



IoV (Internet of Vehicles) : Genèse et challenges

Marwane Ayaida, MCF, URCA
marwane.ayaida@univ-reims.fr

22e Forum NTIC & Transports
Jeudi 24 novembre, IFSTTAR, Marne-la-Vallée





Plan

- De l'loT vers l'loV
- Définition et caractéristiques de l'loV
- Quelques challenges de l'loV
- Conclusion



Plan

- De l'loT vers l'loV
- Définitions et caractéristiques de l'loV
- Quelques challenges de l'loV
- Conclusion



Genèse de l'IoT

- **Omniprésence des systèmes embarqués dans l'environnement :**
 - Exemples :
 - capteurs dans la maison,
 - capteurs dans la forêt,
 - capteurs sur la route,
 - accessibles Web, etc.
- **Interaction entre les capteurs et les utilisateurs :**
 - Une personne peut :
 - régler le thermostat
 - Eteindre la lumière
 - Conduire une voiture instrumentée, etc.



Genèse de l'IoT

- **Données capteurs + données utilisateurs → Modèle du comportement des utilisateurs :**
 - Les données capteurs envoyées vers le Cloud (3G/4G/5G)
 - Apprentissage (Machine Learning) pour déduire le comportement
- **IoT : capteurs + utilisateurs + réseau (3G/4G/5G) + Cloud + actuateurs**
- **Parties prenantes :**
 - Fournisseurs d'énergie
 - Staffs médicaux
 - Marchants, etc.



Internet of Vehicles = Internet of « Many Things » mobiles

- **« Things » ou « Objets » dans le véhicule :**
 - Capteurs extérieurs (GPS, Lidars, caméras, etc.).
 - Capteurs et actuateurs internes au véhicule (freinage, accélérateur, volant, etc.)
 - Capteurs internes du cockpit (état de santé du conducteur, caméra pour l'état de vigilance du conducteur, tonalité de voix, siège équipé de moniteur cardiaque, etc.)
 - Les messages au chauffeur (tweets, Facebook, autres infos des réseaux sociaux, etc.)
 - Alarmes remontées vers le véhicule
- **Parties prenantes :**
 - Compagnies d'assurance
 - Ministère du transport
 - Police, etc.



Similarités IoV et IoT

Evolution du véhicule	Evolution des bâtiments
Conduite totalement manuelle	Thermostat réglé manuellement
Assisté par le Cloud (autoroute intelligente, réservation de lignes, transport multimodal)	Assisté par le Cloud pour le paramétrage par les humains
Conduite autonome : - Pour la sécurité et le confort sur autoroute	Bâtiments intelligents : - Automatisation complète : sélection des capteurs/actuateurs pour un fonctionnement optimal (confort utilisateur + économie d'énergie)



Evolution de la voiture instrumentée vers l'ioV

- **Que faire de ces données issues des objets véhiculaires?**
 - Initialement, le conducteur ne réagit qu'aux données non temps réel, comme :
 - la pression d'huile,
 - la température de l'eau,
 - le niveau de carburant; etc. → Pas de sauvegarde de ces données...
 - Comme les véhicules deviennent de plus en plus intelligents :
 - de plus en plus de capteurs (assistés par des calculateurs dans la voiture)
 - Aussi, charger ces données sur le Cloud :
 - Apprendre plus sur le conducteur : par exemple, les compagnies d'assurance intéressées
- **→ Les voitures évoluent pour devenir des plateformes IoT à part entière**



Plan

- De l'loT vers l'loV
- **Définition et caractéristiques de l'loV**
- Quelques challenges de l'loV
- Conclusion



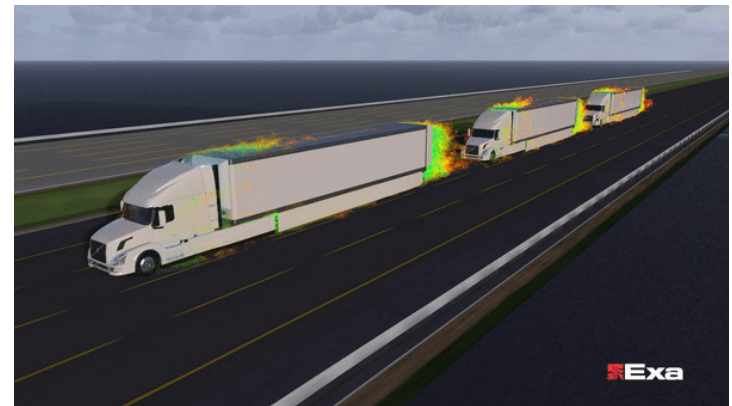
Définition de l'loV

- **Définition dans [3] :**
 - L'loV est un cas particulier de l'loT :
 - avec des similarités et des différences
 - Avec des capacités gigantesques :
 - Communication
 - Calcul
 - Sauvegarde
 - Intelligence
 - Apprentissage
 - Anticiper les intentions des utilisateurs pour plus d'efficacité et éviter les accidents
 - Nécessite la mise en œuvre de nouveaux concepts :
 - Vehicular Cloud Computing (VCC)
 - Information Centric Networking (ICN)



IoV uniques! Pourquoi?

