

Infrastructures connectées et localisation

Session animée par **Jean-Laurent Franchineau** - VEDECOM



Focus sur la localisation

Part.1 : Perception en robotique, **Guillaume Bresson**, VEDECOM

Part.2 : Géolocalisation par satellite, **David Bétaille**, IFSTTAR

Part.3 : Perception d'amers géo référencés, **Yves Bustarret**, LACROIX City / SER

Focus sur l'infrastructure routière connectée

Part.1 : Apport de l'infrastructure aux VA(s), **Yves COHEN**, EGIS

Part 2 : V2X au service des VA(s), **Michel PERIN**, Marben

Part.3 : Le déploiement des réseaux G5, **Philippe BERESKI**, NOKIA Bell Lab



1/ Focus sur la localisation

Part.1 : Perception en robotique, **Guillaume Bresson**, VEDECOM

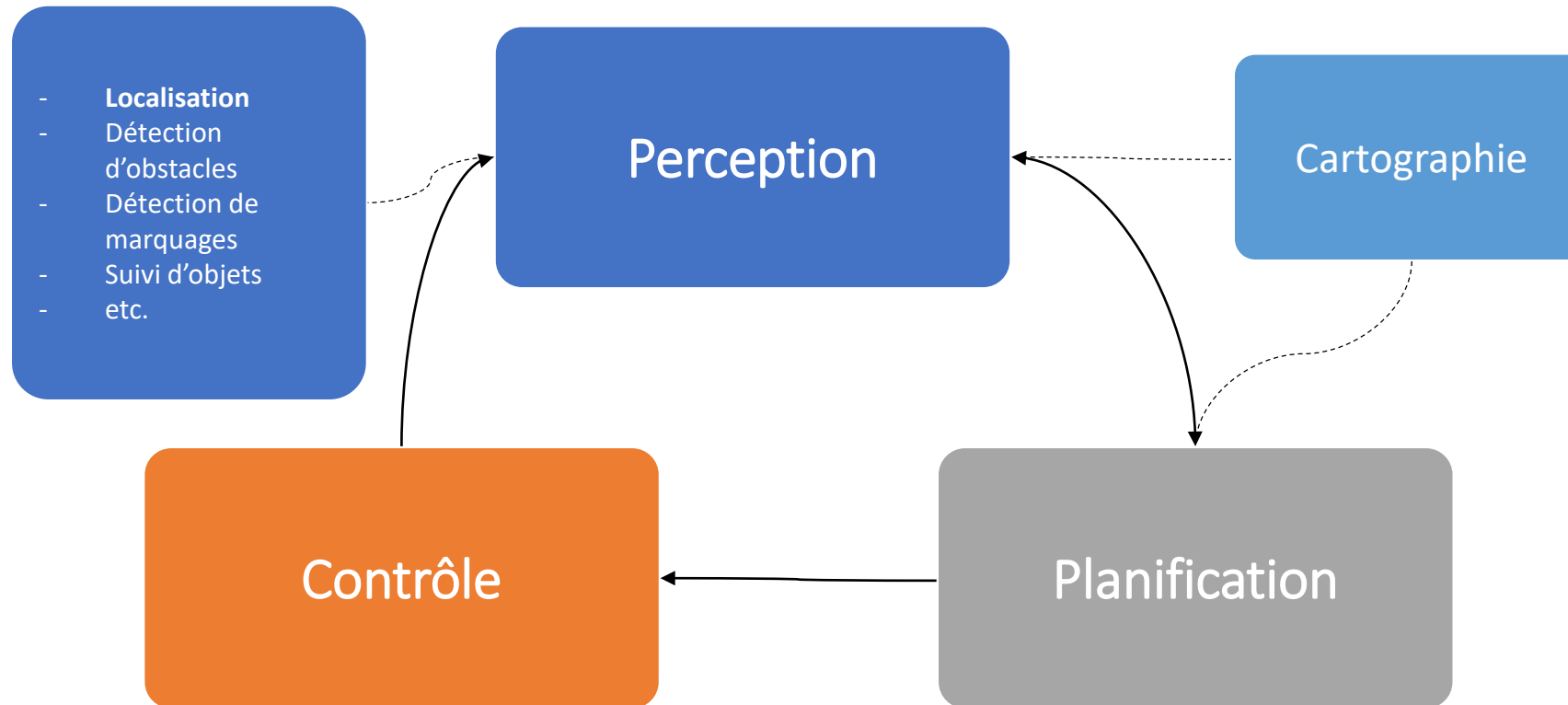
Part.2 : Géolocalisation par satellite, David Bétaille, IFSTTAR

Part.3 : Perception d'amers géoréférencés, Yves Bustarret, SER

PERCEPTION EN ROBOTIQUE

GUILLAUME BRESSON, INSTITUT VEDECOM

Fonctionnement du véhicule autonome

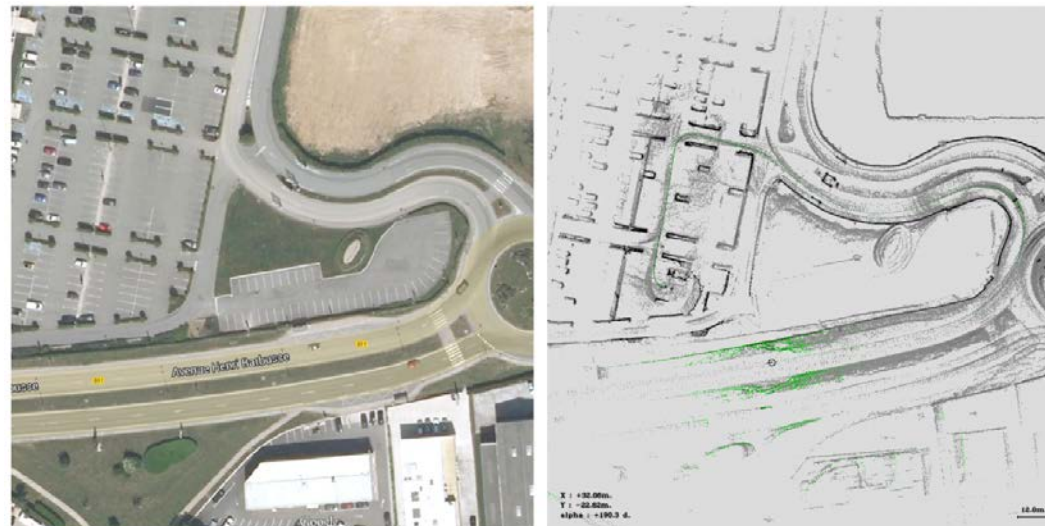


Pourquoi se localiser ?

- > Se situer par rapport à l'environnement
 - Savoir placer les obstacles par rapport au véhicule
 - > Notion de trajet
 - Savoir où le véhicule est par rapport au parcours prévu
 - > Fonctionnement à l'aveugle
 - Accumulation des erreurs dans le temps
 - Comment définir les trajets ?
- ❖ La notion de carte est présente partout

Qu'est-ce que la cartographie ?

- > Cartes des cartographes (Google, HERE, TomTom)
 - Planification haut-niveau pour l'instant
- > Cartes produites par les algorithmes
 - Perception et planification locale



Ouverture sur le SLAM

- > Savoir se repérer nécessite un référentiel (carte)
- > Construire une carte demande de pouvoir se situer

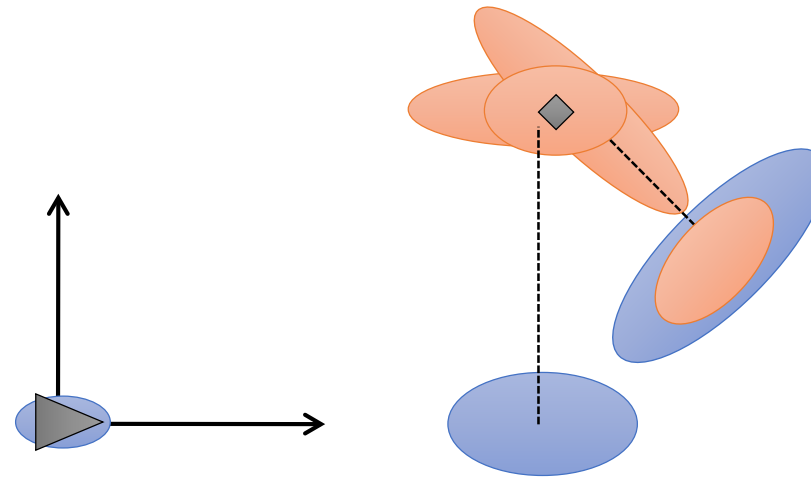
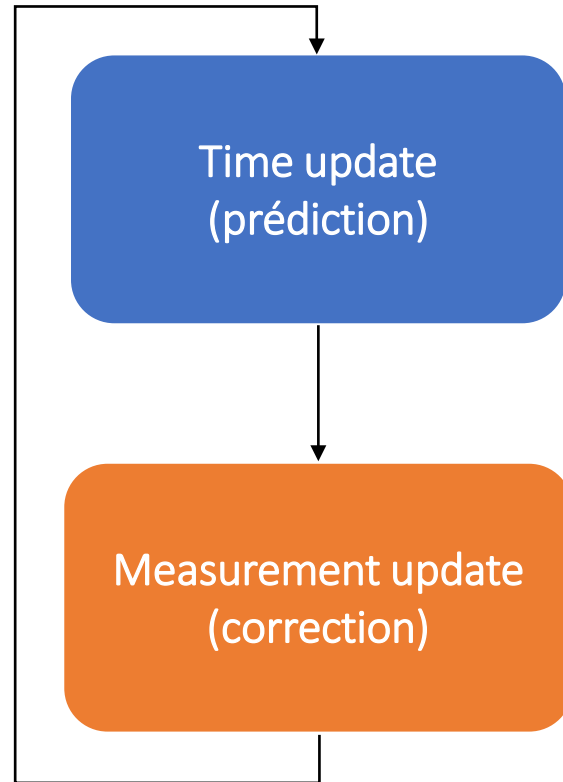
Problème de l'œuf et de la poule

Solution : faire les deux en même temps

- > Simultaneous Localization And Mapping
- > Localisation et cartographie simultanées

Construction de la carte de manière incrémentale tout en se localisant dans celle-ci

SLAM 101

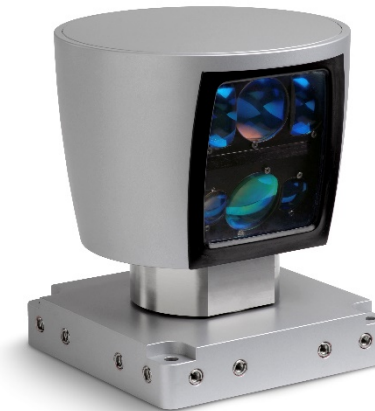


Plus de 20 ans de travaux

- > Extrêmement traité dans la littérature scientifique
 - Capteurs et combinaisons
 - Diversité des méthodes de traitement
 - Définition de la carte

- > Peu ou pas d'intégration dans des produits commercialisés
 - Problème très large avec beaucoup de sous-problèmes
 - Solution générale souvent inexploitable
 - Nécessité de particulariser

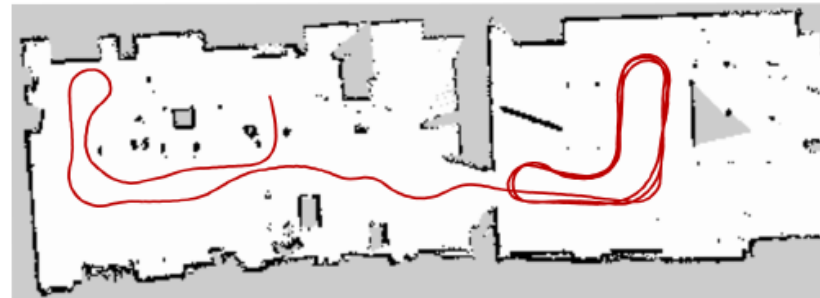
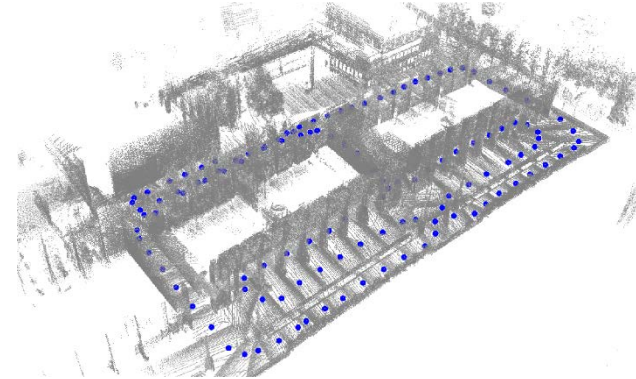
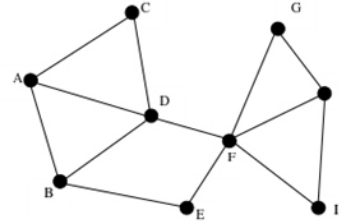
Capteurs



Cartes et représentation

> Représentation

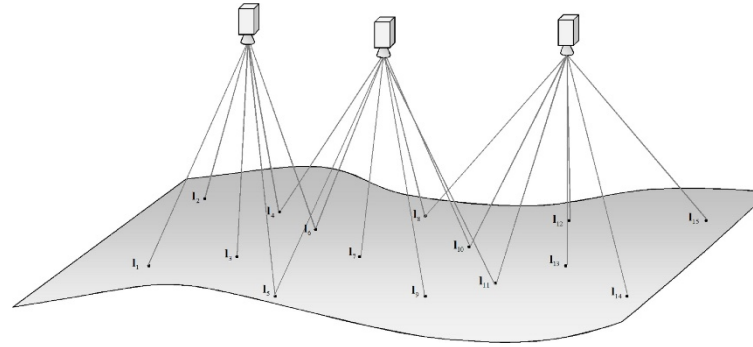
- Métrique
- Polaire
- Par grilles d'occupations
- Topologique
- Hybride
- etc.



- ## > Objectif : faciliter la reconnaissance, réduire la complexité de l'algorithme de localisation

Méthodes mathématiques

- > Plusieurs courants
 - Filtrage (Kalman, particulaire, etc.) : online SLAM
 - Optimisation locale/globale : full/online SLAM



- > Détermine la quantité de données que peut absorber l'algorithme
- > Influe sur la facilité de fusionner des sources différentes

L'état de l'art en précision : V-LOAM

Et pour le véhicule autonome

Particularités du véhicule autonome

- > **Précision** : devrait être suffisante et consistante pour la conduite autonome (coordonnées globales ou locales ou vis-à-vis d'une carte existante)
- > **Passage à l'échelle** : gestion de la conduite autonome à grande échelle (ressources, etc.)
- > **Disponibilité** : localisation peu importe où le véhicule est (pas de connaissance spécifique qui n'est pas disponible à échelle mondiale)
- > **Rétablissement** : identifier les échecs liés à la localisation et pouvoir s'en remettre
- > **Mise à jour** : identifier les changements permanents vis-à-vis d'une carte et mettre à jour quand nécessaire
- > **Gestion des aspects dynamiques** : gérer l'environnement dynamique et les changements (obstacles dynamiques, conditions météorologiques, changements saisonniers, etc.)

