

Union internationale des télécommunications

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

Y.4471

(05/2021)

SÉRIE Y: INFRASTRUCTURE MONDIALE DE
L'INFORMATION, PROTOCOLE INTERNET,
RÉSEAUX DE PROCHAINE GÉNÉRATION,
INTERNET DES OBJETS ET VILLES INTELLIGENTES

Internet des objets et villes et communautés intelligentes –
Cadres, architectures et protocoles

**Architecture fonctionnelle de l'assistance à la
conduite fondée sur le réseau pour les
véhicules autonomes**

Recommandation UIT-T Y.4471

UIT-T



RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE Y
**INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION, PROTOCOLE INTERNET, RÉSEAUX DE
PROCHAINE GÉNÉRATION, INTERNET DES OBJETS ET VILLES INTELLIGENTES**

INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION

Généralités	Y.100–Y.199
Services, applications et intergiciels	Y.200–Y.299
Aspects réseau	Y.300–Y.399
Interfaces et protocoles	Y.400–Y.499
Numérotage, adressage et dénomination	Y.500–Y.599
Gestion, exploitation et maintenance	Y.600–Y.699
Sécurité	Y.700–Y.799
Performances	Y.800–Y.899

ASPECTS RELATIFS AU PROTOCOLE INTERNET

Généralités	Y.1000–Y.1099
Services et applications	Y.1100–Y.1199
Architecture, accès, capacités de réseau et gestion des ressources	Y.1200–Y.1299
Transport	Y.1300–Y.1399
Interfonctionnement	Y.1400–Y.1499
Qualité de service et performances de réseau	Y.1500–Y.1599
Signalisation	Y.1600–Y.1699
Gestion, exploitation et maintenance	Y.1700–Y.1799
Taxation	Y.1800–Y.1899
Télévision IP sur réseaux de prochaine génération	Y.1900–Y.1999

RÉSEAUX DE PROCHAINE GÉNÉRATION

Cadre général et modèles architecturaux fonctionnels	Y.2000–Y.2099
Qualité de service et performances	Y.2100–Y.2199
Aspects relatifs aux services: capacités et architecture des services	Y.2200–Y.2249
Aspects relatifs aux services: interopérabilité des services et réseaux dans les réseaux de prochaine génération	Y.2250–Y.2299
Améliorations concernant les réseaux de prochaine génération	Y.2300–Y.2399
Gestion de réseau	Y.2400–Y.2499
Architectures et protocoles de commande de réseau	Y.2500–Y.2599
Réseaux de transmission par paquets	Y.2600–Y.2699
Sécurité	Y.2700–Y.2799
Mobilité généralisée	Y.2800–Y.2899
Environnement ouvert de qualité opérateur	Y.2900–Y.2999

RÉSEAUX FUTURS

INFORMATIQUE EN NUAGE

MÉGADONNÉES

RÉSEAUX DE DISTRIBUTION DE CLÉS QUANTIQUES

INTERNET DES OBJETS ET VILLES ET COMMUNAUTÉS INTELLIGENTES

Considérations générales	Y.4000–Y.4049
Termes et définitions	Y.4050–Y.4099
Exigences et cas d'utilisation	Y.4100–Y.4249
Infrastructure, connectivité et réseaux	Y.4250–Y.4399
Cadres, architectures et protocoles	Y.4400–Y.4549
Services, applications, calcul et traitement des données	Y.4550–Y.4699
Gestion, commande et qualité de fonctionnement	Y.4700–Y.4799
Identification et sécurité	Y.4800–Y.4899
Évaluation et analyse	Y.4900–Y.4999

Recommandation UIT-T Y.4471

Architecture fonctionnelle de l'assistance à la conduite fondée sur le réseau pour les véhicules autonomes

Résumé

La Recommandation UIT-T Y.4471 définit une architecture fonctionnelle de référence pour l'assistance à la conduite fondée sur le réseau pour les véhicules autonomes. Elle précise ce qu'on entend par assistance à la conduite fondée sur le réseau, spécifie les principales entités fonctionnelles et définit les points de référence entre les entités. En outre, les Appendices I et II présentent respectivement les cas d'utilisation et les procédures opérationnelles.

