

# Présentation de la Technologie de Communication C-V2X

A 3D perspective illustration of a city street scene. The street is paved with light gray blocks. Several white cars are positioned on the street. Green concentric circles emanate from two cars on the left, representing communication signals. Red concentric circles emanate from a car on the right. A traffic light pole with a red light is visible in the foreground. The background consists of a dense grid of white rectangular blocks representing buildings.

## Plan



Introduction



Les versions 3GPP



La pile protocolaire de C-V2X ITS



Le contrôle de congestion



Conclusion

# Déploiement de C-V2X dans le monde

**France:**

- Orange, Ford, PSA group

**Allemagne:**

- Ericsson, Qualcomm, Audi, Ducati

**China:**

- Huawei, China Mobile, Audi, Toyota

**Japan:**

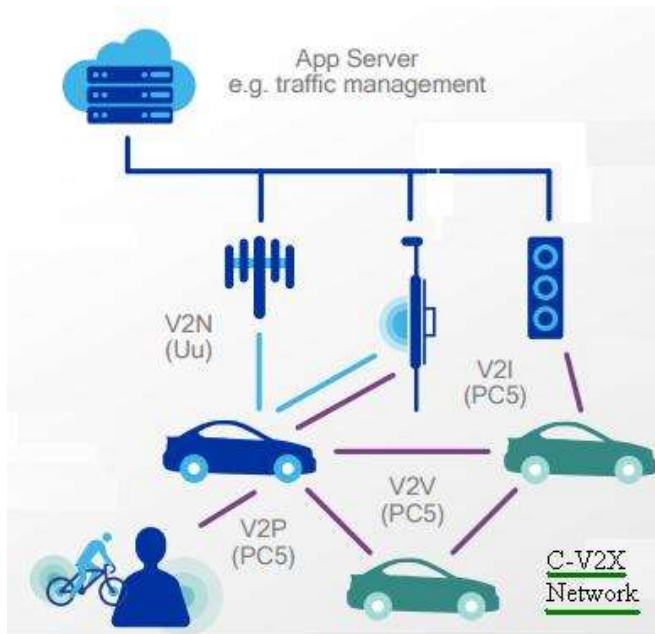
- Continental, Ericsson, Nissan, NTT, NTT DOCOMO, OKI, Qualcomm

**USA:**

- Ford, Geely, Qualcomm, Huawei
- BMW, Daimler, Group PSA, SAIC, Audi, JLR



## Architecture C-V2X



- En plus de la communication directe (V2V, V2I), le C-V2X prend également en charge les communications étendues sur un réseau cellulaire (V2N).
- C-V2X définit deux modes de transmission :
  - Courte portée : Sidelink interface PC5 :
    - Mode 3
    - Mode 4
  - Longue portée : Uu Interface

## Sidelink mode 3 et mode 4

### Mode 3

- Couverture cellulaire nécessaire.
- Les ressources sont allouées par le réseau cellulaire.
- L'algorithme d'ordonnement est défini par l'opérateur.

### Mode 4

- Ne nécessite pas de couverture cellulaire
- Les ressources sont allouées de manière **autonome** par les véhicules.
- Utilisation d'un schéma d'ordonnement distribué **SPS**.
- Contrôle de congestion distribué

## Les versions 3GPP



## Release 14

- Utilisation de SC-FDMA
- Fonctionne dans le spectre de fréquence liscencé par l'ITS 5.9 GHz.
- Chaque canal est divisé en sous-trames, des blocs de ressources (Rbs), et des sous-canaux.
- Les sous-canaux sont utilisés pour transmettre les informations de données (TB) et de control (SCI).
- En C-V2X Mode 4, les véhicules sélectionnent de manière autonome leurs ressources sans l'aide de l'infrastructure cellulaire.
- À cette fin, ils utilisent le schéma d'ordonnancement SPS ,basé sur la détection, spécifié dans la version 14.