Particularités du véhicule autonome

- > Construire des cartes en amont avec une approche dédiée
 - Véhicule de cartographie peut-être mieux équipé que le véhicule standard
 - Fonctionne bien pour les navettes, par exemple
- > Utiliser des cartes/données déjà disponibles
 - Fonctionne pour tout mais nécessite assez d'informations et d'une précision suffisante
- > Mise à jour continue des cartes avec des véhicules « standards »
 - Compatible avec les deux approches précédentes
 - Pose des questions sur l'utilisation de ces données

MERCI



Focus sur la localisation

Part.1 : Perception en robotique, Guillaume Bresson, VEDECOM

Part.2 : Géolocalisation par satellite, **David Bétaille**, IFSTTAR

Part.3 : Perception d'amers géoréférencés, Yves Bustarret, SER

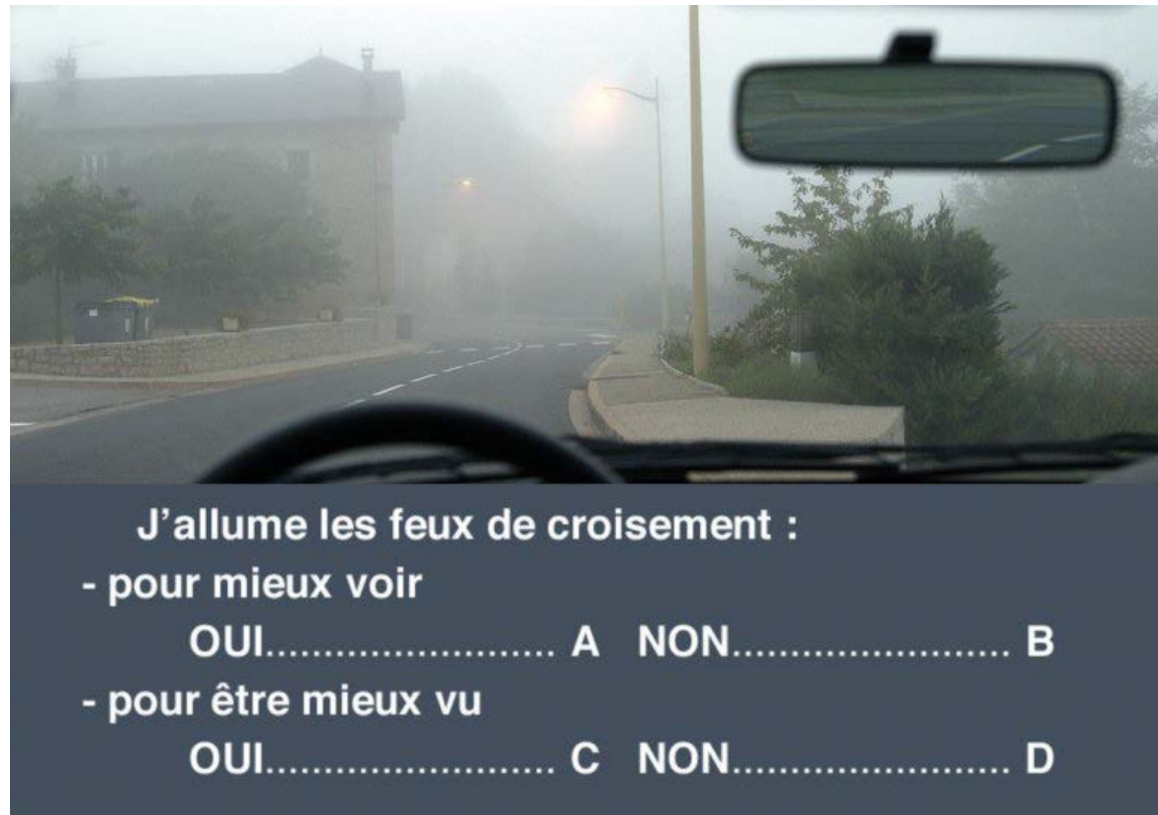
Géolocalisation par satellite

David Bétaille - IFSTTAR



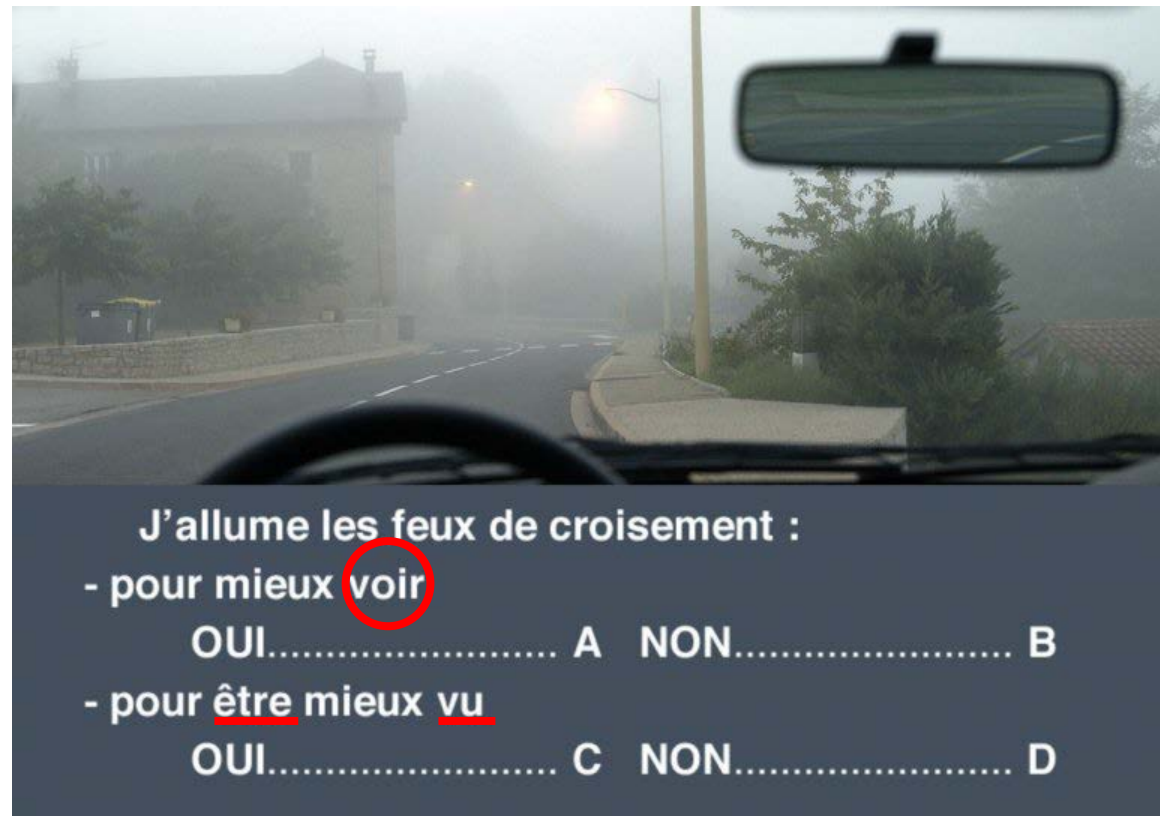
Introduction

Aujourd'hui **comment conduit-t-on ?**



Introduction

Par **perception (visuelle)** de l'espace roulant, des obstacles, des feux et de la signalisation...



Perception



IFSTTAR



Peut-on **faire faire la même chose à une machine** ?

Atout :

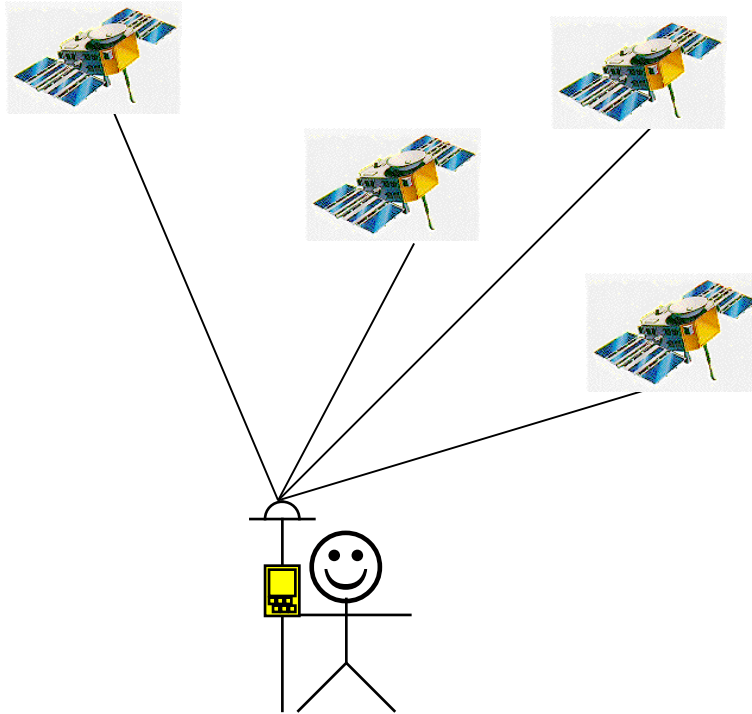
- Précision

Limitations :

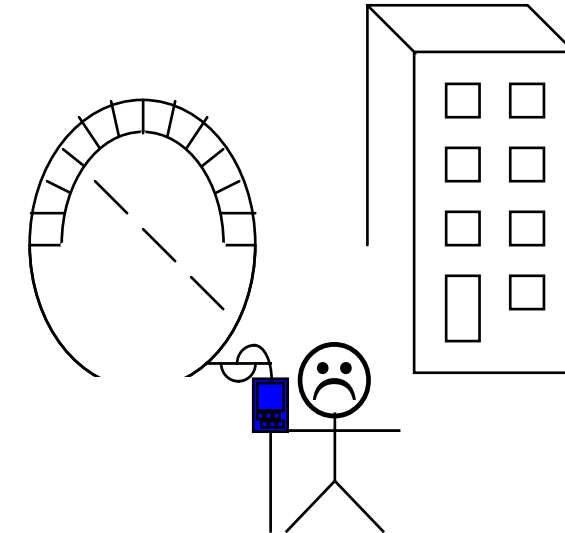
- Difficile de voir loin
- De jour / de nuit, par tout temps
- Docalisation relative, non coopérable



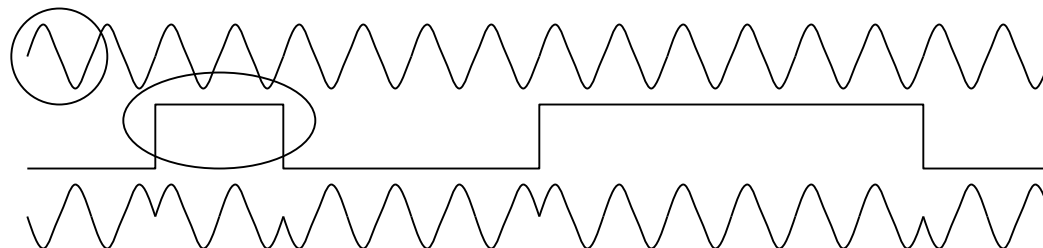
Positionnement par satellites



Principe : trilatération basée sur des satellites de position et d'horloge connues



porteuse
code
signal



Problèmes : l'atmosphère impacte la propagation (donc la distance mesurée) et les satellites doivent être en vue directe (Line Of Sight) alors qu'il y a des **obstacles autour du récepteur** réfléchissant et/ou diffractant le signal

Géolocalisation

La géolocalisation combine **GNSS** et **cartes numériques**
(et des capteurs propres tels gyro- odo- mètres... utilisables
en géolocalisation tout comme en perception)

GNSS



environnement
numérisé



capteurs propres
au véhicule

GNSS



capteurs propres
au véhicule



environnement
numérisé

Atouts :

- localisation absolue
- tout temps

Limitation :

- précision

Problématique

La **géolocalisation** est-elle une proposition **complémentaire à la perception, redondante** (à défaut d'être une alternative) ?

GNSS



environnement
numérisé

capteurs propres
au véhicule

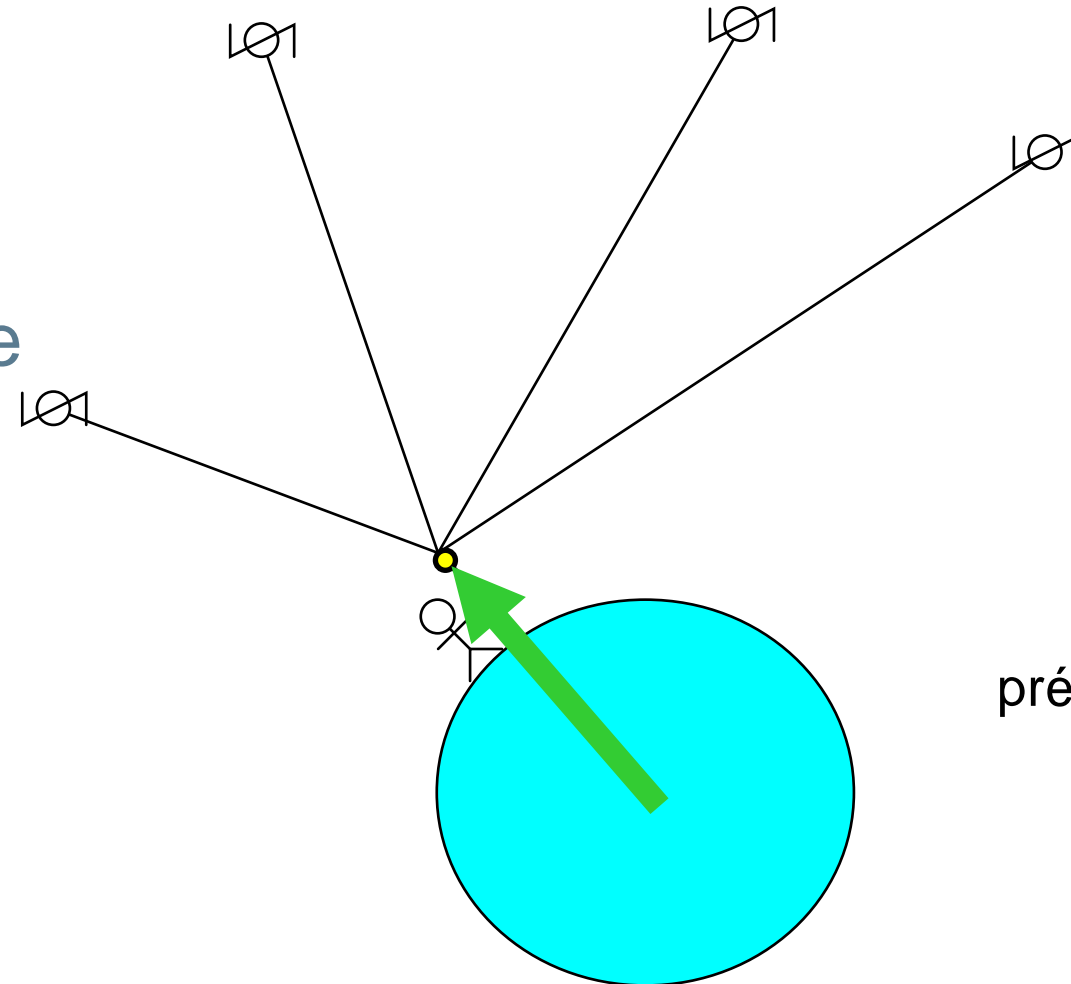
Exigences

Les principales exigences pour l'assistance au conducteur et la conduite automatisée par rapport à la localisation sont :

- La disponibilité (availability)
- La précision au niveau de la voie (accuracy at lane-level) (voire le dm pour l'automatisation)
- L'intégrité (quantification de la confiance)
- La sûreté (security)

GPS naturel

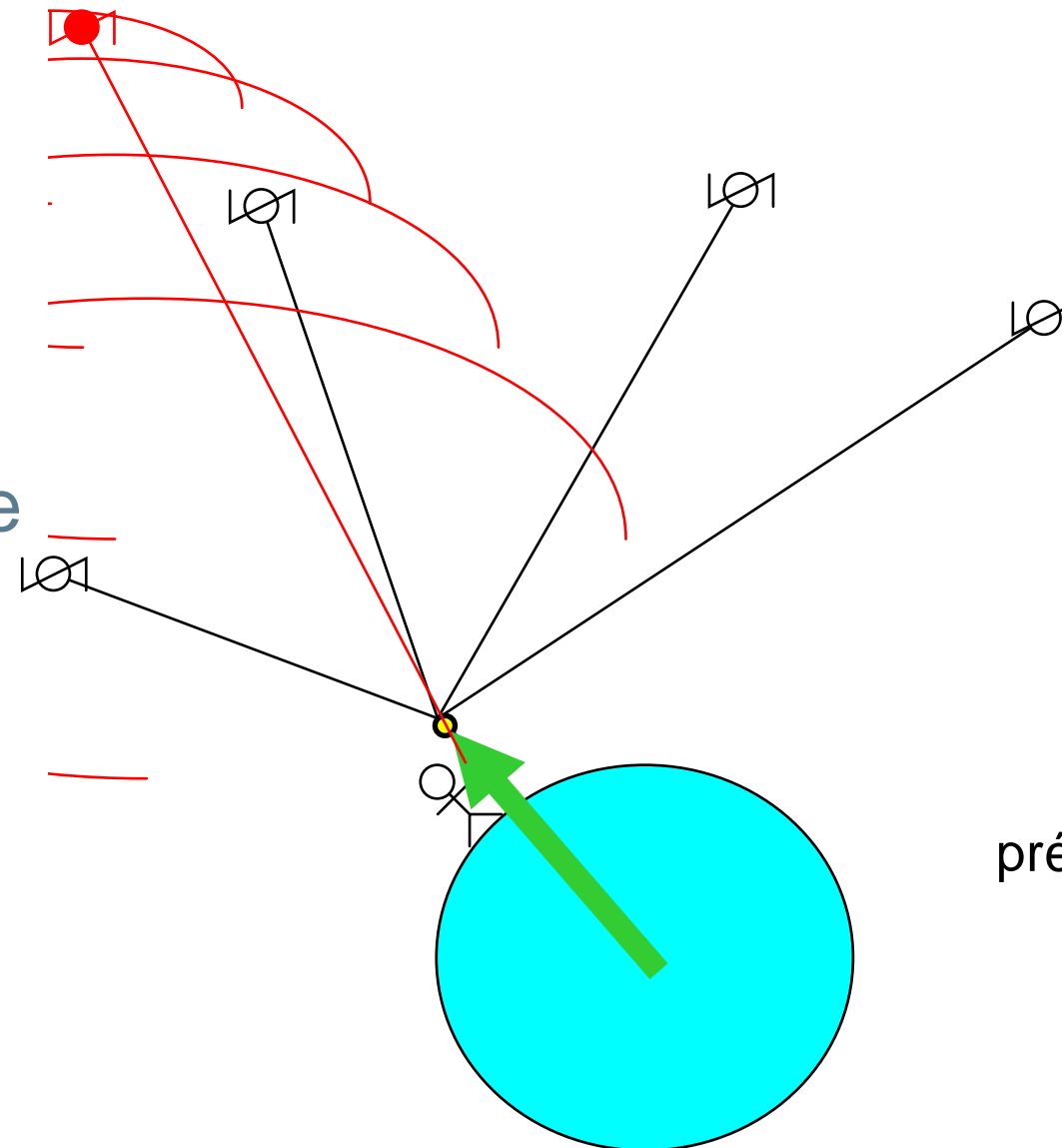
- Utilisation du code
- Mesures de distances
- Horloge récepteur considérée comme inconnue
=> 4 sat.
- Modèle atmosphérique



précision : **qq m**

GPS augmenté (WAAS, EGNOS)

- Utilisation du code
- Mesures de distances
- Horloge récepteur considérée comme inconnue
=> 4 sat.
- Mesures atmosphériques vraies sur réseau sol diffusées par **satellite** géostat.