Pour améliorer la conduite des véhicules autonomes, la coordination entre les véhicules et les infrastructures doit être améliorée grâce à des technologies de réseau afin de répondre aux exigences croissantes en matière de services et d'applications de transport. L'assistance à la conduite fondée sur le réseau permet d'améliorer la sécurité et l'efficacité de la conduite automatisée grâce à des capacités de perception et de prise de décision en coopération.

Historique

Edition	Recommandation	Approbation	Commission d'études	ID unique*
1.0	UIT-T Y.4471	17-05-2021	20	11.1002/1000/14423

Mots clés

Véhicule autonome, informatique en périphérie, architecture fonctionnelle, assistance à la conduite fondée sur le réseau, NDA.

* Pour accéder à la Recommandation, reporter cet URL <http://handle.itu.int/> dans votre navigateur Web, suivi de l'identifiant unique, par exemple <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

AVANT-PROPOS

L'Union internationale des télécommunications (UIT) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications et des technologies de l'information et de la communication (ICT). Le Secteur de la normalisation des télécommunications (UIT-T) est un organe permanent de l'UIT. Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T, lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression "Administration" est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue.

Le respect de cette Recommandation se fait à titre volontaire. Cependant, il se peut que la Recommandation contienne certaines dispositions obligatoires (pour assurer, par exemple, l'interopérabilité et l'applicabilité) et on considère que la Recommandation est respectée lorsque toutes ces dispositions sont observées. Le futur d'obligation et les autres moyens d'expression de l'obligation comme le verbe "devoir" ainsi que leurs formes négatives servent à énoncer des prescriptions. L'utilisation de ces formes ne signifie pas qu'il est obligatoire de respecter la Recommandation.

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

À la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets ou par des droits d'auteur afférents à des logiciels, et dont l'acquisition pourrait être requise pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter les bases de données appropriées de l'UIT-T disponibles sur le site web de l'UIT-T, à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2021

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1	Domaine d'application 1
2	Références..... 1
3	Définitions 1
3.1	Termes définis ailleurs 1
3.2	Terme défini dans la présente Recommandation..... 2
4	Abréviations et acronymes 2
5	Conventions 3
6	Introduction 3
7	Architecture fonctionnelle de l'assistance NDA pour les véhicules autonomes..... 4
8	Entités fonctionnelles de l'assistance NDA pour les véhicules autonomes 6
8.1	Traitement des données de bord de route 6
8.2	Traitement des données de véhicule..... 6
8.3	Gestion des données statiques 7
8.4	Gestion des données dynamiques 7
8.5	Fusion des données..... 7
8.6	Élaboration de carte à haute définition 8
8.7	Coordination entre les véhicules 8
8.8	Coordination entre le véhicule et la route..... 9
9	Points de référence de l'architecture fonctionnelle 9
9.1	Points de référence entre les entités..... 9
9.2	Identification des points de référence..... 10
10	Considérations relatives à la sécurité..... 12
	Appendice I – Cas d'utilisation de l'assistance NDA 13
I.1	Cas d'utilisation 1: carte à haute définition 13
I.2	Cas d'utilisation 2: coordination entre les véhicules 14
I.3	Cas d'utilisation 3: coordination entre le véhicule et la route..... 15
	Appendice II – Procédure opérationnelle de l'assistance NDA 17
	Bibliographie..... 19

Recommandation UIT-T Y.4471

Architecture fonctionnelle de l'assistance à la conduite fondée sur le réseau pour les véhicules autonomes

1 Domaine d'application

La présente Recommandation définit l'architecture fonctionnelle de l'assistance à la conduite fondée sur le réseau pour les véhicules autonomes. Les fonctionnalités des différentes couches de l'architecture fonctionnelle sont également définies. De plus, les points de référence sont définis. Le domaine d'application de la présente Recommandation comprend les éléments suivants:

- l'architecture fonctionnelle de l'assistance à la conduite fondée sur le réseau pour les véhicules autonomes;
- les entités fonctionnelles à l'appui de l'assistance à la conduite fondée sur le réseau pour les véhicules autonomes;
- les points de référence de l'architecture fonctionnelle de l'assistance à la conduite fondée sur le réseau.