- **Mobilité :**
 - Doit gérer la mobilité
 - Doit gérer le goulot d'étranglement du réseau sans fil
 - Doit garantir la confidentialité des mouvements (vie privée ou privacy)
- **Sécurité des applications**
- **Communications V2V**
 - Critique pour la sécurité
 - Latences faibles (ex : platooning)
- **Tolérants aux attaques**
 - Doit protéger contre les pirates
 - Doit protéger contre les agents malveillants



Source : <http://automotivesupplychain.org/supply-chain/designing-trucks-for-platooning/>



L'ioV et le Cloud Véhiculaire

- **Tendances observées :**

- Les véhicules deviennent des plateformes puissantes de capture de données :
 - GPS, caméras vidéo, pollution, radars, acoustique, etc.
- Le spectre radio est surutilisé => Le téléchargement via Internet coûte cher
- Plus de données à traiter en coopération entre les véhicules :
 - Remontée d'alarmes routières via V2V (passage piétons, freinage d'urgence, Platooning, intersections, etc.)
 - Surveillance répartie (capteurs vidéo, mécaniques, chimiques)
 - Cartographie de l'environnement via du « crowdsourcing »
 - Protection contre les attaques

- **➔ Du réseau véhiculaire « VANET » vers l'« ioV » et le « Vehicular Cloud Computing (VCC) »**



L'ioV et le Cloud Véhiculaire

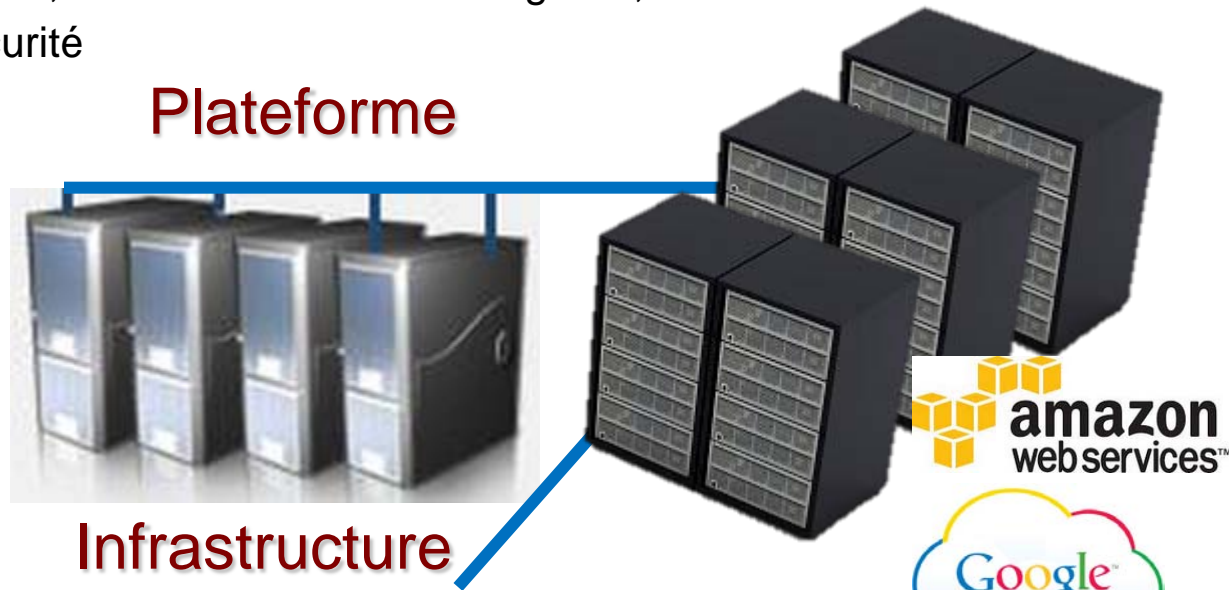
- **Internet Cloud (ex Amazon, Google, etc.)**

- Modèle du Data center
- Besoin de puissance de calcul, de ressources de sauvegarde, de connectivité
- Services : virtualisation, sécurité