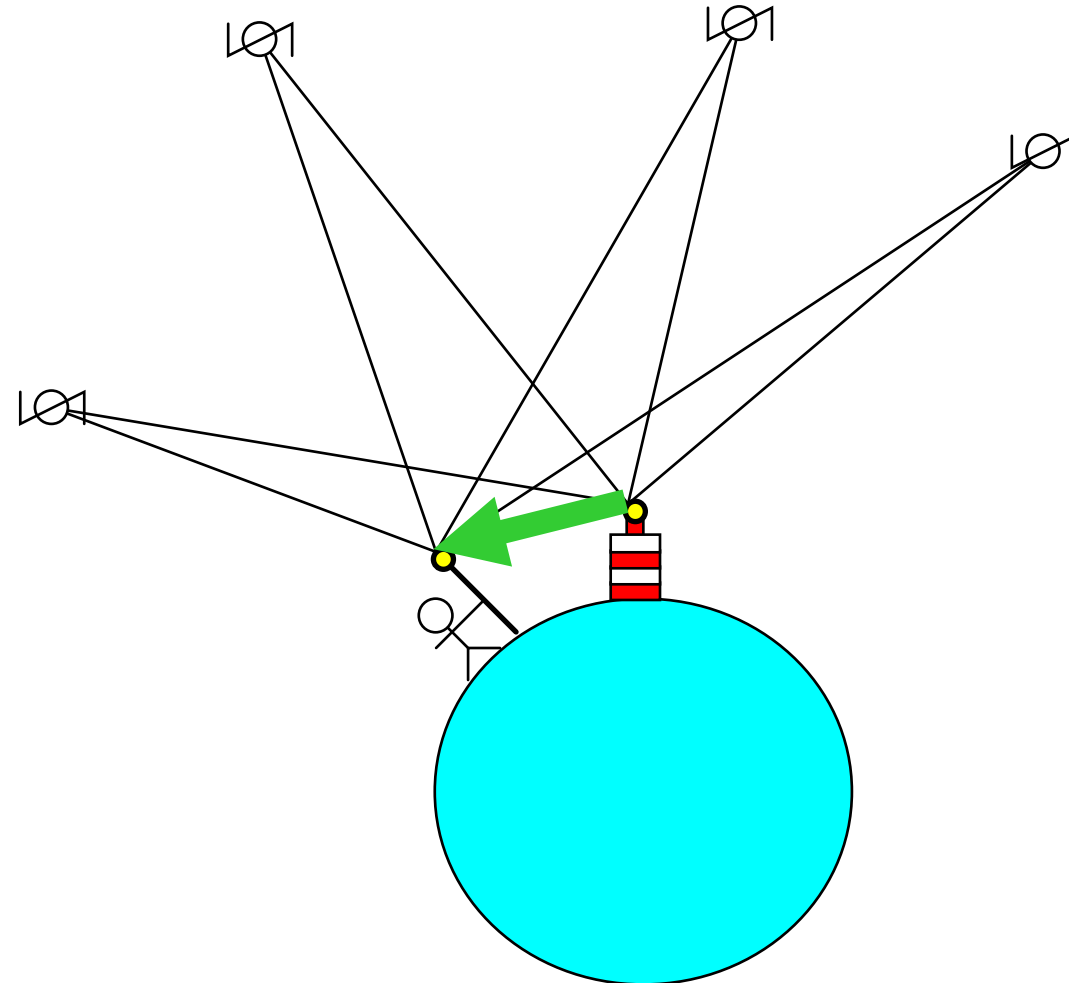


précision : **métrique**

GPS différentiel

- Utilisation du code
- Mesures de distances
- Perturbations corrélées (base et mobile)
- Radio com.

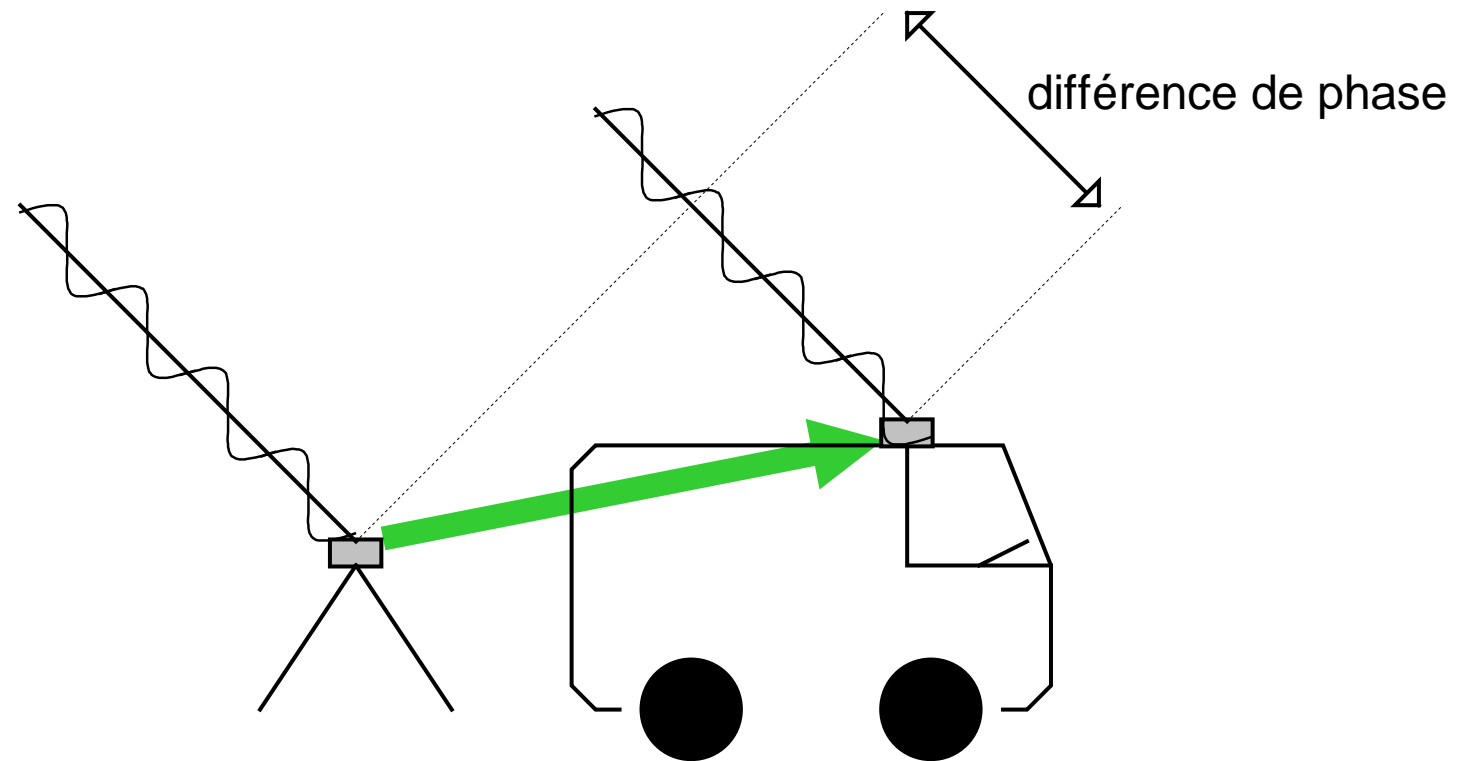
Précision : **sub-métrique**,
décimétrique à qq km,
et restent les multi-trajets



GPS différentiel cinématique temps réel RTK

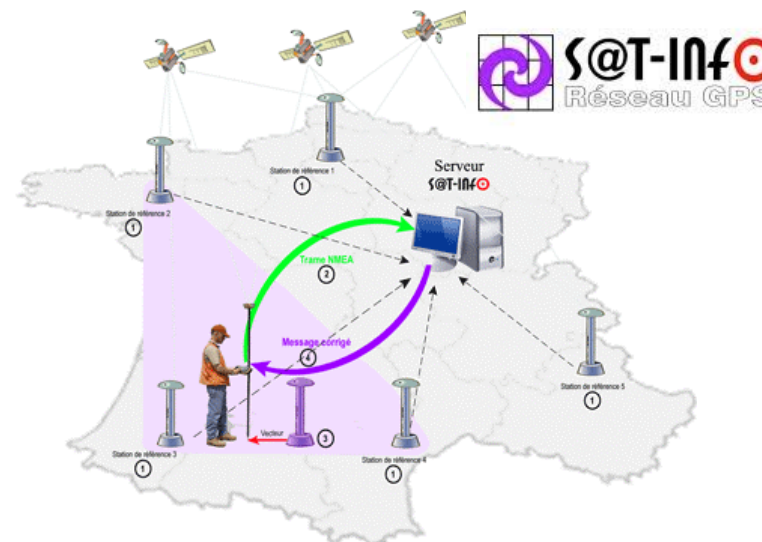
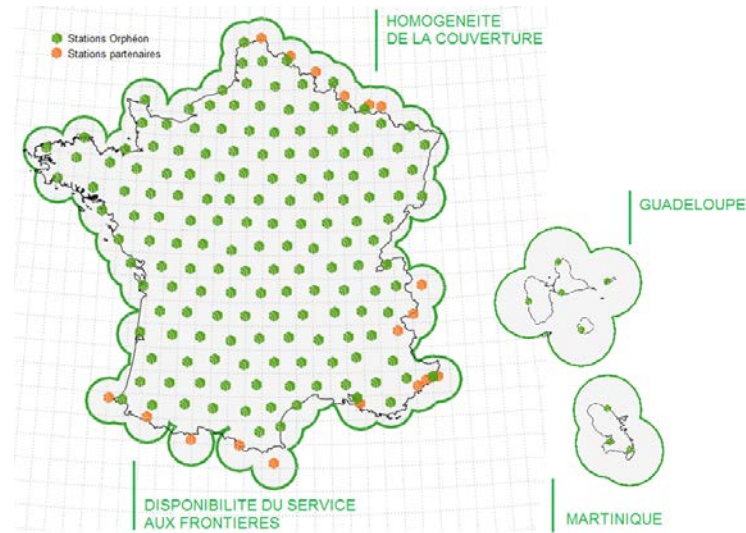
- Utilisation de la porteuse
- Interférométrie entre base et mobile
- Ambiguïtés fixées
- Com. radio/cellulaire

Précision : **sub-décimétrique**,
centimétrique à qq km



GPS RTK en réseau

- Fonctionnement possible en réseau
- Ambiguïtés fixées
- En France : Orphéon et S@t-info (en tps réel) et Teria Exagone (en tps différé)
- Com. cellulaire



précision : **centimétrique, homogène**

Precise Point Positioning

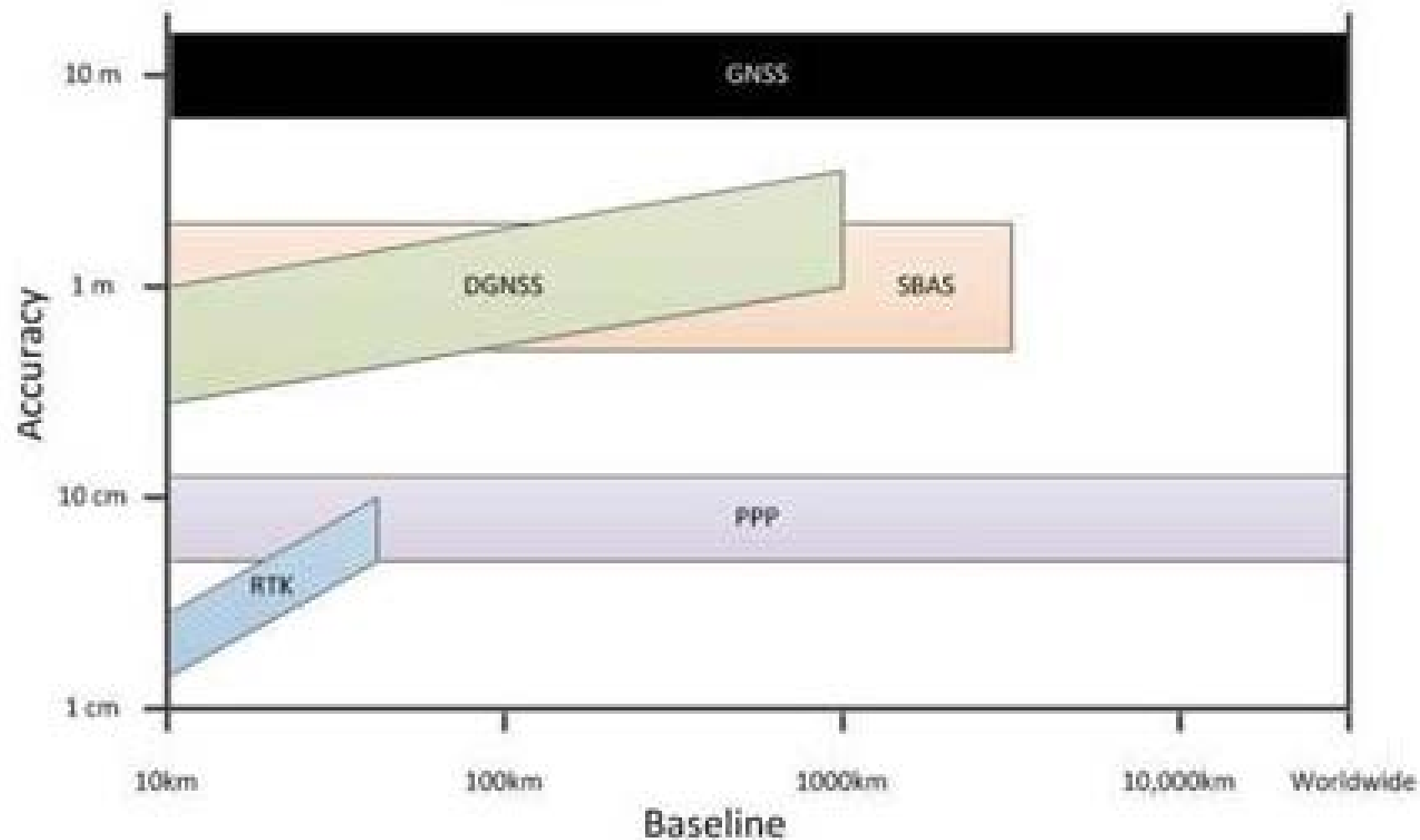
PPP est :

- basé sur la phase porteuse (comme RTK ou PPK en post process)
- bi-frequence pour la iono (ou par réseau tel Omnistar)
- à ambiguïtés flottantes (précision dm pour des temps de convergence de 1 à 15 minutes)

Principales limitations à l'usage :

- nécessité du tracking continu des satellites
- applications agricoles ou site ouverts (travaux publics, aéroports)
- difficilement utilisable en ville et même sur route

Diagramme précision / ligne de base



Et L5?