2 Références

Les Recommandations UIT-T et autres références suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions de la présente Recommandation. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toutes les Recommandations et autres références étant sujettes à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des Recommandations et autres références énumérées ci-dessous. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée. La référence à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document, en tant que tel, le statut d'une Recommandation.

[UIT-T Y.4401] Recommandation UIT-T Y.4401/Y.2068 (2015), *Cadre fonctionnel et capacités de l'Internet des objets*.

3 Définitions

3.1 Termes définis ailleurs

La présente Recommandation utilise les termes suivants définis ailleurs:

3.1.1 application [b-UIT-T Y.2091]: ensemble structuré de capacités, qui constituent une fonctionnalité à valeur ajoutée acceptée par un ou plusieurs services, pouvant être pris en charge par une interface API.

3.1.2 informatique en nuage [b-UIT-T Y.3500]: modèle permettant d'offrir un accès via le réseau à un ensemble modulable et élastique de ressources physiques ou virtuelles mutualisables, approvisionnées et administrées à la demande et en libre-service.

NOTE – Comme exemples de ressources, on peut citer les serveurs, les systèmes d'exploitation, les réseaux, les logiciels, les applications et les équipements de stockage.

3.1.3 dispositif [b-UIT-T Y.4000]: dans l'Internet des objets, équipement doté obligatoirement de capacités de communication et éventuellement de capacités de détection, d'actionnement, de saisie de données, de stockage de données et de traitement de données.

3.1.4 architecture fonctionnelle [b-UIT-T Y.2012]: ensemble d'entités fonctionnelles et de points de référence entre celles-ci, utilisé pour décrire la structure d'un réseau NGN. Ces entités fonctionnelles sont séparées par des points de référence et définissent de ce fait la répartition des fonctions.

NOTE – Les entités fonctionnelles peuvent être utilisées pour décrire un ensemble de configurations de référence. Ces configurations de référence indiquent les points de référence qui sont visibles aux limites entre implémentations d'équipement et entre domaines administratifs.

3.1.5 entité fonctionnelle [b-UIT-T Y.2012]: entité comportant un ensemble indivisible de fonctions déterminées. Les entités fonctionnelles sont des concepts logiques, alors que les groupements d'entités fonctionnelles sont utilisés pour décrire des implémentations physiques ou concrètes.

3.1.6 Internet des objets [b-UIT-T Y.4000]: infrastructure mondiale pour la société de l'information, qui permet de disposer de services évolués en interconnectant des objets (physiques ou virtuels) grâce aux technologies de l'information et de la communication interopérables existantes ou en évolution.

NOTE 1 – En exploitant les capacités d'identification, d'acquisition de données, de traitement et de communication, l'IoT tire pleinement parti des objets pour offrir des services à toutes sortes d'applications, tout en garantissant le respect des exigences de sécurité et de confidentialité.

NOTE 2 – Dans une optique plus large, l'IoT peut être considéré comme un concept ayant des répercussions sur les technologies et la société.

3.1.7 objet [b-UIT-T Y.4000]: dans l'Internet des objets, objet du monde physique (objet physique) ou du monde de l'information (objet virtuel), pouvant être identifié et intégré dans des réseaux de communication.

3.2 Terme défini dans la présente Recommandation

La présente Recommandation définit le terme suivant:

3.2.1 assistance à la conduite fondée sur le réseau (NDA): ensemble de capacités qui aide les véhicules à prendre des décisions en faveur d'une conduite sûre et efficace, en utilisant les données recueillies par les réseaux auprès des véhicules et des infrastructures de bord de route.

4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations et acronymes suivants:

C-V2X	cellulaire de véhicule à tout autre élément (<i>cellular vehicle-to-everything</i>)
DLM	gestion de la durée de vie des données (<i>data lifetime management</i>)
DOI	domaine d'intérêt (<i>domain of interest</i>)
ERTRAC	<i>European Road Transport Research Advisory Council</i>
GNSS	système mondial de navigation par satellite (<i>global navigation satellite system</i>)
IoT	Internet des objets (<i>Internet of Things</i>)
ISAD	niveaux de prise en charge de l'infrastructure pour la conduite automatisée (<i>infrastructure support levels for automated driving</i>)
NDA	assistance à la conduite fondée sur le réseau (<i>network-based driving assistance</i>)
ODD	domaine opérationnel de conception (<i>operational design domain</i>)
RSU	unité de bord de route (<i>roadside unit</i>)
SAE	<i>Society of Automotive Engineers</i>

5 Conventions

Les conventions ci-après sont utilisées dans la présente Recommandation:

- L'expression "il est impératif" indique une exigence qui doit être strictement suivie et par rapport à laquelle aucun écart n'est permis pour pouvoir déclarer la conformité à la présente Recommandation.
- L'expression "il est recommandé" indique une spécification qui est recommandée mais qui n'est pas absolument nécessaire. Cette exigence n'est donc pas indispensable pour déclarer la conformité.