Application



Plateforme



Infrastructure



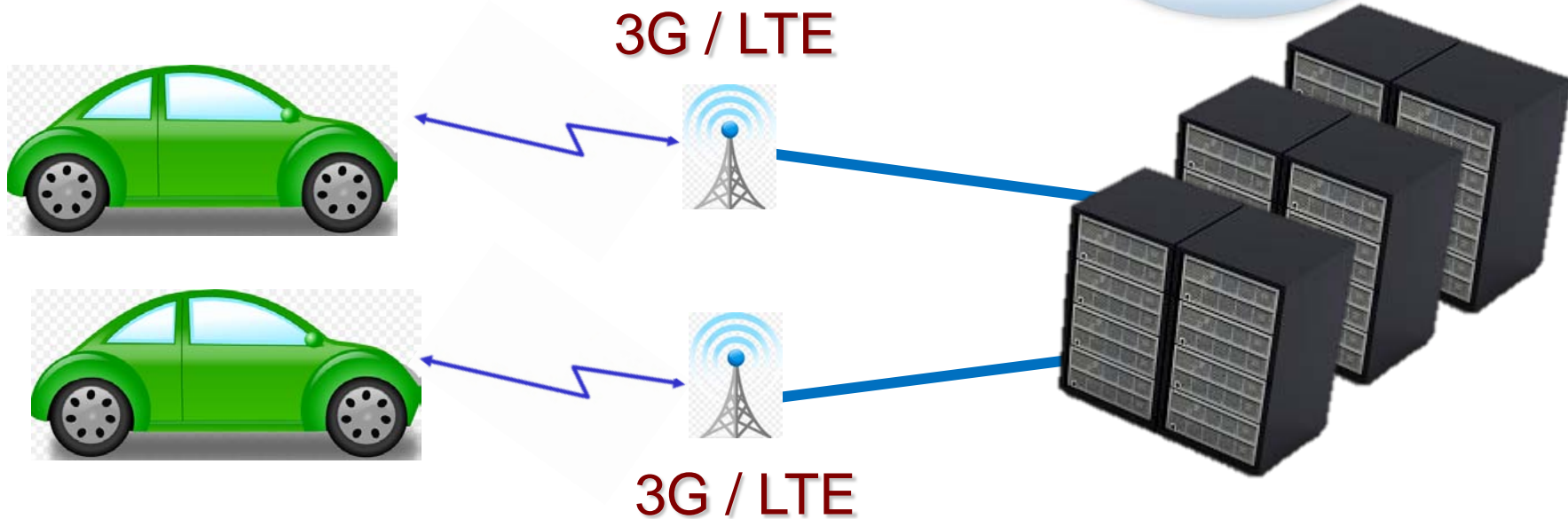
Windows Azure



L'ioV et le Cloud Véhiculaire

- **Cloud Mobile (traditionnel)**

- Ce que la plupart des chercheurs veulent dire :
 - Accès au Cloud Internet à partir de mobiles
 - Échanges entre le ordinateur en local et le Cloud Computing