supports 10 and

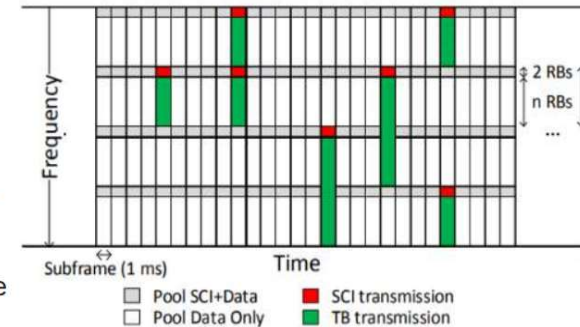
s, resource blocks

ubframe = 2 slots

r resources that can  
-lz wide in frequency  
lot)

ip of RBs in the same  
-channel can vary

a and control



## Release 14

### ▪ SPS

- Un véhicule réserve la ou les ressources sélectionnées pour un nombre aléatoire de paquets consécutifs.
- Lorsqu'un véhicule a besoin de réserver de nouvelles ressources, il sélectionne au hasard un compteur de resélection. Après chaque transmission, le compteur de resélection est décrémenté de un.
- Chaque véhicule inclut son intervalle de transmission de paquets et la valeur de son compteur de resélection dans son SCI.
- Les véhicules utilisent ces informations pour estimer les ressources disponibles lorsqu'ils effectuent leurs propre réservation afin de réduire les collisions de paquets.



## Release 14

### ▪ SPS

#### Étape 1:

- Un véhicule **vt** doit réserver de nouvelles ressources dans une fenêtre de sélection.

#### Étape 2:

- Le véhicule **vt** crée alors une liste LA des ressources disponibles qu'il pourrait réserver avec l'exception de 2 conditions.

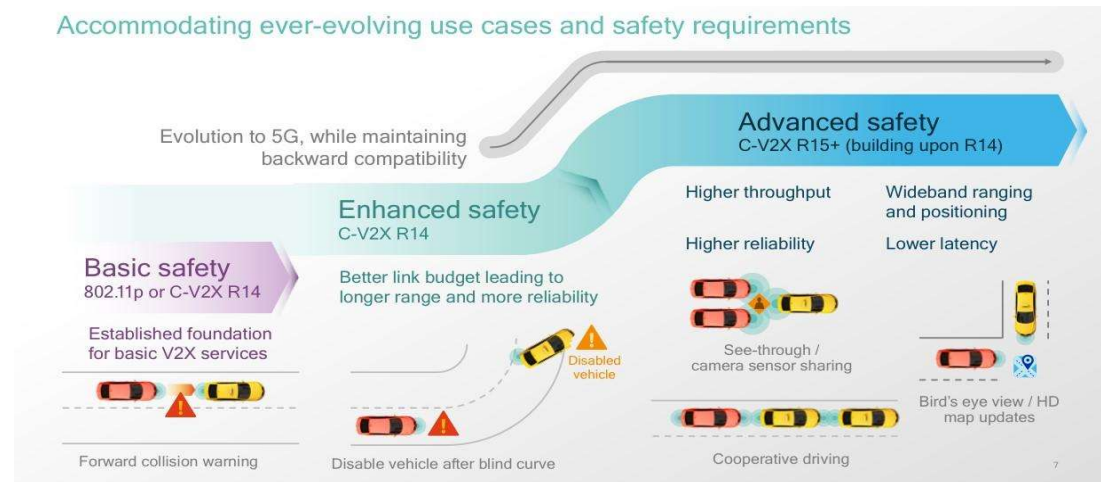
#### Étape 3:

- **vt** crée une liste de ressources candidates LC qui inclut les ressources de LA qui ont connu le RSSI moyen le plus bas.

⇒ Le véhicule **vt** choisit alors aléatoirement l'une des ressources candidates dans LC, et la réserve pour les prochaines transmissions du compteur de resélection.