Fréquence L5 :

- nouvelle porteuse GPS
- bien meilleure réception que L2
- utilisable en PPP

Une annonce à ION 2017 (M. del Castillo, Broadcom) :

L5 signal is much more accurate calculating the distance from the receiver to the satellite... This translates into an improvement in accuracy of obtained positions outdoors in an open area, that goes from the previous (L1 only receivers) 5m down to 0.3m (for dual freq L1+L5 BCM47755)

GNSS multi-constellations

GPS et GLONASS

- inter-opérables depuis longtemps
- chipsets bi-constellations nombreux

Déploiements progressifs de Galileo et Beidou

- matériels (notamment sur smartphones) encore rares
- nécessité d'évaluer les performances et l'apport par rapport à GPS seul et GPS&GLONASS
- notamment en ville

Et Galileo?

Fréquences E1, E5 a et b, E6 :

- analogie avec GPS L1 et L5
- combinaison E5 a - b => multitrajets réduits
- utilisable en PPP : fourniture (sur E6) de corrections
- service sûr car authentifié



Décision européenne mars 2018, modifiant février 2017 :

- fourniture gratuite dès 2020
- de précision 2 dm en conditions nominales d'usage

Diagramme précision / tps de convergence

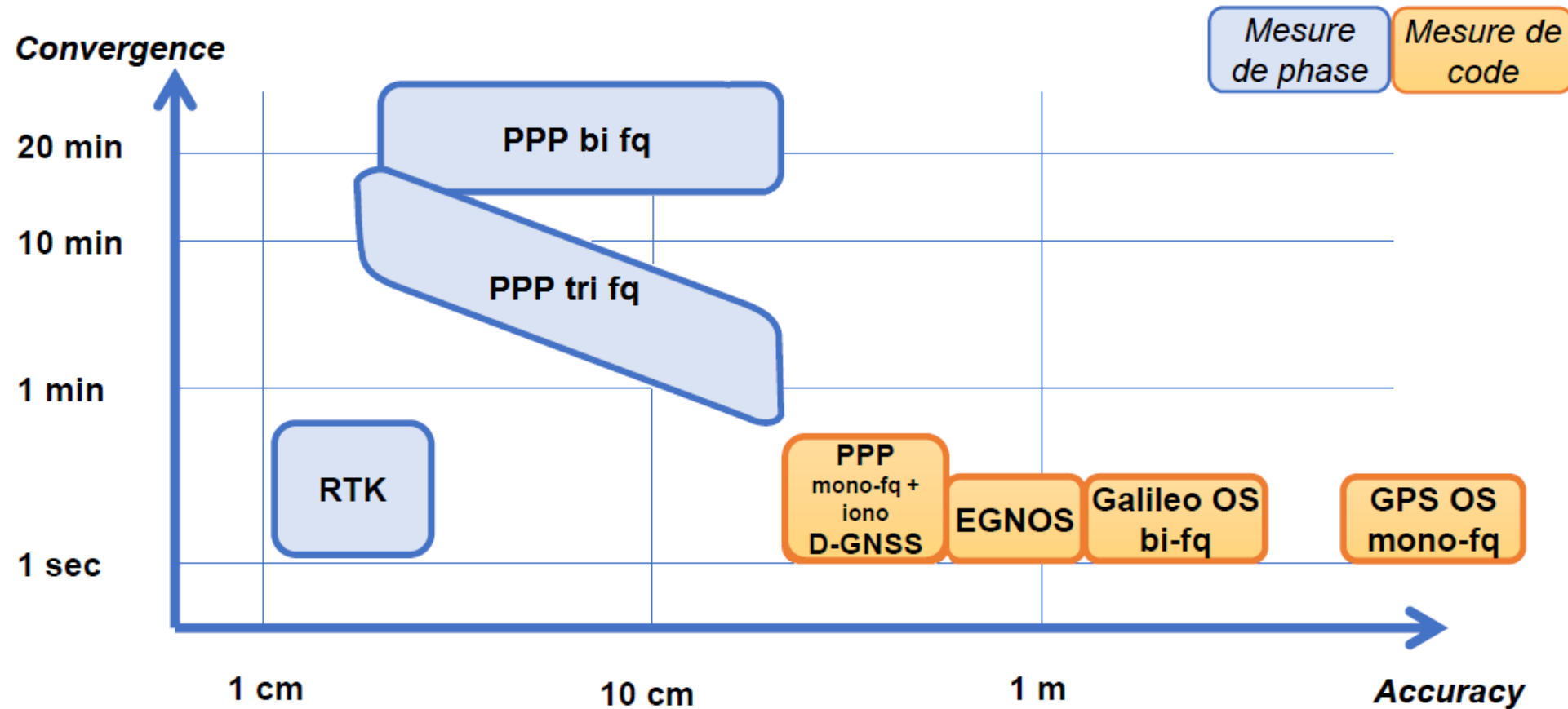


Diagramme précision / tps de convergence

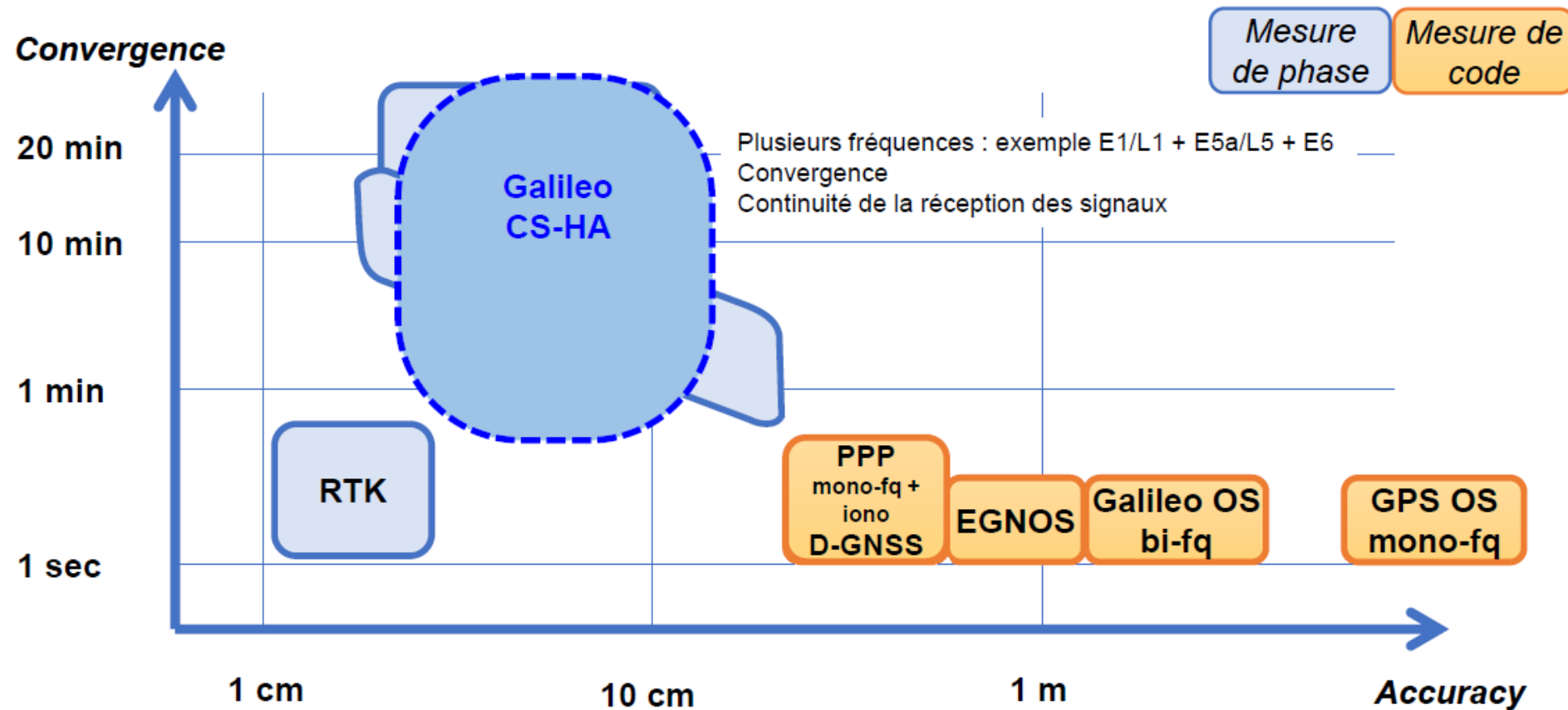
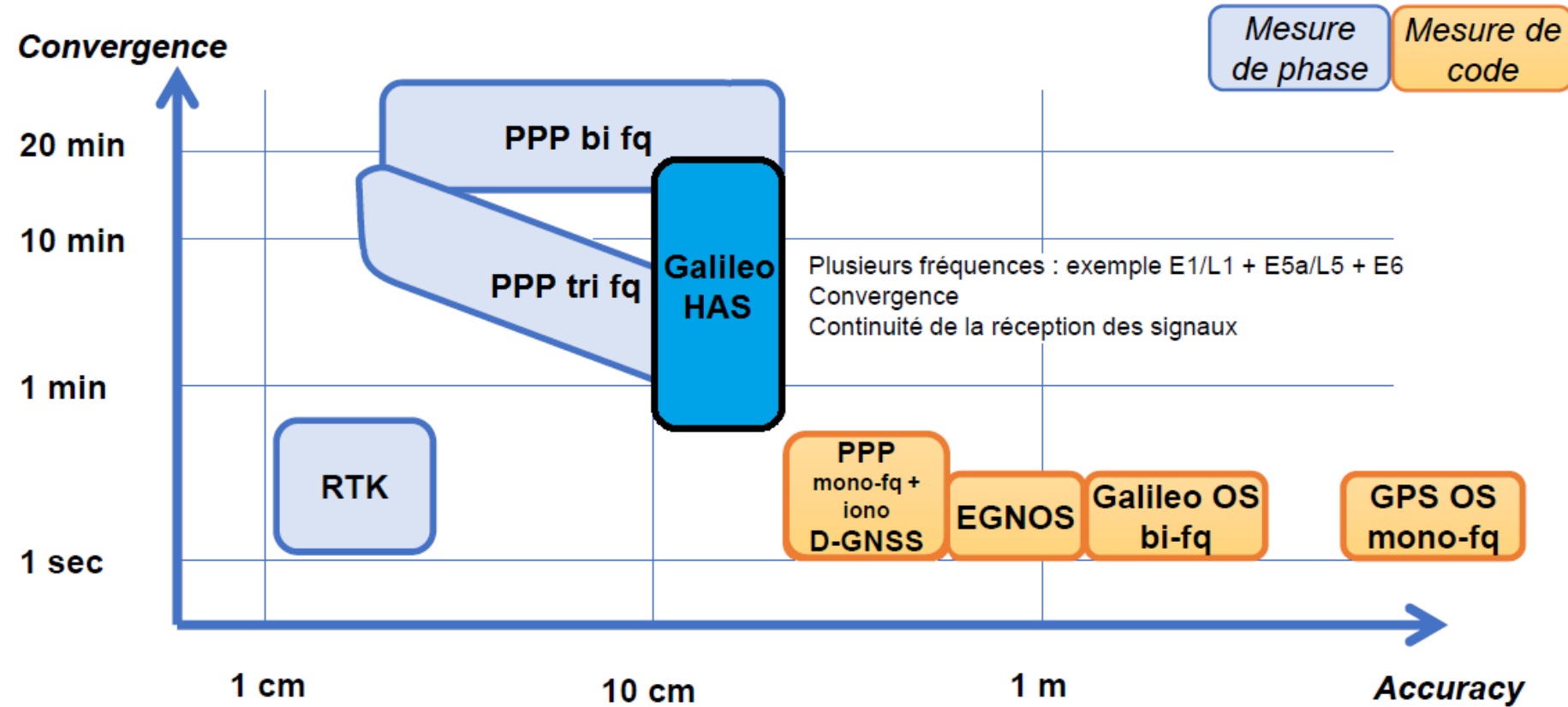


Diagramme précision / tps de convergence



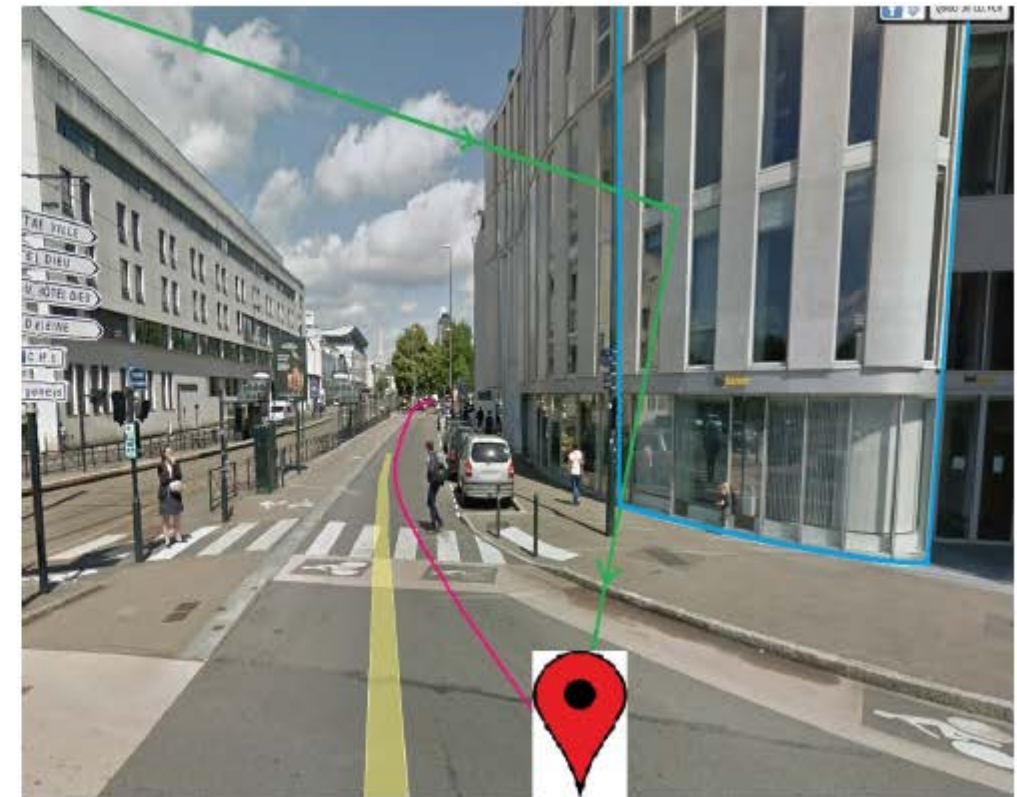
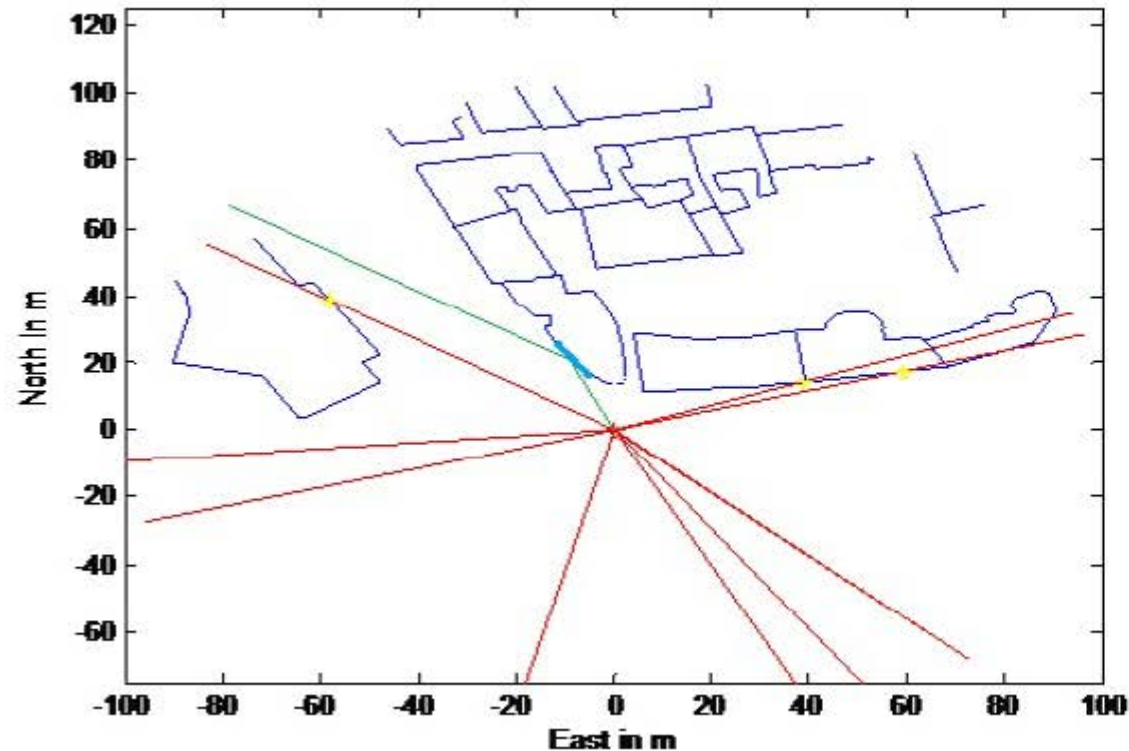
Fusion de données