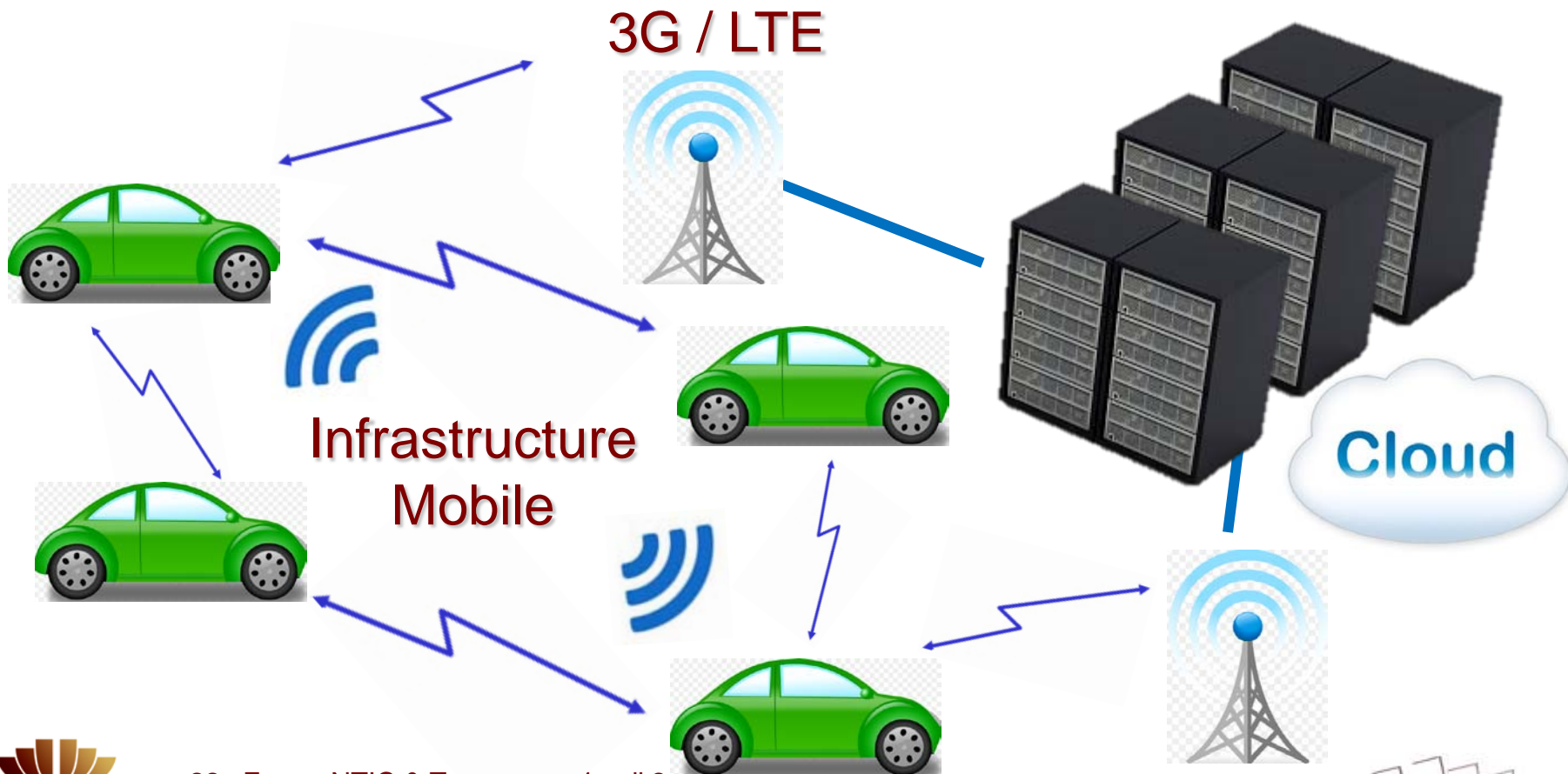


L'loV et le Cloud Véhiculaire

- **Maintenant, le « Vehicular Cloud Computing (VVC) »**
 - loV crée des plateformes puissantes (stockage, calcul, capteurs)
 - Les véhicules exécutent des applications distribuées qui ne sont pas adaptées à Amazon par exemple



L'ioV et le Cloud Véhiculaire





Interaction entre les Clouds

- **Exemple : Après un important déversement de produits chimiques sur les routes**
 - Cloud véhiculaire :
 - Alerte des véhicules en péril (voisinage)
 - Latence : Instantanée...
 - Cloud mobile
 - Exemple : détermine quelles routes et écoles à fermer
 - Latence : quelques secondes à une minute...
 - Cloud Internet :
 - Calcule la dynamique de la fumée du nuage chimique en fonction du vent, etc.
 - Latence : quelques minutes à plus...

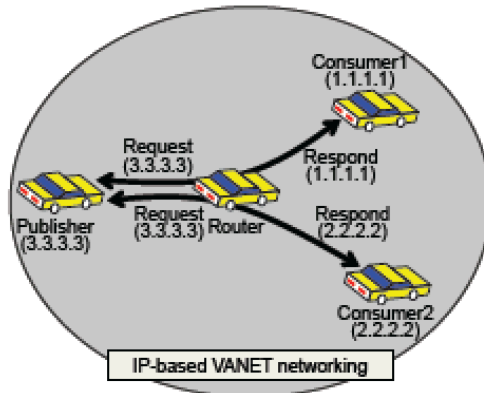




L'ioV et l'ICN

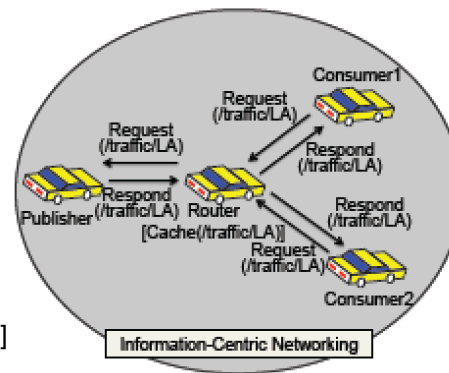
- **Tendances observées :**

- Validité spatio-temporelle des données :
 - Validité spatiale : autour de l'accident
 - Validité temporelle : pendant la durée de l'accident
- Intérêt pour le contenu et non la provenance (Information Centric Networking) :
 - Applications intéressées par le contenu et non pas par la provenance de l'information
 - Contrairement à l'Internet « traditionnelle » : accès site Web avec URL bien définie