6 Introduction

L'assistance à la conduite permet aux véhicules d'accroître la fluidité du trafic, de réduire leur consommation de carburant et, surtout, d'améliorer la sécurité de la conduite. L'assistance à la conduite classique repose uniquement sur des capteurs et des ordinateurs embarqués en vue de la prise de décision. En raison de l'angle de vue limité de la caméra embarquée et de la complexité des virages et des bosses d'une route, il peut s'avérer difficile d'avoir une perception globale. L'insuffisance des informations est susceptible d'aboutir à des décisions illogiques, ce qui pourrait se solder par une coordination inefficace entre un véhicule et l'environnement qui l'entoure. Les technologies fondées sur le réseau permettent d'améliorer l'assistance à la conduite [b-ETSI TR 102 638]. À titre d'exemple, en utilisant des systèmes de communication hertzienne et les ressources abondantes offertes par des unités périphériques/en nuage pour la détection et les calculs, on peut améliorer la performance de l'assistance à la conduite.

L'assistance à la conduite fondée sur le réseau (NDA) fournit aux véhicules des informations dynamiques sur la circulation et la coordination, afin de les aider à prendre les bonnes décisions en matière de conduite, en tirant parti des technologies de communication hertzienne pour recueillir des informations auprès des véhicules et/ou des infrastructures de bord de route.

L'assistance NDA offre deux principaux avantages:

- En ce qui concerne la détection, des caméras et des capteurs de détection et de localisation par la lumière (LIDAR) situés à l'extérieur des véhicules peuvent offrir une perception de l'environnement de circulation à proximité avec une portée plus vaste et une meilleure précision que les caméras embarquées [b-ETSI TR 103 562].
- Des dispositifs de calcul puissants peuvent être déployés dans des unités périphériques/en nuage, qui peuvent plus facilement satisfaire la demande de calcul élevée des applications sophistiquées et complexes d'assistance à la conduite.

En accédant aux réseaux hertziens, les véhicules et les unités périphériques/en nuage sont connectés, ce qui rend possible l'assistance NDA. Les données tant des capteurs embarqués que des capteurs installés le long des routes peuvent être recueillies conjointement, et une carte dynamique fiable et précise peut être facilement élaborée. Sur la base de la perception, les unités périphériques/en nuage peuvent parvenir à des stratégies de conduite optimales suivant les conditions de circulation actuelles et, par la suite, transmettre des suggestions à chaque véhicule. En outre, il devient faisable d'assurer la coordination entre les véhicules ainsi que la coordination entre les véhicules et les infrastructures routières, ce qui permet d'améliorer la sécurité et l'efficacité du système routier tout entier.

Les fonctions de l'assistance NDA doivent être séparées en fonction de différentes exigences en matière d'urgence et de complexité, comme indiqué dans la Figure 1. Les catégories dans lesquelles les fonctions peuvent être regroupées sont les suivantes:

- Les fonctions de traitement des données de bord de route et de traitement des données de véhicule, qui peuvent collecter et traiter les données des capteurs installés le long des routes (caméras et radars, par exemple) et d'autres unités de l'infrastructure de bord de route (feux de signalisation, par exemple), ainsi que des capteurs embarqués (dans les véhicules).

- Les services périphériques, qui peuvent fournir un appui constant à l'assistance à la conduite faisant intervenir différents opérateurs: des applications sophistiquées et complexes, par exemple des applications de coordination entre les véhicules et les infrastructures peuvent être mises en œuvre dans des serveurs périphériques.
- Les services en nuage, qui ont une vaste couverture et disposent de capacités de calcul puissantes: compte tenu de la transmission à longue portée, certaines fonctions dont les exigences en temps de latence sont moindres peuvent être mises en œuvre dans le nuage, par exemple les fonctions d'élaboration de carte et de planification d'itinéraire. On trouvera dans le § 7 une description plus détaillée de l'architecture fonctionnelle de l'assistance NDA.