Fusion de données **GNSS** dans le software de navigation :

- Couplage avec **capteurs inertiels et odométrie** au niveau
 - des positions (couplage “lâche”) ou
 - des mesures de pseudo-distances et Doppler (couplage “serré”)
- Redondance des constellations (donc détection et exclusion de “fautes”)
=> meilleure intégrité
- Utilisation de la carte routière numérique 2D comme contrainte au niveau des positions (“map-matching”)
- Et d’un modèle 3D au niveau des mesures (“3D city model aided GNSS”) : plusieurs équipes de recherche : Univ. College London, Univ. of Tokyo, TU Chemnitz, Sup’Aero et Ifsttar (“Urban Trench”) avec CNES
- Couplage **géolocalisation + perception** au moyen de **cartes enrichies**

Fusion de données et modèles 3D urbains

Traitement temps réel spécifique des satellites en vue indirecte (« urban multipath modelling » : recherche Ifsttar)



MERCI



Focus sur la localisation

Part.1 : Perception en robotique, Guillaume Bresson, VEDECOM

Part.2 : Géolocalisation par satellite, David Bétaille, IFSTTAR

Part.3 : Perception d'amers géoréférencés, **Yves Bustarret**, SER

Perception par Amers

Yves Bustarret - LACROIX City / SER



Une courte vidéo, valant mieux qu'un long discours

Rappel des interventions précédentes

- Dispositif de géolocalisation
- Capteurs associés à des technologies SLAM

⇒ Capacité de localisation

⇒ Capacité de perception de l'environnement

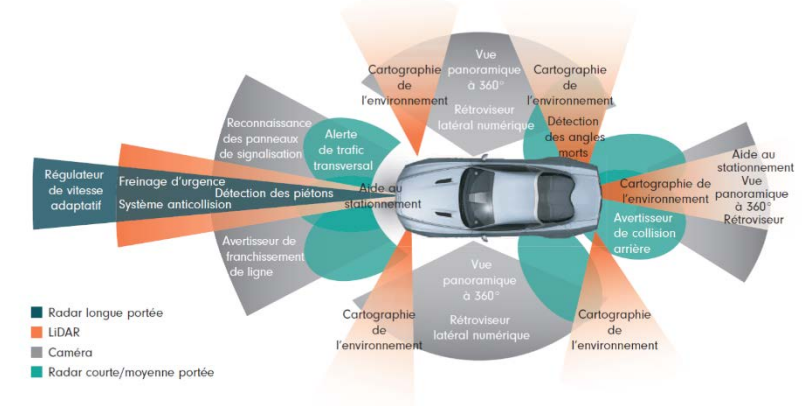
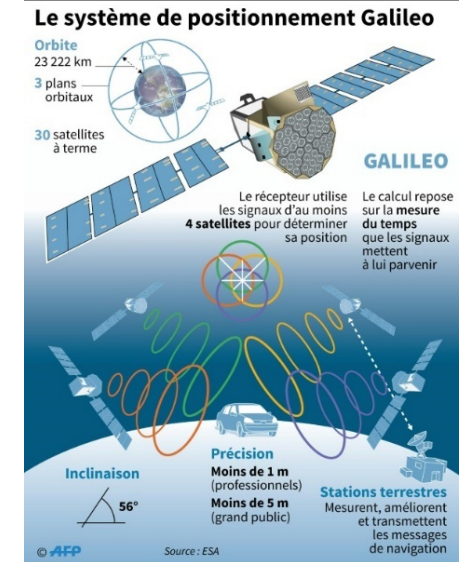
⇒ Capacité de recalage

⇒ Avec des limites technologiques / imprécisions

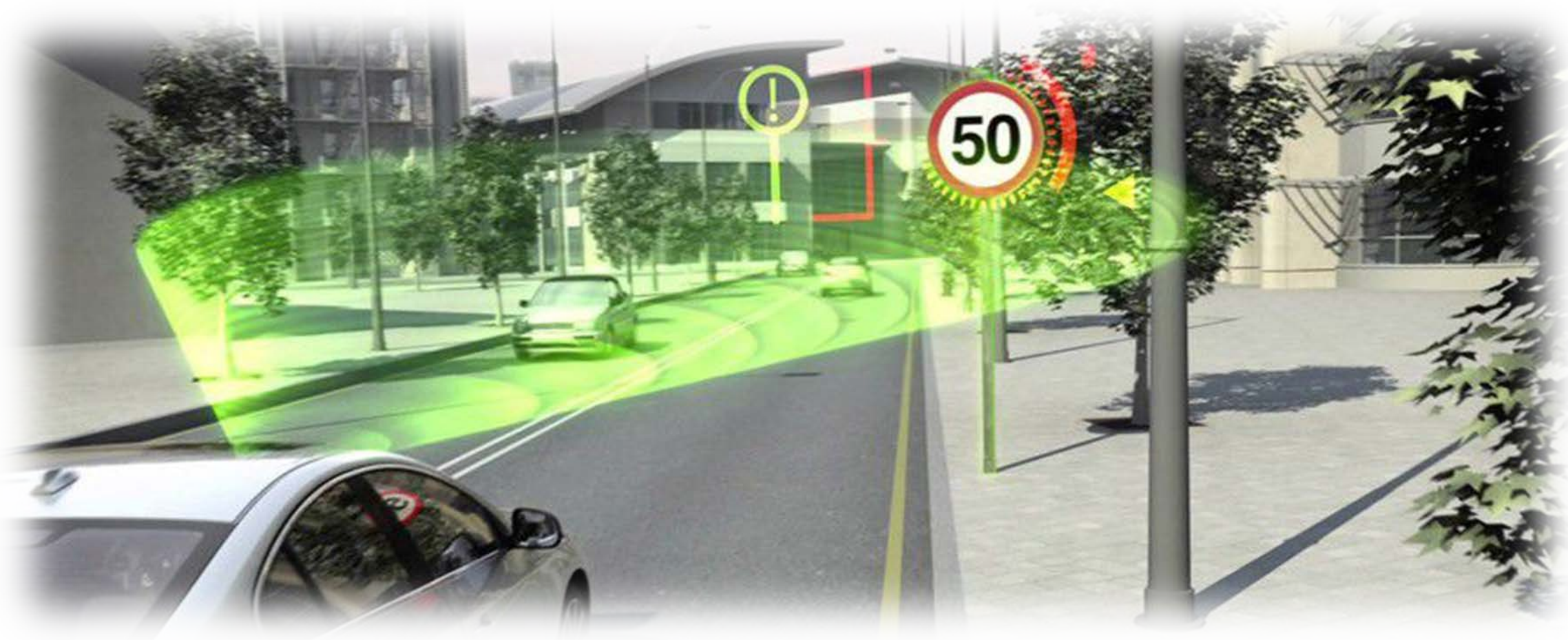
Intégrer des amers

=> fiabilisation de la perception / géolocalisation

=> assurer la redondance et donc la sécurité.



Panneaux de signalisation: véritables amers ...



... permettant le recalage dynamique du VA

Panneaux de signalisation: véritables amers

- 25 Millions de panneaux :
 - couvrant l'intégralité du territoire
 - constituant la référence en terme de réglementation



- 673 000 km de voiries communales
 - 380 000 km de routes départementales
 - 21 000 km routes nationales / autoroutes



- Reconnaissables et exploitables par les VA dans toutes les conditions
- Applicables pour les véhicules traditionnels.



Panneaux de signalisation: des défis à résoudre

- Une signalisation aux normes et bien maintenue
- Limitation de la dispersion des formats
- Résoudre des problèmes techniques not. scintillement lié au Led (PMV)



En complément des amers,



le marquage au sol: « rail » de route

Comment assurer cette fonction d'amer dans les environnements critiques / variables ?

Altérations inopinées de la voirie



Règles dynamiques de Gestion/partage de voirie



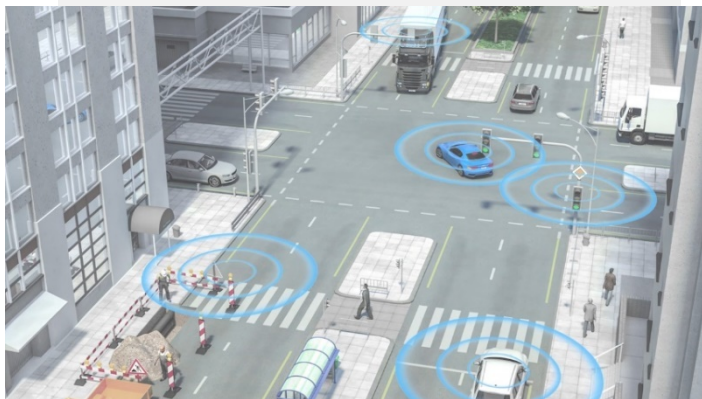
Zones critiques



Perte d'un « sens »
Cumul des 2 cas précédents

Amers dynamiques: UBR I2V

V2V et I2V



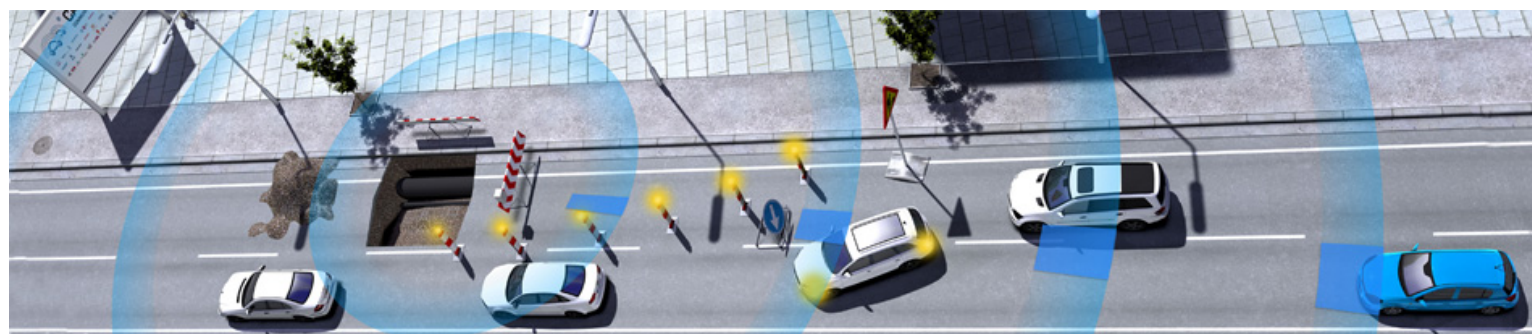
4 éléments clés

- Unité Bord de Route (UBR/RSU)
- Unité Embarqué Véhicule (UEV / OBU)
- Protocole radio cybersécurisé
- Messages normalisés et interopérables.

Evènements inopinés

UBR fournit

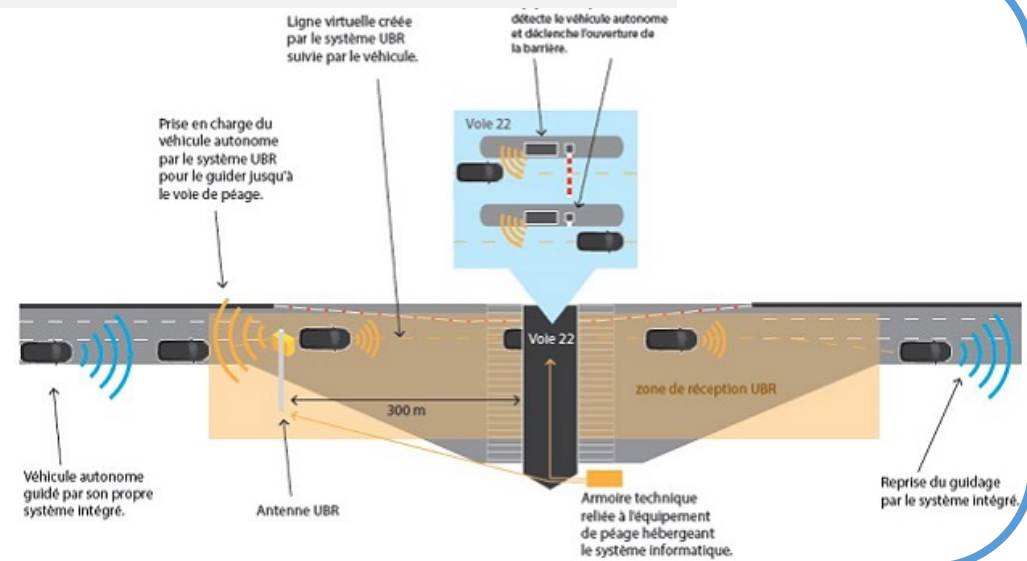
- Topographie zone
- Catalogue des amers à suivre
- Trace GPS



Règles de gestion de voirie dynamiques

L'UBR fournit

- Topographie détaillée de zone
- Evolution des règles de gestion des voies en temps réel



MERCI



2/ Focus sur l'infrastructure routière connectée

Session animée par **Jean-Laurent Franchineau** - VEDECOM



2/ Focus sur l'infrastructure routière connectée

Part.1 : Apport de l'infrastructure aux VA(s), **Yves COHEN**, EGIS

Part 2 : V2X au service des VA(s), **Michel PERIN**, Marben

Part.3 : Le déploiement des réseaux G5, **Philippe BERESKI**, NOKIA Bell Lab

APPORT DE L'INFRASTRUCTURE AUX VÉHICULES AUTONOMES

YVES COHEN – EGIS



Infrastructure physique

- > L'autonomie du véhicule dépendra en partie du niveau de service de l'infrastructure physique.
- > Si le véhicule – ou son pilote - ne peuvent pas assigner une valeur objective à ce niveau de service, les fonctionnalités d'autonomie du véhicule vont être sous-utilisées.

Le système véhicules / infrastructure



L'infrastructure devient active : elle transmet de l'information, en récupère, décide.



Le véhicule devient actif : il capte l'information, la traite, transmet, agit.

→ C'est le **système véhicule-infrastructure** qui définira les niveaux de **service** et donc d'**autonomie autorisée ou confortable**.

Le système véhicules / infrastructure

Le niveau de service de l'infrastructure pourra être évalué selon différents critères, statiques ou dynamiques :



- Géométrie
- Signalisation
- Niveau d'entretien
- Trafic
- Exploitation
- Connectivité



Cas de l'infrastructure routière

- > Nous interagissons aujourd'hui avec plusieurs éléments d'infrastructure:
- La chaussée -> support
- La signalisation (verticale ou horizontale) -> qui nous donne des indications sur nos trajets (règles ou infos)
- Les centres de gestions de trafic -> qui gèrent le trafic à grande échelle et informent les automobilistes via la radio ou via la signalisation dynamique.