Approche Classique

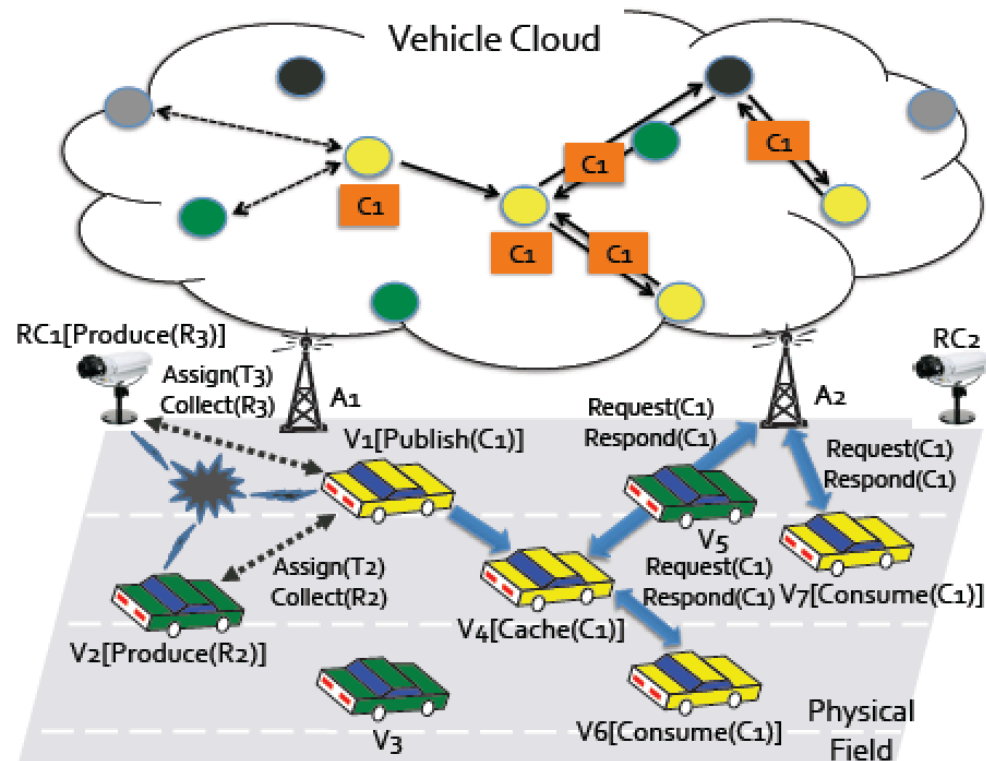
Source : [3]



Approche ICN

Exemple : Conduite automatique

- Phase de découverte des ressources
 - V1 (leader) : lance une application de conduite auto
 - Besoin des images des 3 prochaines intersections
 - V1 dispose que de l'image de la prochaine intersection
 - Envoi requête RREQ pour recruter des véhicules ou de l'infra (RSU, caméra, etc.) aux bons emplacements
- Phase de formation du Cloud véhiculaire
 - Dès réception des réponses RREP, le leader V1 sélectionne des membres du Cloud (ex: V2 et RC2)
 - Formation d'un nouveau Cloud
- Phase d'assignation des tâches / collecte des résultats
 - Prise des photos des deux prochaines intersections
 - Renvoi des résultats vers le leader V1

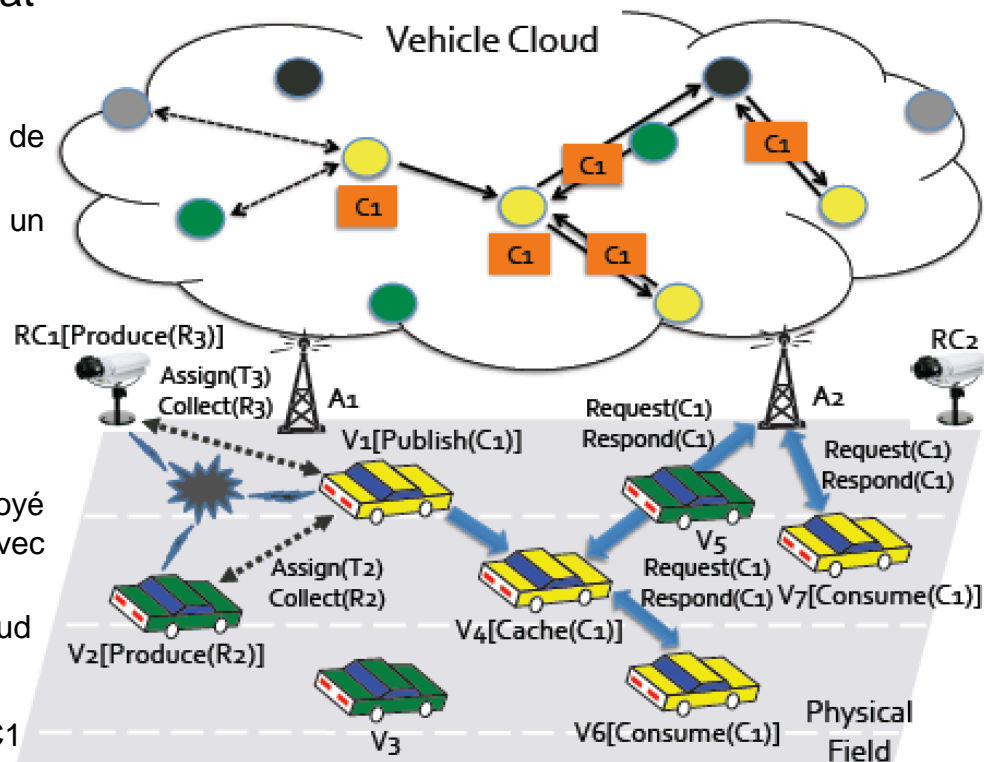


Source : [3]