## Release 15

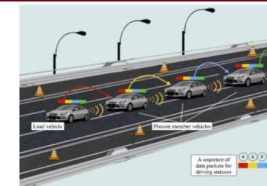
- Agrégation de porteuses pour le mode 4
- 64-QAM
- Diversité de Tx
- Latence réduite



## Release 16 : NR-V2X (5G-V2X)

- Interface aérienne évolutive basée sur l'OFDM
- Structure de slot plus petite
- Codage de canal avancé
- Prise en charge de la porteuse large bande
- Plus grand nombre d'antennes

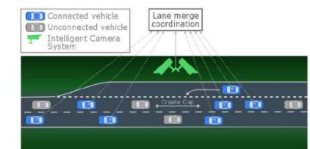
### NR IN SIDELINK ENABLES NEW AND INNOVATIVE APPLICATIONS



Platooning



Tele-Operated Driving

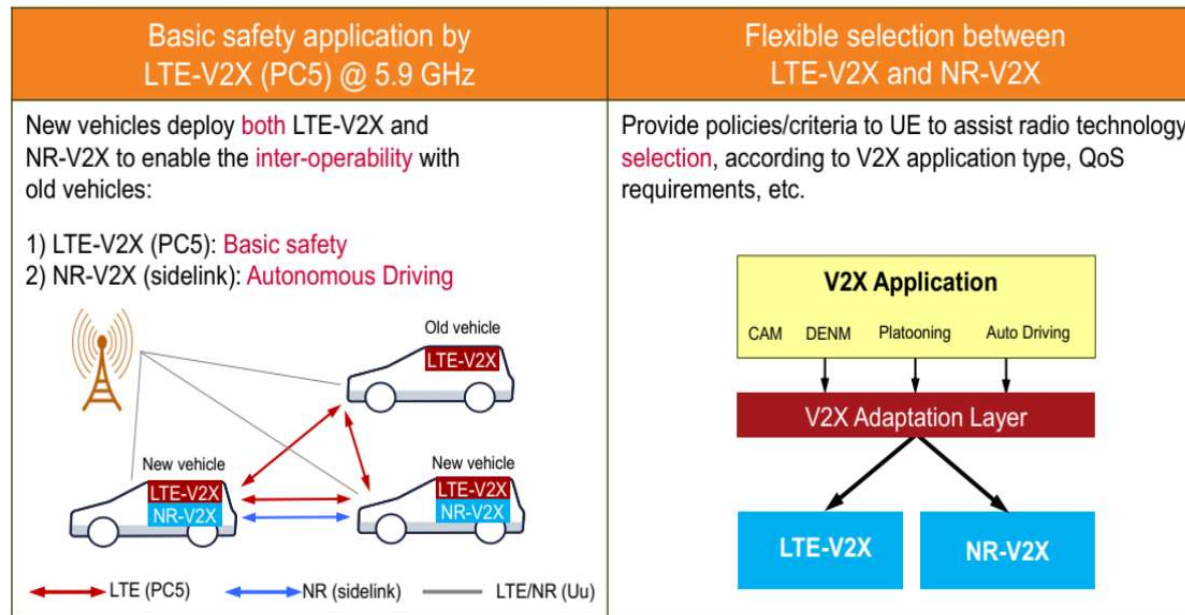


Cooperative Manoeuvring



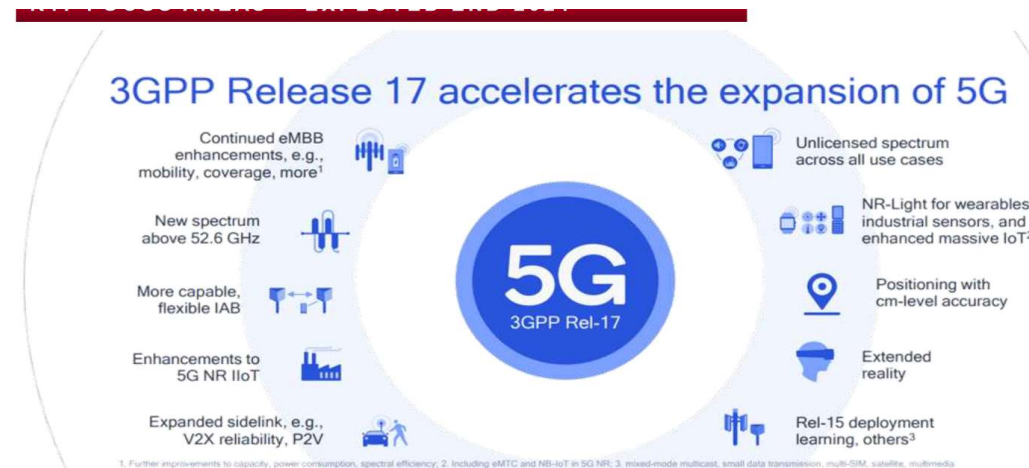
Automated Valet Parking

## Release 16 : Interopérabilité



## Release 17 : En progression

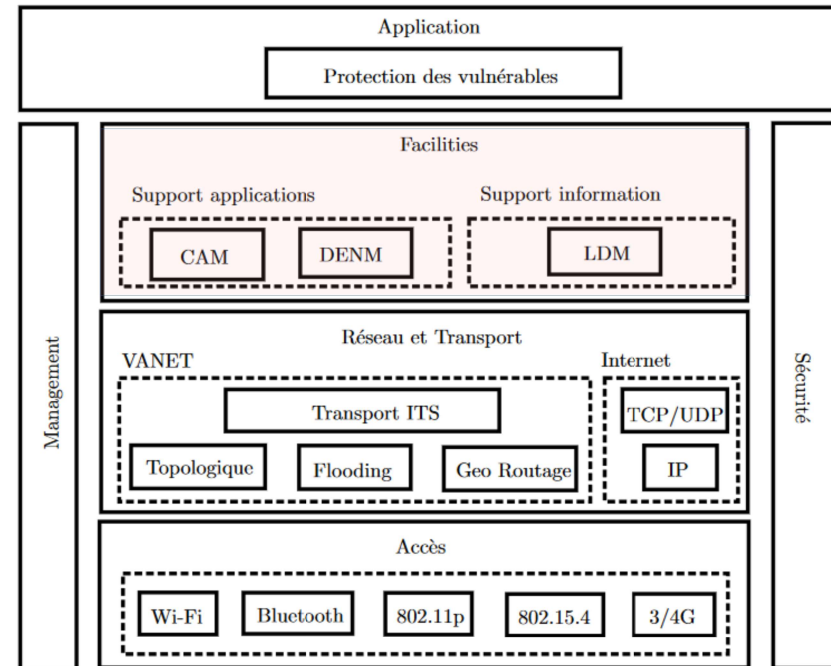
- Service interactif contrôlé par le réseau
- Relais améliorés pour l'efficacité énergétique et une couverture étendue
- Production de services audiovisuels
- Économie d'énergie
- Fiabilité améliorée et latence réduite



## La pile protocolaire C-V2X

La couche «facilities» :

- Implémente des types de messages standards comme les messages d'annonce coopératifs (CAM) et les messages de notification environnementale distribuée (DENM).
- Organise les données communiquées avec la carte locale dynamique (LDM).



# Les types de messages

## **CAM** : (Message d'Annonce Coopératif)

- Permet aux véhicules de signaler périodiquement leurs présences en diffusant en broadcast un message d'annonce contenant leurs états.

## **DENM** : ( Message de Notification Environnementale Distribuée)

- Avertir les autres véhicules d'un danger identifié. Ils ont une forte priorité, et sont déclenchés lors d'un risque immédiat.