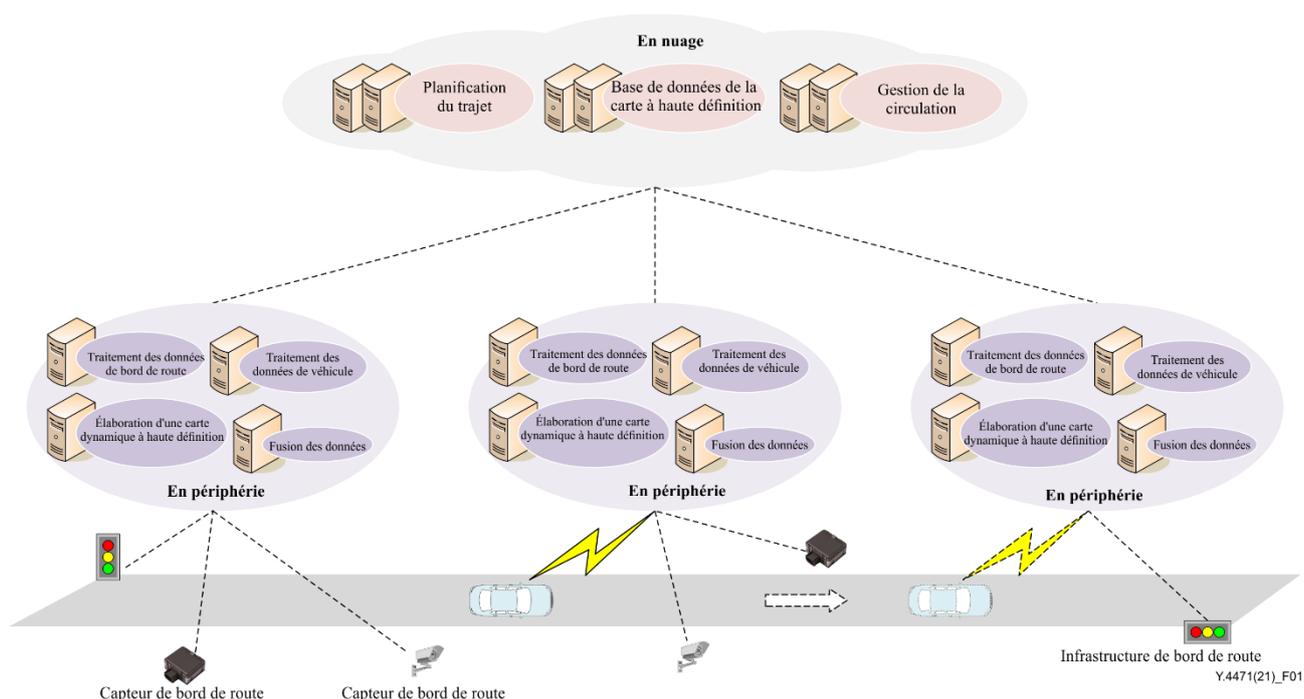


Figure 1 – Aperçu de l'assistance NDA pour les véhicules autonomes

7 Architecture fonctionnelle de l'assistance NDA pour les véhicules autonomes

La Figure 2 illustre l'architecture fonctionnelle de l'assistance NDA pour les véhicules autonomes. Elle comprend les fonctionnalités des services périphériques et en nuage. Dans l'architecture fonctionnelle, les entités fonctionnelles de la couche de prise en charge des services et des applications constituent les entités fonctionnelles de base. Elles peuvent fournir des suggestions de conduite aux véhicules en vue d'offrir une assistance à la conduite autonome. Pour satisfaire les exigences des systèmes de communication ayant un temps de latence particulièrement faible, des réseaux hautement fiables sont nécessaires. Le réseau est transparent vis-à-vis des informations relatives aux interactions entre diverses entités, y compris les dispositifs de véhicule, en périphérie et en nuage.