Exemple: Conduite automatique

- Phase de publication et de partage du résultat
 - Préparation d'un nouveau contenu C1
 - Publication de ce contenu à tout le réseau
 - Leader V1 demande aux autres véhicules (ex : V4) de sauvegarder le contenu C1 aux nouveaux arrivants
 - Quand V6 et V7 ont besoin des images, ils envoient un message « Interest » avec le nom du contenu
 - V4 répond avec le contenu C1 sans passer par V1
- Phase de maintenance du Cloud
 - Si un membre compte quitter le Cloud
 - Il en informe le leader (leave message)
 - Le leader sélectionne un autre nœud qui a déjà renvoyé une réponse RREP dans la phase de découverte avec les bonnes ressources
 - Réassignation des ressources et MAJ des tables Cloud
- Phase de libération du Cloud
 - Si plus d'utilité, V1 envoie message : libérer V2 et RC1



Source : [3]



Plan

- Présentation de l'URCA
- De l'IoT vers l'IoV
- Définition et caractéristiques de l'IoV
- **Quelques challenges de l'IoV**
- Conclusion



Saturation des réseaux sans fil

- **Média de transport de la donnée :**
 - ITS G5 : IEEE 802.11p
 - Débit « Théorique » : 6 Mbits/s
 - Connectivité courte : 10 à 20 s
- **Beaucoup de données échangées**
 - Messages CAM (Cooperative Awareness Message) [ETSI EN 302 637-2]
 - 10 à 100 message de 80 à 100 Ko toute les secondes selon la vitesse
 - La signature du message de l'ordre de 64 Ko
 - Le certificat envoyé 1 fois / 10 de l'ordre de 500 Ko
 - Messages DENM (Decentralized Environmental Notification Message) [ETSI EN 302 637-3]:
 - Envoyé à chaque détection / réception d'évènement
 - La signature du message de l'ordre de 64 Ko
 - Le certificat tout les DENM de l'ordre de 500 Ko