- > Nous interagissons aujourd'hui avec plusieurs éléments d'infrastructure:
- La chaussée -> carrefour, travaux
- La signalisation horizontale(voie bus, passage piétons, piste cyclable) -> qui nous donne des règles sur nos trajets
- La signalisation dynamique (feux tricolores) -> qui nous donne des informations sur nos trajets



Qui dit voiture autonome dit infrastructure lisible

> **L'infrastructure numérique va permettre d'être complémentaire à la cartographie**

-

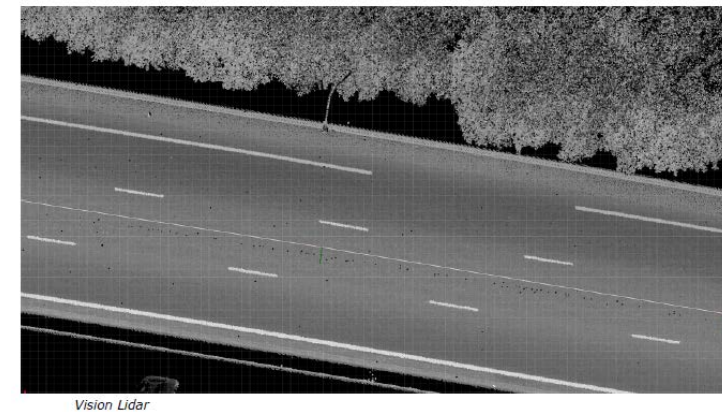


Qui dit voiture autonome dit infrastructure connue

Infrastructure routière- Marquage au sol

> LA LISIBILITÉ DE LA ROUTE DE LA SIGNALISATION HORIZONTALE:

- Fonction à satisfaire:
 - Détection du marquage sur voies à chaussée séparée pour se recaler dans sa voie
- Variables clés:
 - Contraste entre la chaussée et le marquage
 - Rétro réflexion d'un faisceau lumineux incident
 - Intégrité des bandes (texture, épaisseur, arrachement)
- Enjeux
 - Audit de la signalisation horizontale au niveau national
 - Spécifications des performances minimales des capteurs du marché des véhicules autonomes pour une perception correcte du marquage routier selon une échelle représentative des réseaux routiers nationaux



Vision Lidar

Infrastructure routière- Signalisation verticale

> LA LISIBILITÉ DE LA SIGNALISATION VERTICALE:

- Fonction à satisfaire:
 - Prescription (Quelles sont les règles de circulation sur mon parcours)
 - Guidage (Comment intégrer la signalisation temporaire ?)
 - Chantiers (Règles à tenir pendant la traversée d'un chantier)
- Variables clés:
 - colorimétrie, retroréflexion, classes de performance, gamme des panneaux (taille), implantation
- Enjeux
 - Il y a 20 millions à 25 millions de panneaux d'une durée de vie moyenne de 15 à 17 ans sur 1 million de kilomètres.
 - Comment améliore-t-on leur détection pour des véhicules autonomes
 - On a vu précédemment que l'on pouvait s'en servir comme amers.
 - Problématique de l'établissement d'une base de données routières via une chaîne d'acteurs différents

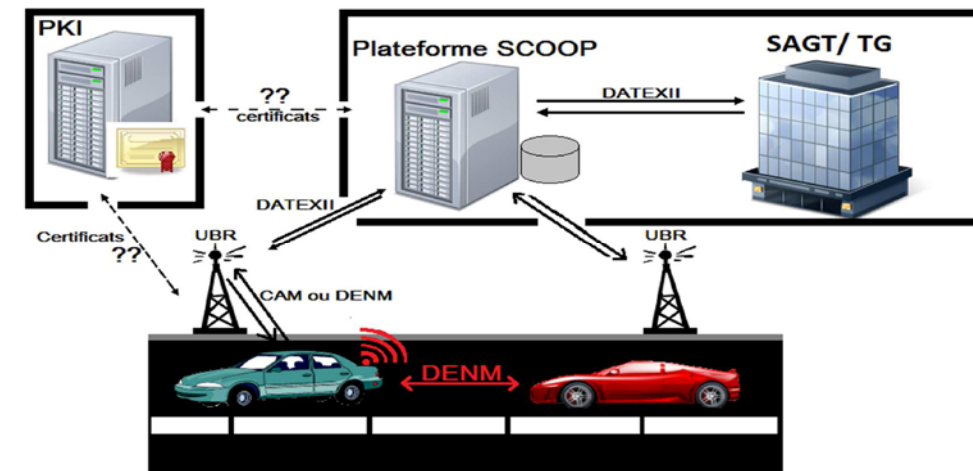


Qui dit voiture autonome dit infrastructure connectée

Infrastructure routière- Infrastructure connectée

> Environnement interurbain :grands AXES

- Actuellement plusieurs pays européens dont la France et la Belgique (Wallonie) sont en train de mettre en place une infrastructure capable d'interagir avec les véhicules connectés (C-Roads ou Scoop).
- Objectif : interagir directement avec les véhicules et mieux détecter les événements en temps réel.
- Fonction à satisfaire:
 - Anticiper les zones (verglas, Incidents, Travaux & Barrière de Péage)
 - Connaître les enjeux d'exploitation (gestion du trafic,..)
- Variables clés:
 - Données exhaustives
 - Données en temps réel
- Enjeux
 - Confort de conduite
 - Conduite à tenir
 - Transformation des éléments électromécaniques.



Infrastructure routière- Infrastructure connectée

> Exemple de transformation des équipements électromécaniques

Station de comptage



Diminution forte, seulement pour le débit précis
 Vitesse, TO, temps de parcours assurés par le numérique

Panneaux à messages variables

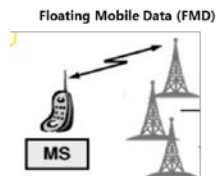
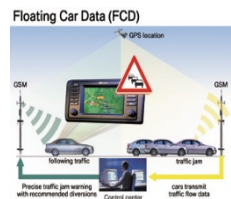


Demain ils seront connectés et
 D'autres supports d'information existeront

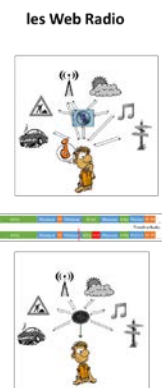
Borne SOS



Suppression de ces équipements
 dans plusieurs pays européens



Demain le déploiement
 VtX donnera l'information
 nécessaire à
 l'infrastructure



Infrastructure routière- Infrastructure connectée

- > Demain ... les centres de gestion de trafic seront connectés directement aux véhicules
- > Extrait du film de Renault fait dans le cadre de Scoop
- > La traversée d'un péage : un test probant de l'infrastructure connectée
 - Un sujet d'infrastructure complexe
 - Section courante = couloir délimité par les lignes blanches
 - Péage... il n'y a plus de marquage au sol
 - Et donc il faut que l'infra communique pour indiquer la trajectoire à suivre pour aller vers la barrière autorisée
 - Puis le véhicule communique son télépéage et reçoit l'information que la barrière est ouverte

Environnement Urbain et péri-urbain

> Cas du feu tricolore

- Aujourd'hui :
 - La majorité des feux tricolores ne transmettent pas d'information mais savent en recevoir
 - Les bus peuvent demander le passage du feu au vert par onde radio
- Demain les feux communiqueront
 - Les navettes autonomes ne seront pas aveugles mais connaîtront l'état du feu.
 - Les véhicules prioritaires pourront être plus sécurisés par la demande du feu au vert.
 - Les véhicules obtiendraient l'état du feu avant d'arriver sur le carrefour et pourront donc anticiper le comportement à adopter pour franchir le carrefour en adaptant leur vitesse.
 - Anticipation du conducteur ou du véhicule autonome
 - Fluidité du trafic
 - Éco-conduite



Conclusions

Conclusions

- > Le déploiement des véhicules autonomes ne peut se faire sans une infrastructure connectée et évolutive.
- > Aujourd'hui, les infrastructures sont en train de relever le challenge « véhicule connecté ready »
- > Il faut maintenant sans tarder.
 - Numériser les infrastructures
 - Auditer la signalisation horizontale et verticale
 - Déployer les véhicules connectés
 - Imaginer les services de demain

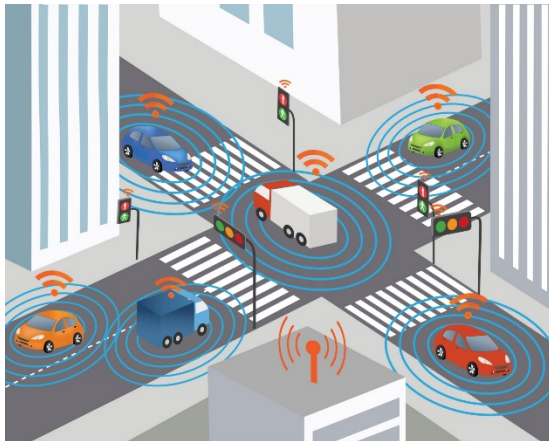
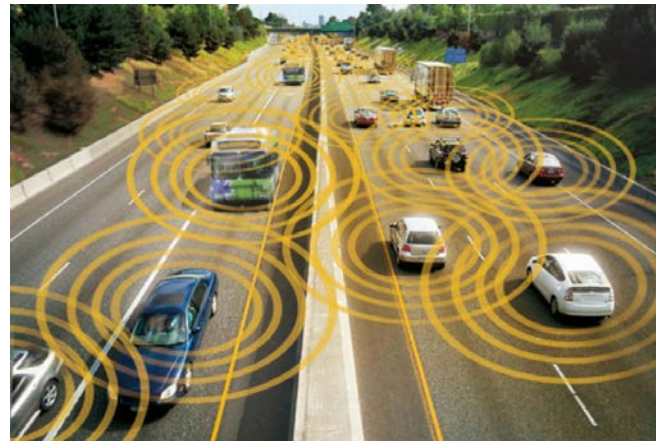


Illustration Orange, PSA, Ericsson



L'usine digitale

MERCI



2/ Focus sur l'infrastructure routière connectée

Part.1 : Apport de l'infrastructure aux VA(s), Yves COHEN, EGIS

Part 2 : V2X au service des VA(s), **Michel PERIN**, Marben

Part.3 : Le déploiement des réseaux G5, Philippe BERESKI, NOKIA
Bell Lab



V2X : UNE TECHNOLOGIE CLÉ POUR LE DÉPLOIEMENT DU VÉHICULE AUTONOME

MICHEL PÉRIN – MARBEN PRODUCTS



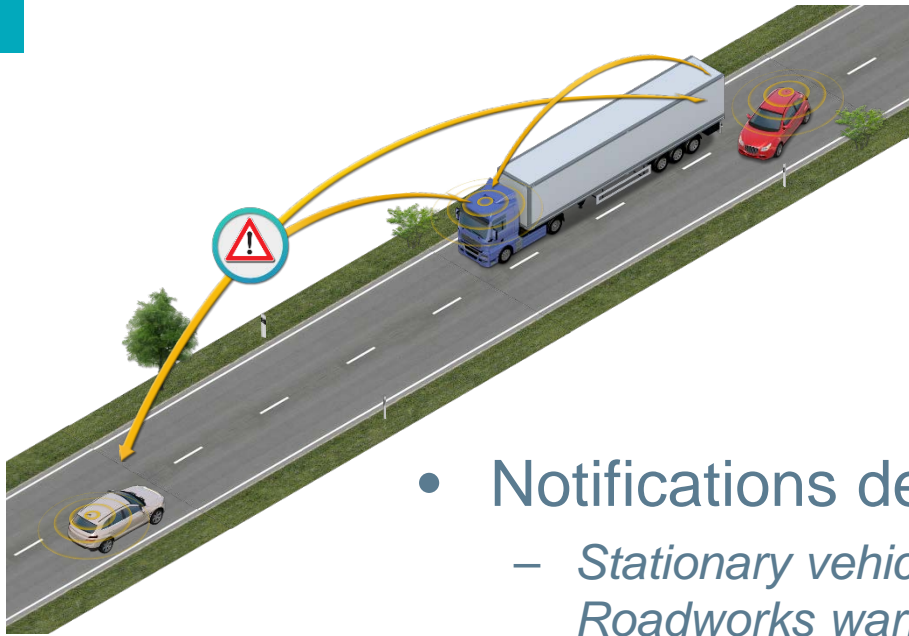
Une Route plus Sûre et plus Ecologique

- > Permet d'éliminer ou réduire la gravité de plus de 80% des collisions multi-véhicules (*).
- > Entraîne une réduction des émissions de dioxyde de carbone et de la consommation de carburant (env.11% pour les applications V2X Eco-Signal) (*).
- > Elargit le champs de vision des véhicules autonomes au-delà de la « visibilité directe », offrant un délai supplémentaire pour les algorithmes de prise de décision.

Vehicles broadcast their position, speed, heading ...

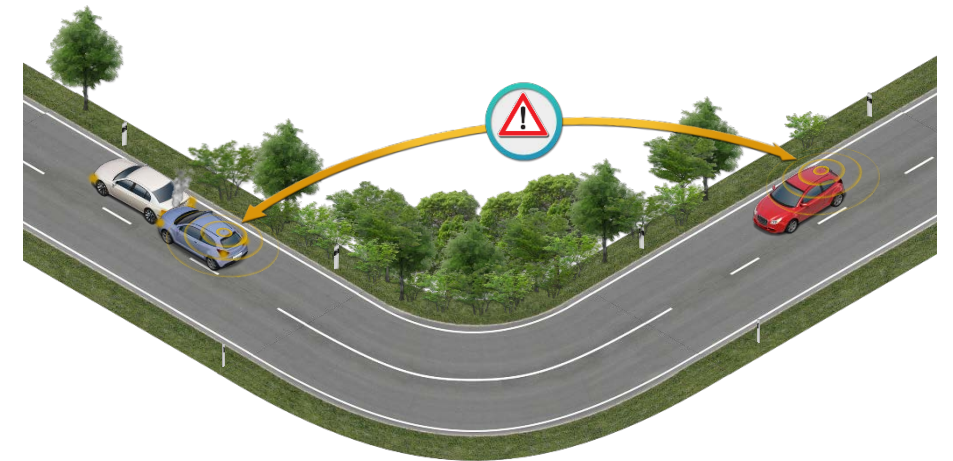
DSRC 802.11p 5.9GHz - C-V2X LTE/5G Uu & PC5

Les Applications V2X



- Applications V2V d'anticollision :
 - *Forward Collision Warning, Blind Spot Warning/ Lane Change Warning, Intersection Movement Assist, Left Turn Assist, Do Not Pass Warning, Electronic Emergency Brake Light.*

- Notifications de dangers :
 - *Stationary vehicle, Traffic Conditions, Roadworks warning, Adverse Weather Warning, Icy Road Warning Emergency Vehicle Approaching, Human Presence On the Road, Pedestrian Crash Avoidance, Wrong Way Driving.*



- Applications liées à la signalisation routière:
 - *In-vehicle signage, Variable Message Sign, Stop Sign Violation Warning, Red Light Violation Warning, Traffic signal priority, Green Light Optimal Speed Advisory, Curve Speed Warning.*

V2X: Largement déployé de par le monde



> Pré-déploiements en cours aux USA

- [Tampa CV Pilot Program](#)
- [Wyoming CV Pilot Program](#)
- [New York City CV Pilot](#)
- [SPaT Challenge](#)

> Pré-déploiements en cours en Europe

- [C-ROADs - 16 European States for pan-European C-ITS implementation.](#)
- [InterCor \(Interoperable Corridors\) - a sustainable network of C-ITS corridors](#)

Les Annonces récentes



- > GM announces V2X in a “high-volume crossover” model by 2023 – (June 6th 2018)

- > Toyota and Lexus to introduce DSRC-based connected vehicles in the USA from 2021 – (April 16th 2018)
- > VW group announces roll-out of V2X on its 2019 car models – (February 15th 2018)