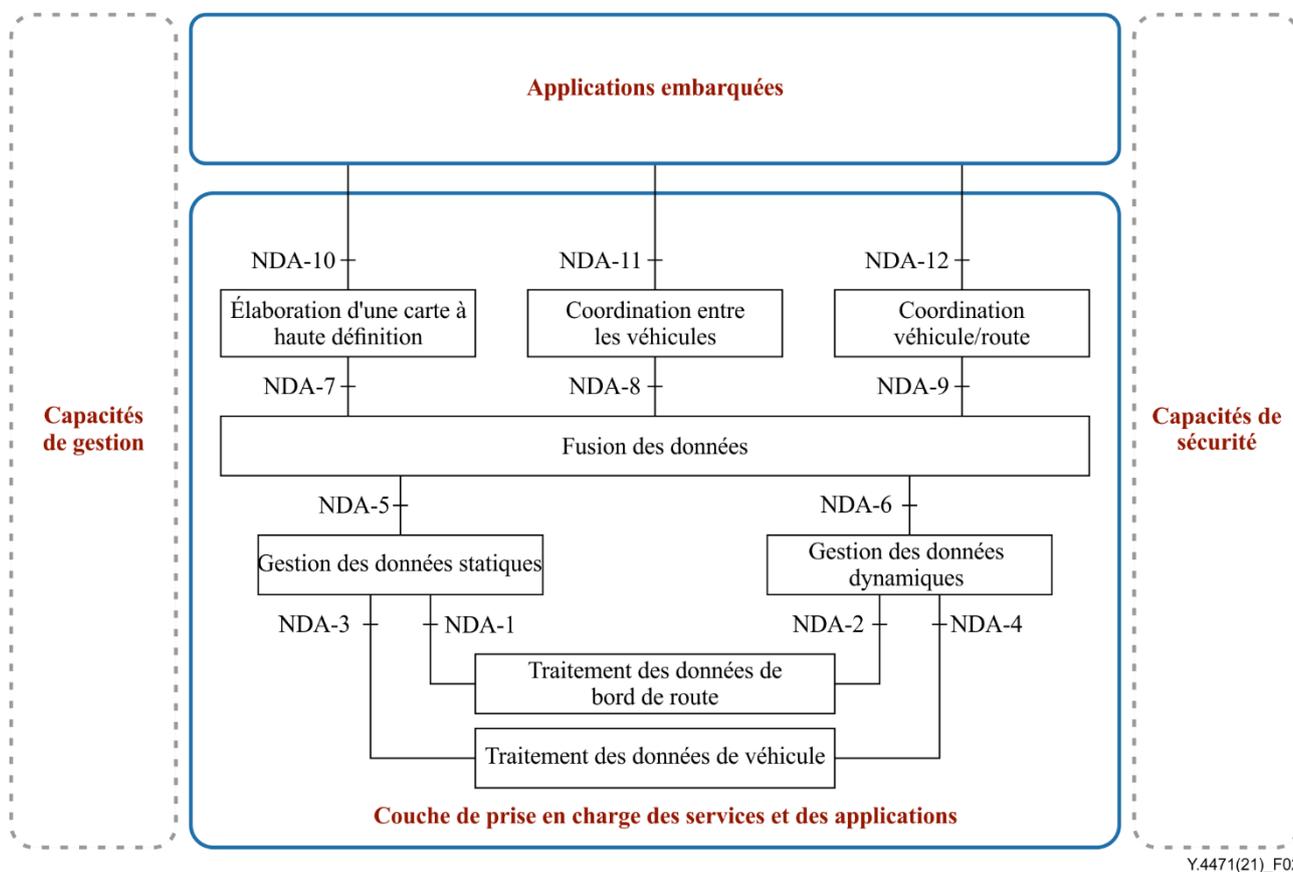


Figure 2 – Architecture fonctionnelle de l'assistance NDA pour les véhicules autonomes

Dans cette architecture:

- Les capacités de gestion peuvent renvoyer au § 8.5, relatif aux capacités de gestion, de la Recommandation [UIT-T Y.4401]. Les capacités de gestion sont utilisées pour satisfaire les exigences en matière d'interopérabilité, d'évolutivité, de fiabilité, de disponibilité élevée et de facilité de gestion, qui sont requises par les entités de cette architecture fonctionnelle. La présente Recommandation ne définit aucune nouvelle capacité de gestion.
- Les capacités de sécurité peuvent renvoyer au § 8.7, relatif aux capacités de sécurité et de protection de la vie privée, de la Recommandation [UIT-T Y.4401]. Les capacités de sécurité sont utilisées pour satisfaire les exigences de sécurité des communications, de gestion des données, de sécurité de la fourniture de services, d'intégration de la sécurité, d'authentification mutuelle et d'autorisation, et de contrôle de la sécurité des entités de cette architecture fonctionnelle. La présente Recommandation ne définit aucune nouvelle capacité de sécurité.
- Les applications embarquées désignent les applications qui sont mises en œuvre à bord des véhicules, comme la navigation, la localisation et la sensibilisation au risque fondée sur la coopération.
- Les entités fonctionnelles de la couche de prise en charge des services et des applications constituent les entités fonctionnelles de base. Ces entités fonctionnelles de base peuvent fournir des suggestions de conduite sous forme d'information d'entrée aux applications embarquées des véhicules autonomes, en vue de générer des décisions de conduite.

8 Entités fonctionnelles de l'assistance NDA pour les véhicules autonomes

8.1 Traitement des données de bord de route

L'entité fonctionnelle de traitement des données de bord de route est chargée de la collecte et du traitement des données des capteurs installés le long des routes (caméras et radars, par exemple) et d'autres unités de l'infrastructure de bord de route (feux de signalisation, par exemple).

Les recommandations concernant les fonctionnalités de l'entité fonctionnelle de traitement des données de bord de route sont les suivantes:

- Il est recommandé de prévoir une agrégation des données des capteurs de bord de route et d'autres unités des infrastructures de bord de route avec un contrôle d'accès approprié.
- Il est recommandé de prévoir une analyse de la qualité des données en vue d'identifier la fiabilité des données recueillies pour les entités fonctionnelles de gestion des données statiques et des données dynamiques.
- Il est recommandé de disposer d'une capacité de traitement des données de bord de route dans différents formats.
- Il est recommandé de prévoir une analyse comparative en vue d'aligner les informations tant dans le domaine temporel que dans le domaine spatial, de regrouper les données recueillies sous différents champs de vision et de perception, et de constituer une perception unifiée du bord de route.
- Il est recommandé de prévoir une identification de la perception du bord de route et un classement en données de bord de route statiques et dynamiques, selon la fréquence d'actualisation.
- Il est recommandé de prévoir une encapsulation des données sur la base des protocoles d'interface connexes, afin de transmettre des données de bord de route statiques à l'entité fonctionnelle de gestion des données statiques, et des données de bord de route dynamiques à l'entité fonctionnelle de gestion des données dynamiques.

8.2 Traitement des données de véhicule

L'entité fonctionnelle de traitement des données de véhicule est chargée de la collecte et du traitement des données des capteurs embarqués.

Les recommandations concernant les fonctionnalités de l'entité fonctionnelle de traitement des données de véhicule sont les suivantes:

- Il est recommandé de prévoir une agrégation des données des capteurs embarqués avec un contrôle d'accès approprié.
- Il est recommandé de prévoir une analyse de la qualité des données en vue d'identifier la fiabilité des données recueillies pour les entités fonctionnelles de gestion des données statiques et des données dynamiques.
- Il est recommandé de disposer d'une capacité de traitement des données de véhicule dans différents formats.
- Il est recommandé de prévoir une analyse comparative en vue d'aligner les informations tant dans le domaine temporel que dans le domaine spatial, de regrouper les données recueillies sous différents champs de vision et de perception, et de constituer une perception unifiée du véhicule.
- Il est recommandé de prévoir une identification de la perception du véhicule et un classement en données de véhicule statiques et dynamiques, selon la fréquence d'actualisation.
- Il est recommandé de prévoir une encapsulation des données sur la base des protocoles d'interface connexes, afin de transmettre des données de véhicule statiques à l'entité

fonctionnelle de gestion des données statiques, et des données de véhicule dynamiques à l'entité fonctionnelle de gestion des données dynamiques.