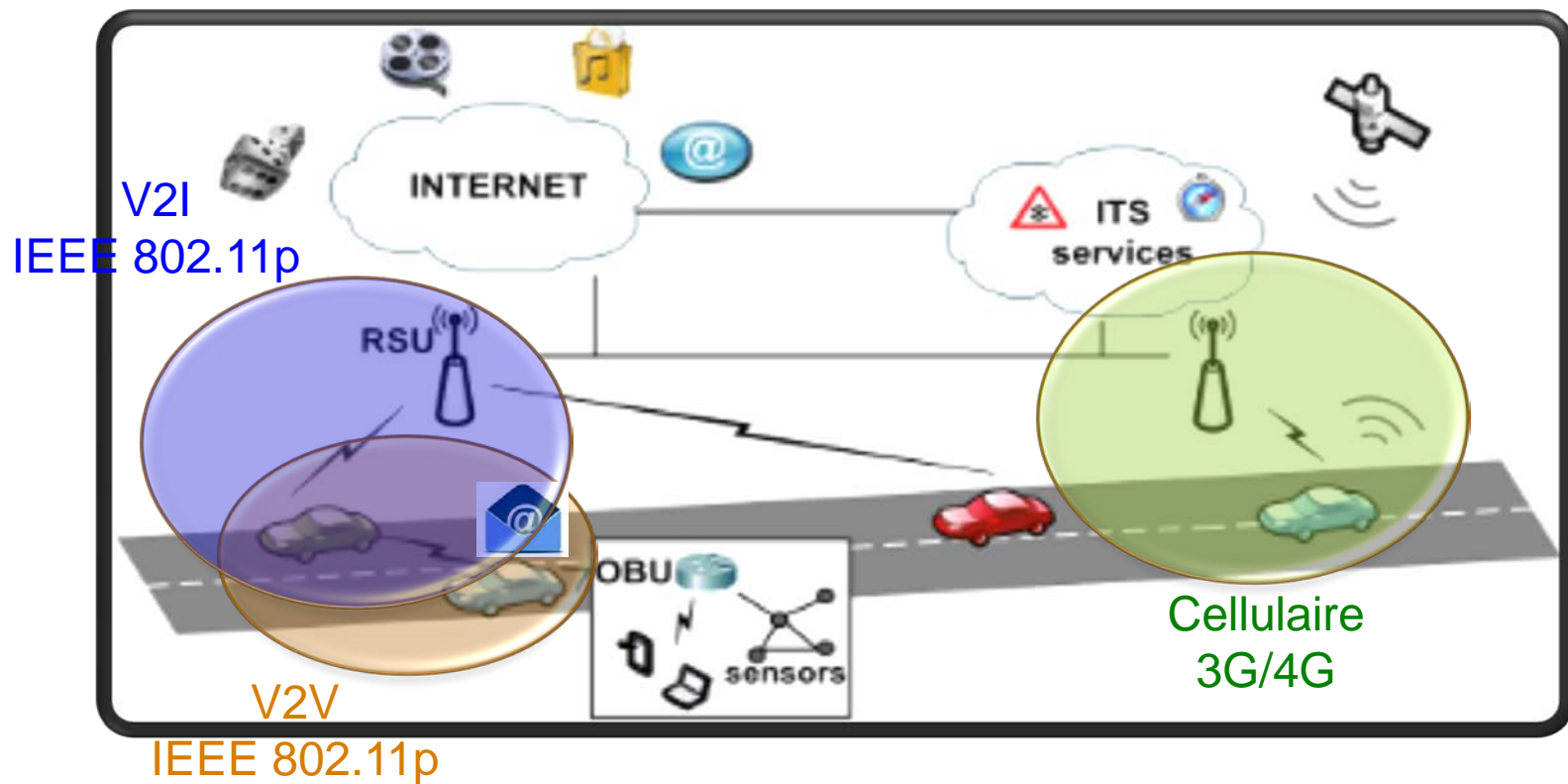
Saturation des réseaux sans fil

- Requêtes PKI
 - Messages DATEXII
 - Messages TLogs
 - Messages Ulogs
 - Etc.
- **Saturation juste avec des données de contrôle et de sécurité**
 - **Données de divertissement???**
 - **→ Décharger vers d'autres types de réseaux**
 - Le réseau cellulaire (3G/4G/5G) reste le candidat idéal
 - Disponible dans tout les véhicules via les smartphones par exemple
 - **→ Besoin de mécanisme de Handover vertical**
 - Handover efficace

Handover transparent



Handover des réseaux sans fils





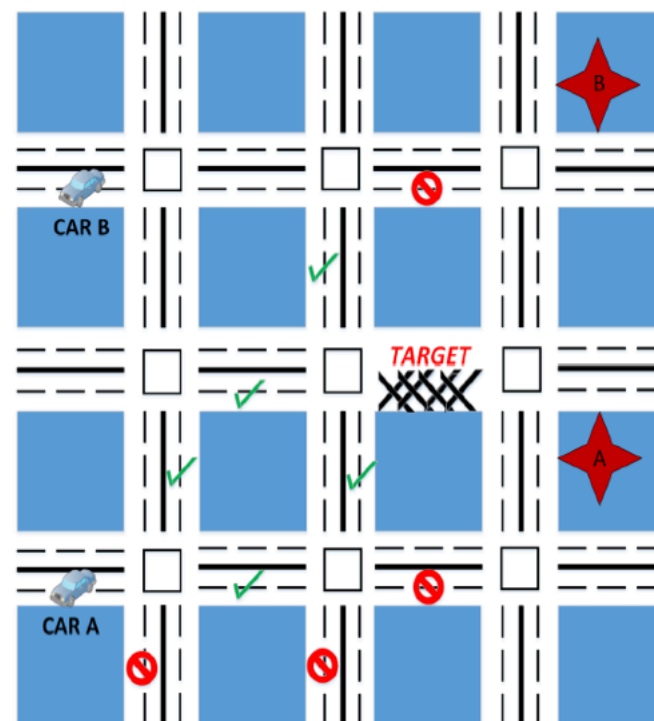
Sécurité : Attaques

- **Attaques :**

- Une organisation malveillante peut pénétrer le réseau (via le système de divertissement?)
- Afin de compromettre plusieurs voitures
- Les transformer en nœuds malveillants
- Les voitures compromises envoient des faux messages (entièrement "authentifiés")