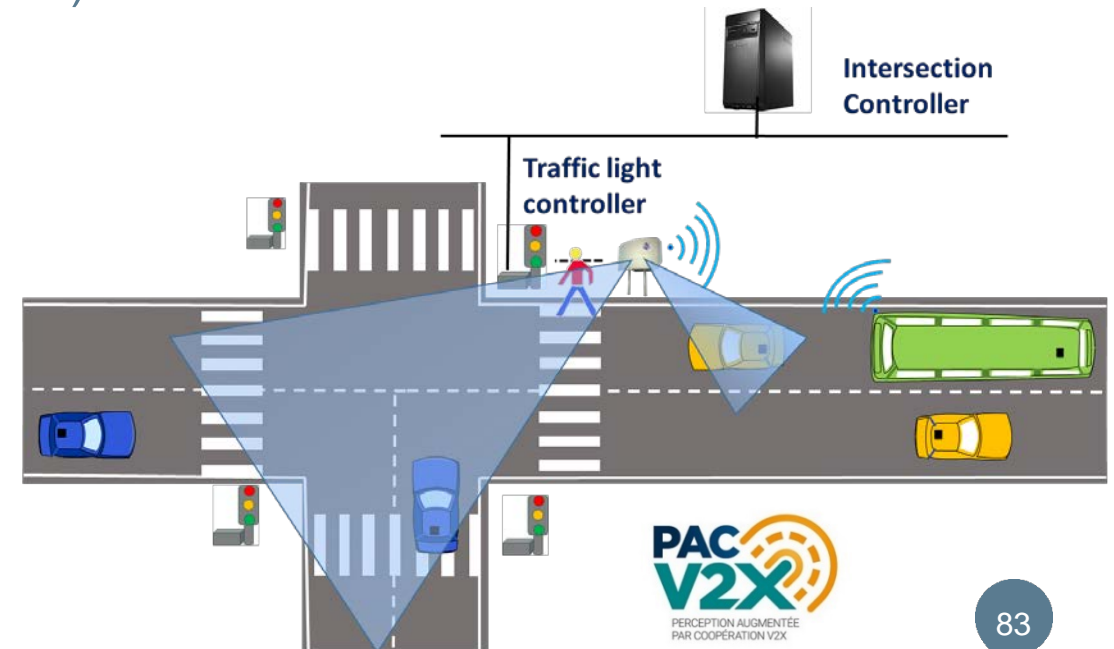
Véhicule Autonome – Infrastructure Connectée

Sécurisation de zones spécifiques



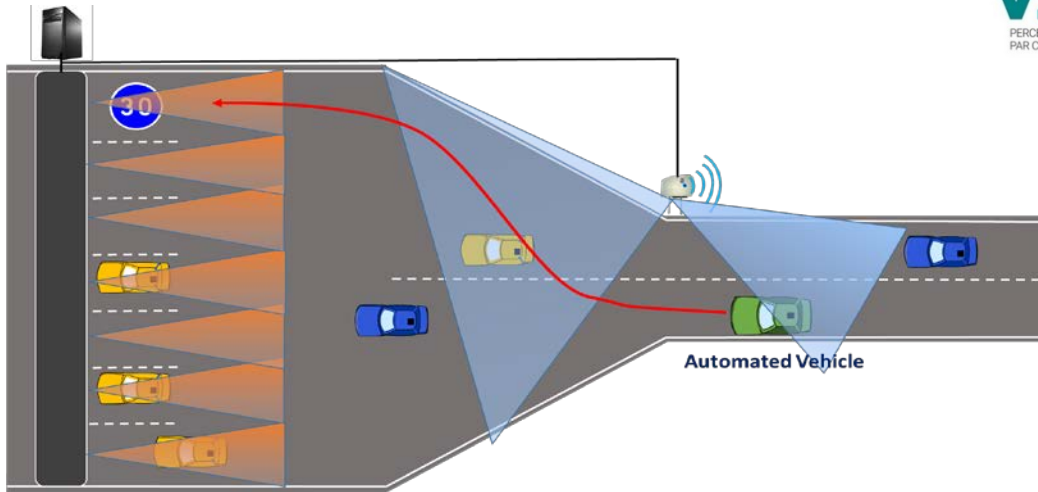
- > Interaction avec les feux de signalisation pour traverser de façon sûre des intersections sur routes ouvertes (GLOSA, Time to Green, Get Priority).
 - Déploiements opérationnels (Navya Autonom Shuttle Las Vegas, ADP)

- > Interactions avec capteurs de bord de route (Radar, LiDAR, Vidéo) couplés à des modules de communication V2X pour sécuriser des zones à risque (Projets PAC V2X, EVAPS).
 - Cooperative Perception Message (CPM)



> Assistance à l'insertion sur autoroute

- Suivi et détection de véhicules, analyse de la situation
- Trajectoire conseillée – Maneuver Coordination Message (MCM)



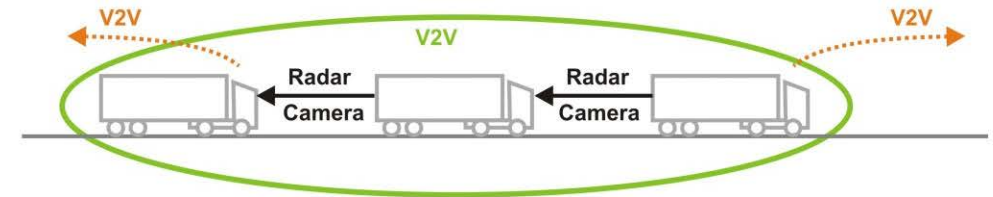
- > Assistance à l'arrivée sur zone de péage
 - o Fournir la configuration du péage et des informations sur le statut des différentes voies
 - o Guides les véhicules vers les voies appropriées

Platooning

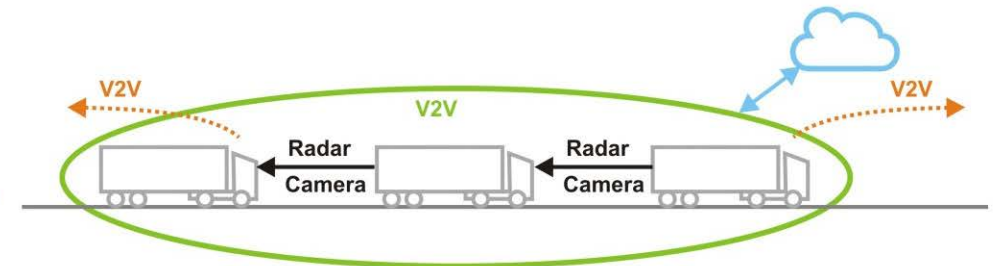
- > Une chaîne de véhicules roulant à courte distance les uns des autres et connectés électroniquement:
 - Meilleure utilisation de l'infrastructure routière
 - Réduction de la consommation de carburant (10% à 15%) et l'émission de CO2

- > Sans communication V2V, le "Platooning" ne serait pas possible.
 - V2X Cooperative-ACC permet une stabilisation rapide du convoi
 - La gestion du convoi nécessite la mise en place de nouveaux messages V2X

Platooning



Connected Platooning



Cellular V2X – les apports de la 5G

- > Combine à la fois les communications directes de courte portée (LTE-V2X PC5) à faible temps de Latence et les communications de longue portée s'appuyant sur le réseau Cellulaire (LTE-V2X Uu).
- > Des projets pilotes importants en cours:

- Qualcomm, Ford and Panasonic mark first U.S. C-V2X deployment in Colorado (USA- June 4th 2018)
- Wuxi to build world's first city-level LTE-V2X platform (China- May 4th 2018)
- The CONCORDA (Connected Corridor for Driving Automation) European project

One of the main objective of the project is to test the several communication technologies available, such as ETSI ITS-G5, cellular based 3G/4G/LTE, pre5G LTE-V and Mobile Edge Computing (MEC).

MERCI



2/ Focus sur l'infrastructure routière connectée

Part.1 : Apport de l'infrastructure aux VA(s), Yves COHEN, EGIS

Part 2 : V2X au service des VA(s), Michel PERIN, Marben

Part.3 : Le déploiement des réseaux G5, **Philippe BERESKI**, NOKIA
Bell Lab

LE DÉPLOIEMENT DES RÉSEAUX 5G

PHILIPPE BERESKI, NOKIA BELL LABS

NOKIA Bell Labs

Éléments clefs de la 5G

Capacité

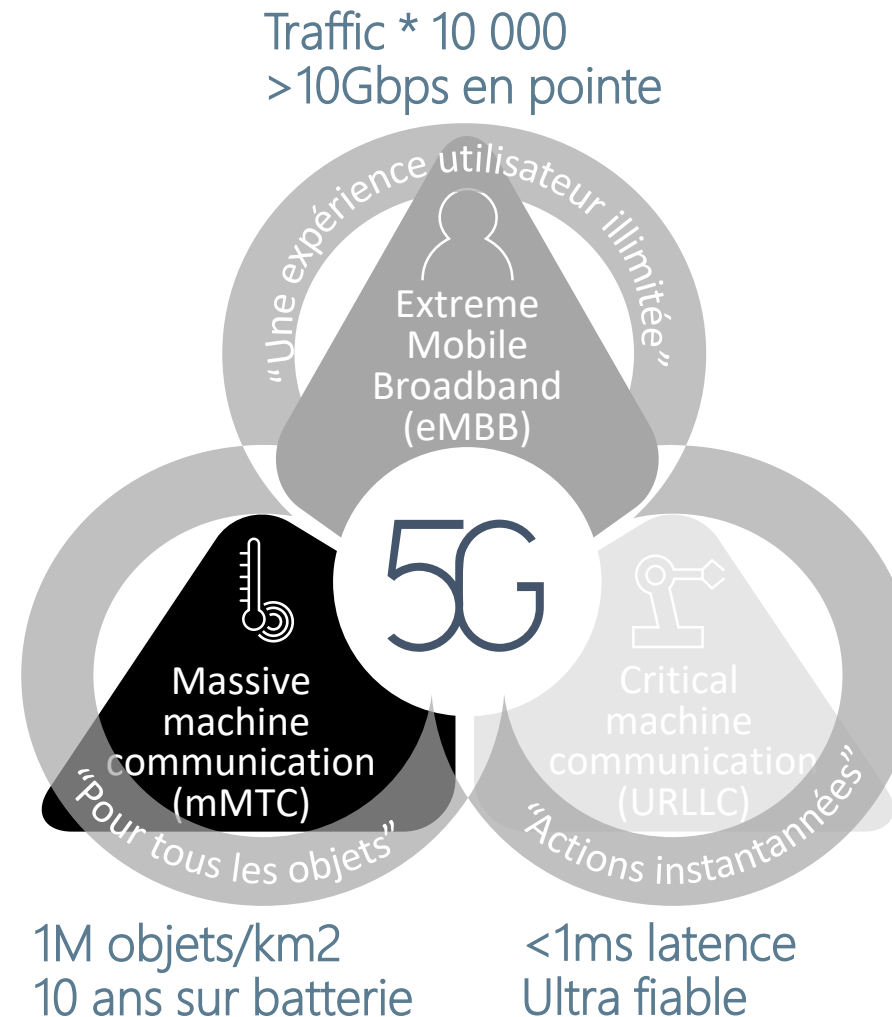
- Massive MIMO
- Spectre plus large (> 100MHz)
- Nouvelles bandes cm et mm
- Connectivité multiple

Services

- Un réseau en tranches (slices)
- QoS accrue
- eMBB et URLLC

Connectivity

- NB-IoT et LTE-M
- Réduction de la signalisation
- Access sans connection



Fiabilité

- Connections Multiples
- Haute disponibilité

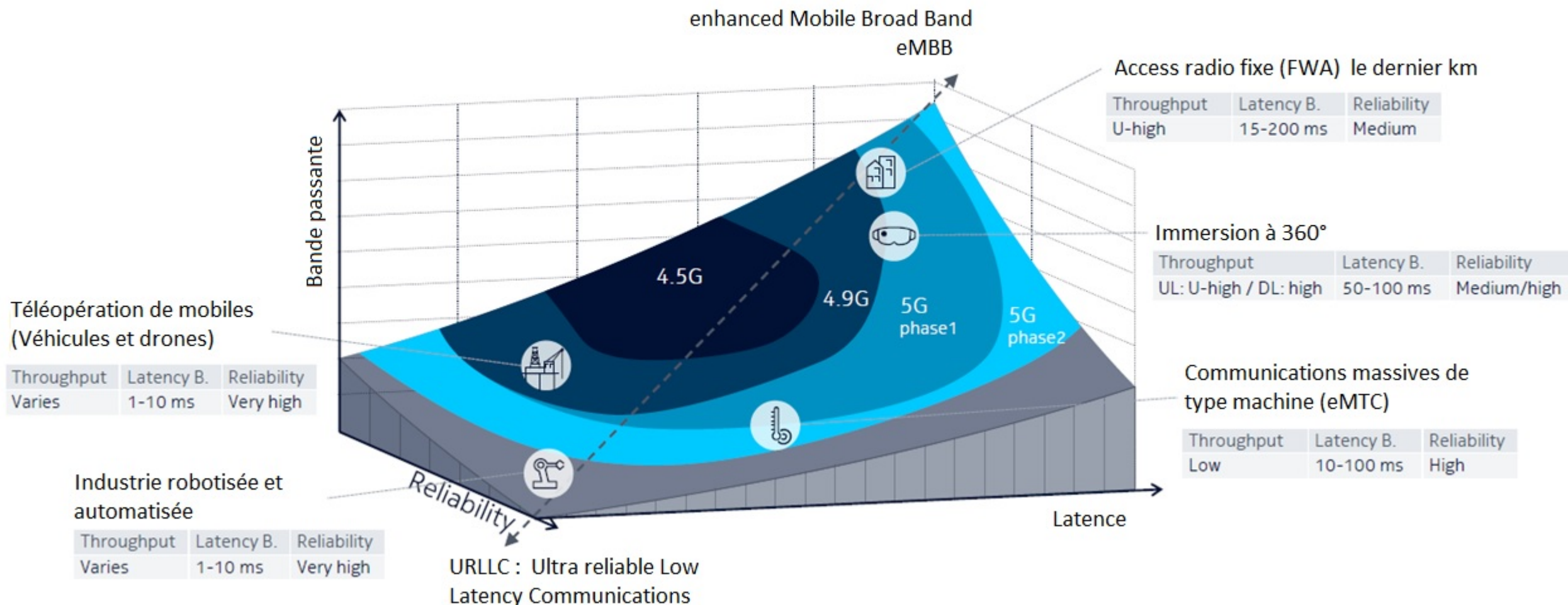
Energies et maintenance

- Lean carrier
- Flexible numerology
- Machine learning

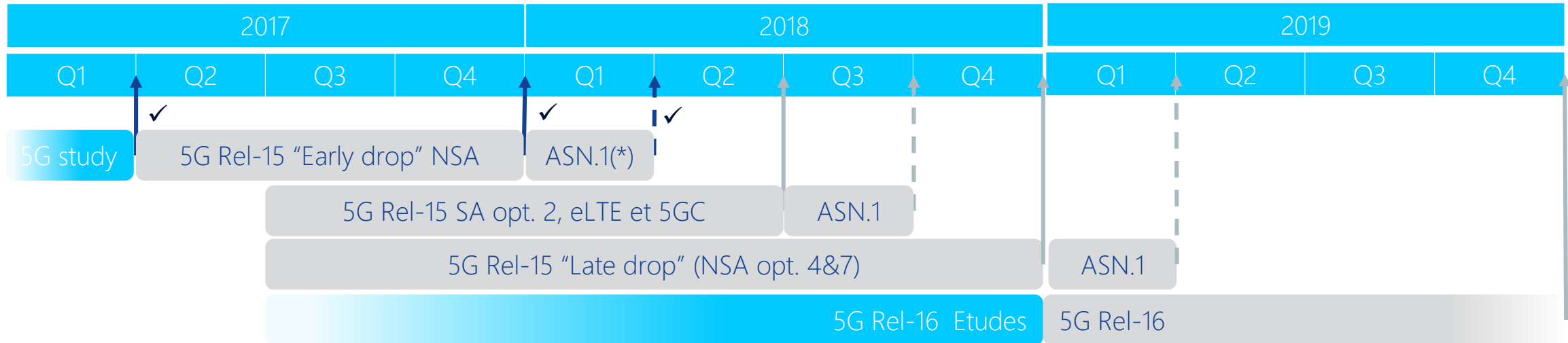
Latence

- Panification des trames radio
- Mini-slot overwriting
- Une QoS GBR délais critiques
- Parallel user planes