## **VAM** : (Message d'annonce de VRU)

- Plus flexible et adapté aux utilisateurs vulnérables de la route par rapport au CAM grâce à sa longueur plus petite et à son contenu spécifique.

## **CPM** : (Message de perception coopératif)

- Contient les informations collectées par les capteurs et les objets perçus ainsi que des informations relatives à leur positions par rapport au véhicule et l'instant de la prise des mesures.

## Les règles de génération des CAMs

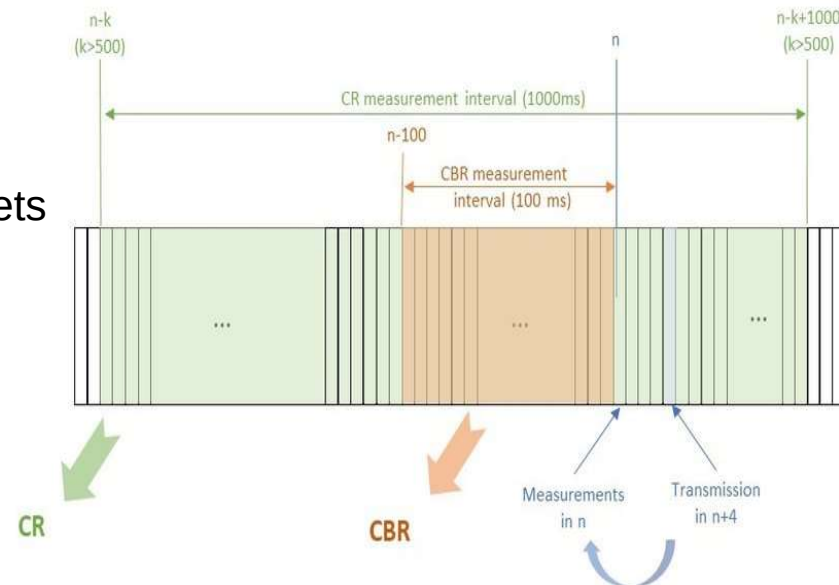
- L'intervalle de temps maximum entre la génération des CAMs est de 1 s.
- L'intervalle de temps minimum entre la génération des CAMs est de 0,1 s.
- Si la différence absolue entre le cap actuel (vers le nord) et le dernier cap  $> 4^\circ$ .
- Si la distance entre la position actuelle et la dernière position  $> 5\text{m}$ .
- Si la différence absolue entre la vitesse actuelle et la dernière vitesse  $> 1\text{ m/s}$ .

⇒ Les règles de génération sont vérifiées toutes les 100 ms.



# Les techniques de contrôle de congestion

- Retransmission de paquets
- Drop packet transmission
- Réduire la périodicité de transmission des paquets
- Adapter le MCS
- Adapter la puissance d'émission



## Coclusion

Conception Radio	C-V2X (Cellular + Sidelink)
Standard	3GPP
Communication	Directe & Indirecte (à travers le réseau)
Cas d'utilisation cible	Sécurité routière, positionnement précise, conduite autonome
Performance	~ Taux de perte de packet réduit dans un trafic dense
haute mobilité	Pour des vitesses relatives > 500 km/hr
Technologie Radio	Technologie cellulaire optimisée (Rel 14/15/16)
Etat de canal	10/20 MHz (Rel 14/15) et 10/20/40/60/80/100... MHz (Rel16)
Mode de Tx de la Forme d'onde	SC-FDMA TDM& FDM
Sélection de Ressources	SPS ou ENB
Bande de Fréquence	5,9 Ghz
Modulation	Jusqu'à 64 QAM Com. Directe, Jusqu'à 256 QAM Com. Cellulaire
Portée de Transmission	250 m en Com. Directe, Large si Com. Cellualire
Avantages	Exploitation de l'infrastructure LTE ; Meilleure fiabilité ; Communication longue portée, évolutif, supporte les mjr en temps réel