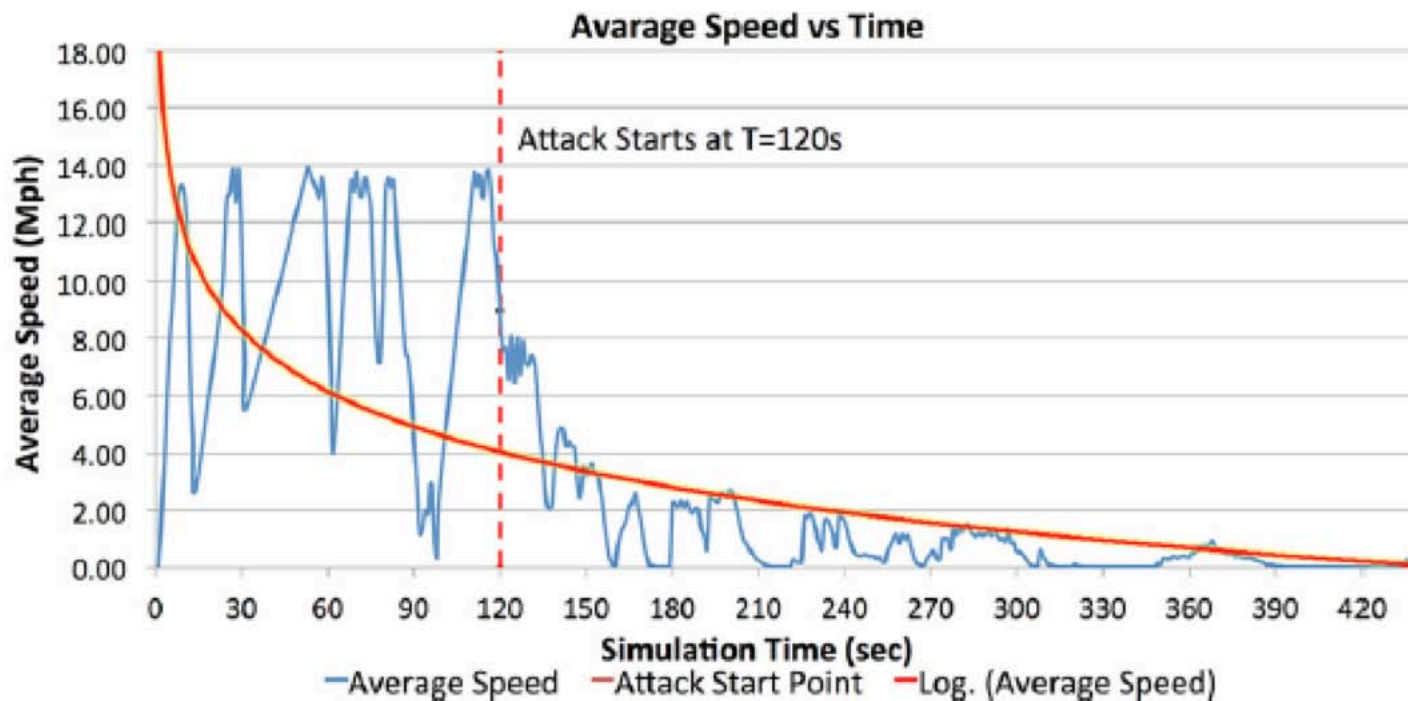
- **Exemple :**

- forcer le trafic à entrer dans un piège, causant des embouteillages
- Les pirates attirent les voitures A et B dans la cible (un piège)
- Ils annoncent des embouteillages sur toutes les routes (marquées par des cercles rouges) à l'exception des itinéraires vers la cible (Target)





Sécurité : Effets attaques





Quelques autres challenges

- **Vie privée**
 - Eviter la traçabilité (CNIL)
- **Mobilité**
 - Haute mobilité des véhicules
 - Réseaux intermittents
- **Business Model**
 - Qui paie?
 - Licence LTE payante / ITS G5 gratuit
- **Ou faire le calcul**
 - En local
 - Cloud Internet
- **Hétérogénéité des applications**
 - Interface commune
- **Etc.**



Plan

- De l'loT vers l'loV
- Définition et caractéristiques de l'loV
- Quelques challenges de l'loV
- **Conclusion**



Conclusion

- **IoV implique des interactions véhicule-véhicule (V2V) :**
 - Navigation sécurisée
 - Platooning
 - Système de transport intelligent
- **IoV et le Cloud Véhiculaire préparent le terrain pour des futures applications véhiculaires :**
 - IoV permet la collecte, le téléchargement, la diffusion des données
 - Cloud véhiculaire aidera au déploiement des applications
 - Interaction obligatoire entre les Clouds véhiculaire et Internet
- **Prochains challenges :**
 - Protection contre les attaques
 - Vie privée
 - Utilisation du canal
 - Hétérogénéité



Références

- [1] White Paper of Internet of Vehicles (IoV), 50th Telecommunications and Information, Working Group Meeting, Brisbane, Australia, 29 September – 3 October 2014
- [2] F. Yang, S. Wang, J. Li, Z. Liu and Q. Sun, "An overview of Internet of Vehicles," in China Communications, vol. 11, no. 10, pp. 1-15, Oct. 2014. doi: 10.1109/CC.2014.6969789
- [3] M. Gerla, E. K. Lee, G. Pau and U. Lee, "Internet of vehicles: From intelligent grid to autonomous cars and vehicular clouds," Internet of Things (WF-IoT), 2014 IEEE World Forum on, Seoul, 2014, pp. 241-246. doi: 10.1109/WF-IoT.2014.6803166
- [4] N. Lu, N. Cheng, N. Zhang, X. Shen and J. W. Mark, "Connected Vehicles: Solutions and Challenges," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 1, no. 4, pp. 289-299, Aug. 2014. doi: 10.1109/JIOT.2014.2327587
- [5] W. Zhang and X. Xi, "The innovation and development of Internet of Vehicles," in China Communications, vol. 13, no. 5, pp. 122-127, May 2016. doi: 10.1109/CC.2016.7489980



Questions et discussions





Merci pour votre attention!

22e Forum NTIC & Transports
Jeudi 24 novembre, IFSTTAR, Marne-la-Vallée





IoV (Internet of Vehicles) : Genèse et challenges

Marwane Ayaida, MCF, URCA
marwane.ayaida@univ-reims.fr

22e Forum NTIC & Transports
Jeudi 24 novembre, IFSTTAR, Marne-la-Vallée