Choisir entre volume, latence ou ultra fiabilité



Standardisation : une énorme release 15



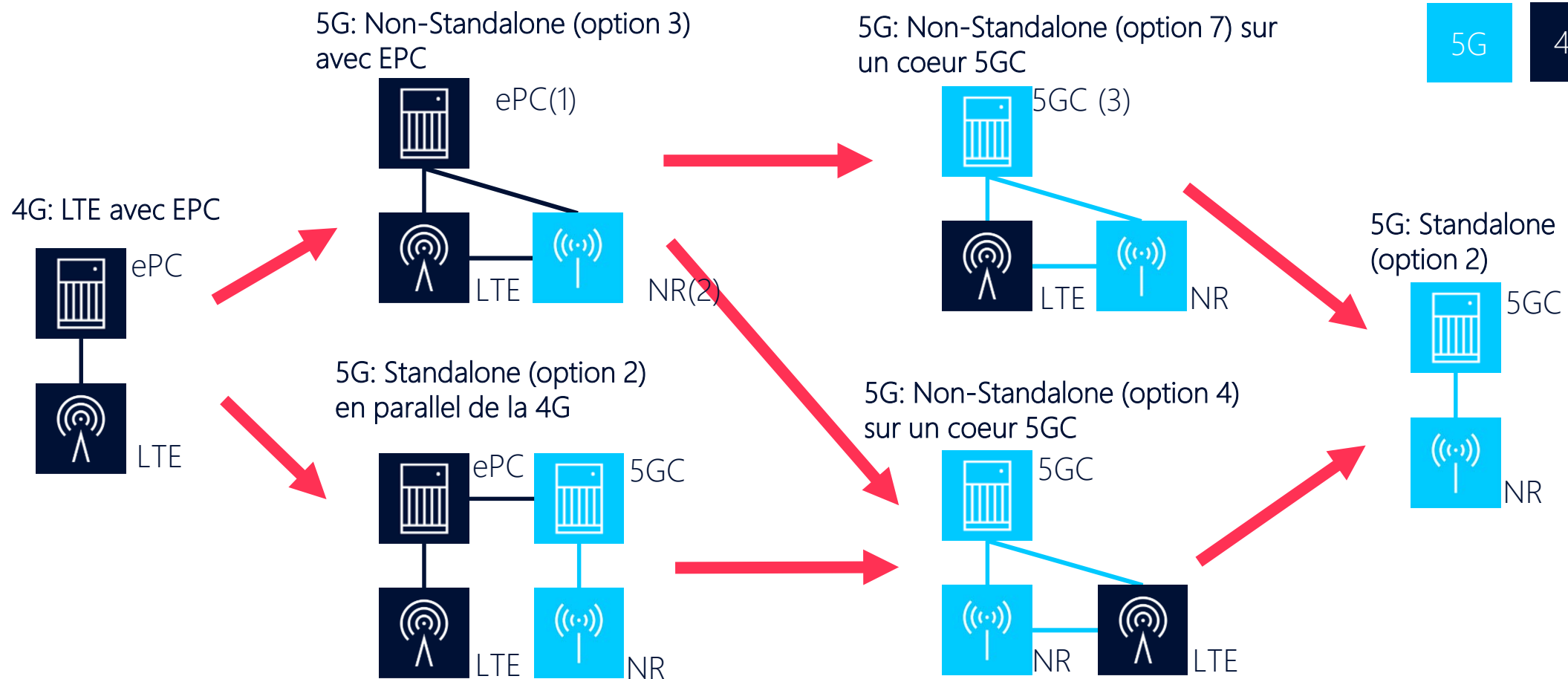
Release 15

- 5G Non-Standalone (NSA) (option 3) définie décembre 2017
ASN.1 et correctifs importants publiés en mars 2018
- Coeur 5G (5GC) études de l'étape 2 terminée en décembre 17
- Tâches restantes (option 2 avec 5GC étape 3) prévues juin 2018, ASN.1 et soumission à l'ITU-R (spectre) septembre 2018
Dernières soumissions (options 4&7) décembre 2018

Etudes R16 : démarrage progressif en 2018, soumission finale à ITU-R juin 2019, fin prévue pour décembre 2019

(*) ASN.1 Abstract Syntax Notation One - définition formelle de la norme à implémenter

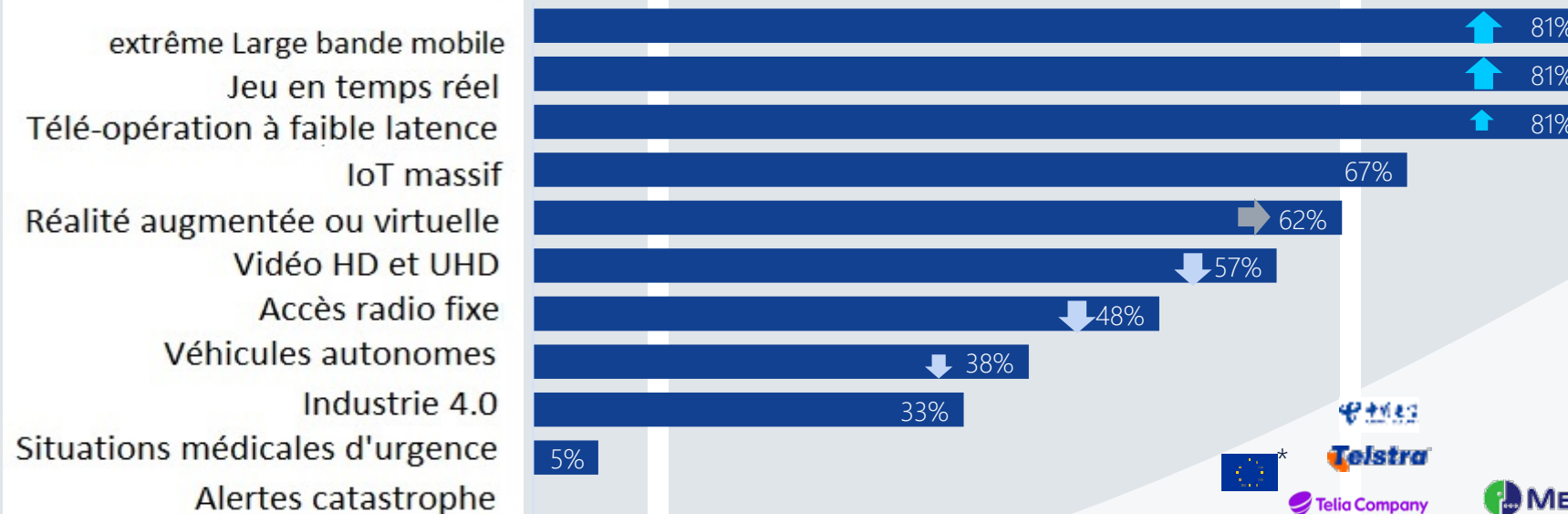
Différents chemins de migration du coeur de réseau



Une grande flexibilité est laissée aux opérateurs pour faire évoluer leurs réseaux

Une perception évolutive des cas d'usage clefs

Classement 2017 des cas d'usage moteur de la 5G *



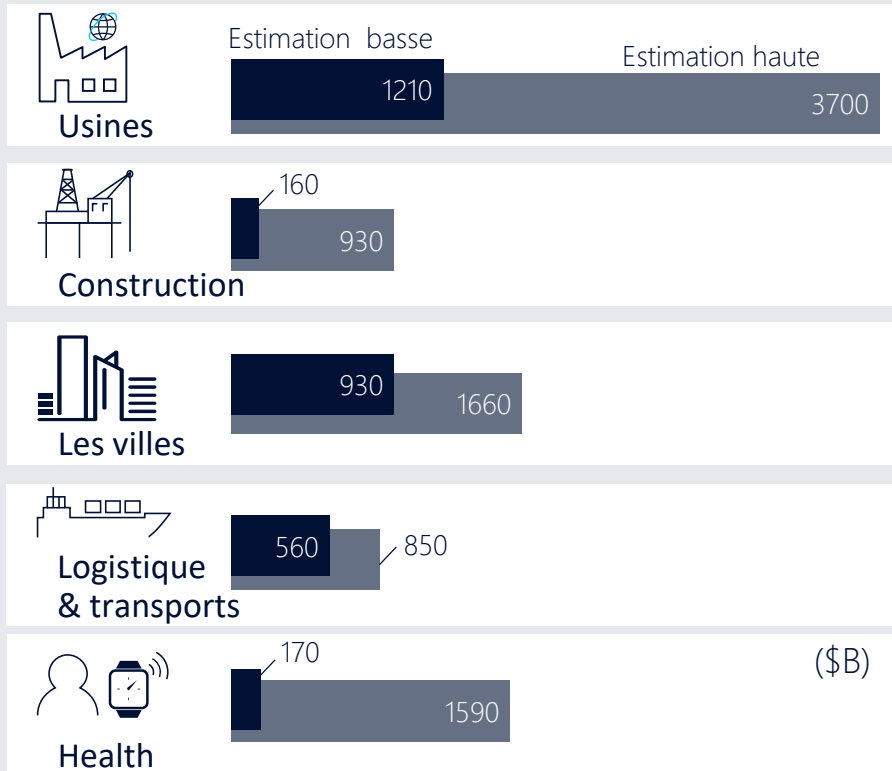
Estimation du déploiement massif



(*) Source: IHS stratégie 5G des opérateurs réseau en 2017 comparées avec celles de 2015/16

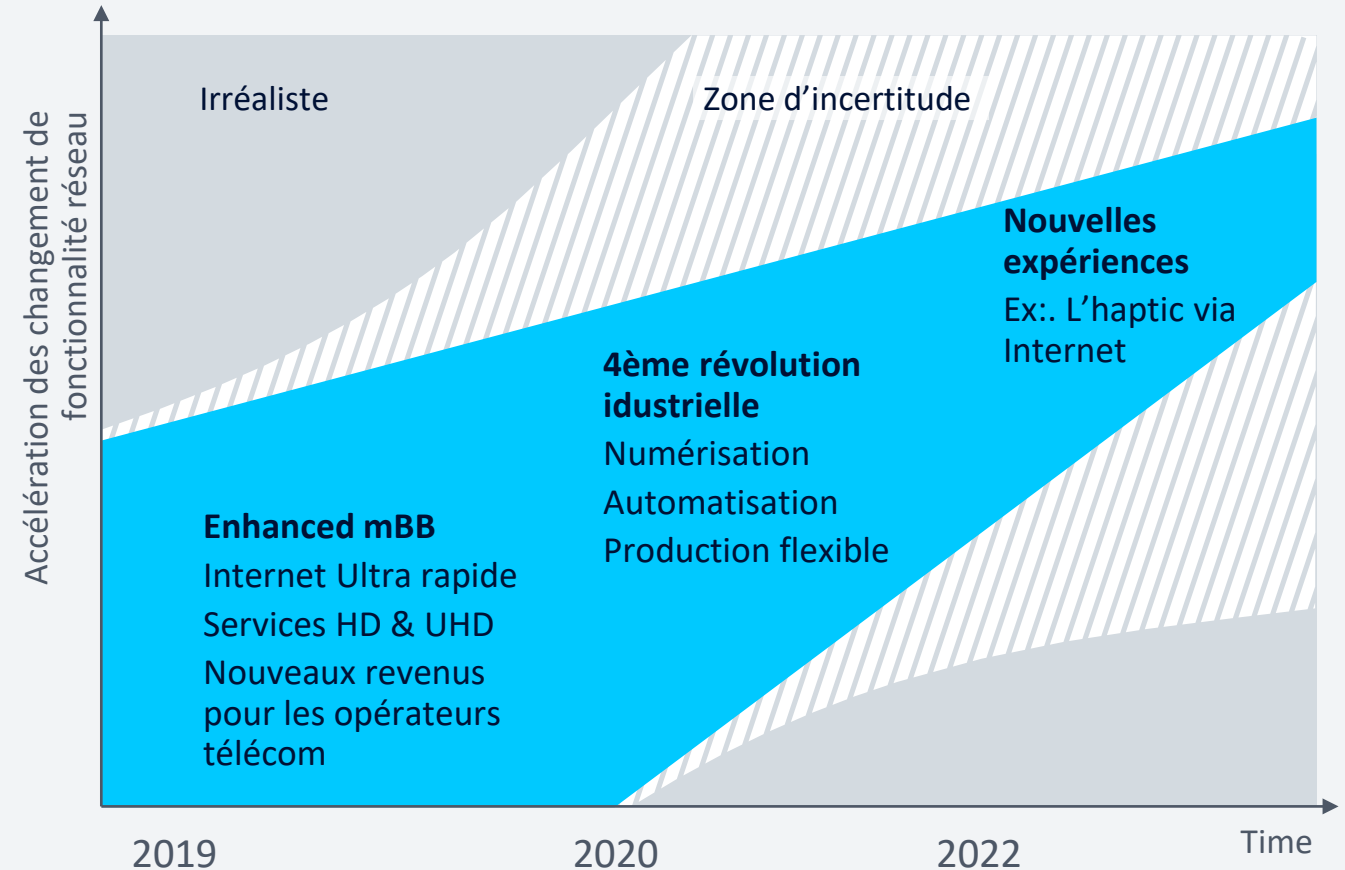
La recherche de valeur pour les opérateurs réseau

Des débouchés importants dans les marchés verticaux

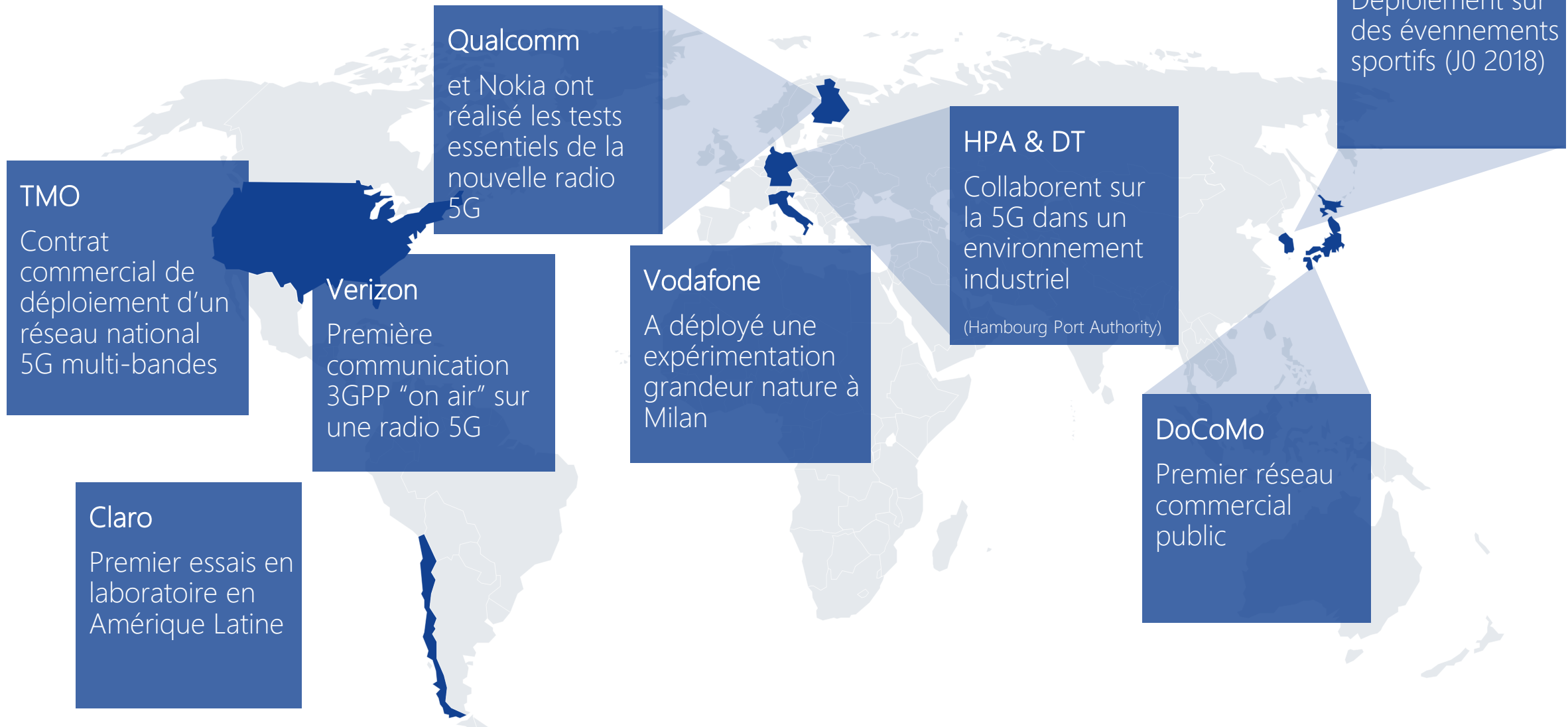


Estimation de la valeur créée par l'IoT à échéance 2025 -
 McKinsey Global Institute

... se tenir prêt pour l'évident et l'incertain



Réalisations de l'écosystème 5G à Q1 2018



MERCI