8.3 Gestion des données statiques

L'entité fonctionnelle de gestion des données statiques est chargée du traitement préliminaire et de la gestion des données statiques fournies par l'entité fonctionnelle de traitement des données de bord de route et l'entité fonctionnelle de traitement des données de véhicule. Les données statiques ne varient pas dans le temps, comme les informations sur la topologie des routes et les marquages au sol. Les recommandations concernant les fonctionnalités de l'entité fonctionnelle de gestion des données statiques sont les suivantes:

- Il est recommandé de prévoir une agrégation des données statiques de bord de route et des données statiques de véhicule.
- Il est recommandé de prévoir une extraction des caractéristiques et un filtrage reposant sur un modèle pour assurer la reconnaissance des éléments statiques, puis des relations sémantiques entre ces éléments, comme la reconnaissance des marquages au sol et des panneaux de signalisation, et la modélisation de la topologie du réseau de voies.
- Il est recommandé de prévoir une gestion du cycle de vie des données statiques, y compris la création, le suivi, la mise à jour et l'effacement.
- Il est recommandé de prévoir une encapsulation des données sur la base des protocoles d'interface connexes, afin de transmettre des données statiques structurées à l'entité fonctionnelle de fusion des données.

8.4 Gestion des données dynamiques

L'entité fonctionnelle de gestion des données dynamiques est chargée du traitement préliminaire et de la gestion des données dynamiques provenant de l'entité fonctionnelle de traitement des données de bord de route et de l'entité fonctionnelle de traitement des données de véhicule. Les données dynamiques varient dans le temps, comme les informations en temps réel sur le flux de trafic, l'emplacement et la vitesse de circulation des usagers de la route.

Les recommandations concernant les fonctionnalités de l'entité fonctionnelle de gestion des données dynamiques sont les suivantes:

- Il est recommandé de prévoir une agrégation des données dynamiques de bord de route et des données dynamiques de véhicule.
- Il est recommandé de prévoir une extraction des caractéristiques et un filtrage reposant sur un modèle pour assurer la reconnaissance et le suivi des éléments dynamiques, puis des relations sémantiques entre ces éléments, comme la reconnaissance des véhicules et la modélisation de la carte d'occupation.
- Il est recommandé de prévoir une gestion du cycle de vie des données dynamiques, y compris la création, le suivi, la mise à jour et l'effacement.
- Il est recommandé de prévoir une encapsulation des données sur la base des protocoles d'interface connexes, afin de transmettre des données dynamiques structurées à l'entité fonctionnelle de fusion des données.

8.5 Fusion des données

L'entité fonctionnelle de fusion des données est chargée de la fusion et de l'intégration des données statiques et des données dynamiques ayant été traitées au préalable.

Les recommandations concernant les fonctionnalités de l'entité fonctionnelle de fusion des données sont les suivantes:

- Il est recommandé de prévoir une agrégation des données statiques et des données dynamiques.
- Il est recommandé de pouvoir mettre en correspondance et cartographier les données statiques et les données dynamiques, pour effectuer un positionnement relatif, de pouvoir transformer les coordonnées, pour effectuer un positionnement absolu, et de prévoir une combinaison avec d'autres mécanismes de positionnement, comme le positionnement fondé sur le système mondial de navigation par satellite (GNSS) et le positionnement fondé sur le réseau, afin d'obtenir des informations précises et fiables sur l'emplacement.
- Il est recommandé de pouvoir modéliser le contexte et le cadre, ainsi que l'environnement, compte tenu des contraintes liées aux données statiques et aux données dynamiques, afin de comprendre le cadre, de détecter les événements et de reconnaître les activités, en vue d'obtenir des informations sur le contexte.
- Il est recommandé de disposer de fonctions de retouche pour déduire la perception manquante, en vue de générer un résultat de fusion avec une interprétation et une description complètes du contexte et de l'environnement des usagers de la route et des infrastructures.
- Il est recommandé de prévoir une encapsulation des données sur la base des protocoles d'interface connexes, afin de transmettre un résultat de fusion aux entités fonctionnelles d'élaboration de carte à haute définition, de coordination entre les véhicules et de coordination entre le véhicule et la route.

8.6 Élaboration de carte à haute définition

L'entité fonctionnelle d'élaboration de carte à haute définition est chargée de l'élaboration de cartes à haute définition sur la base d'une vision d'ensemble du réseau de circulation et des informations actualisées sur les conditions de circulation en temps réel.

Les recommandations concernant les fonctionnalités de l'entité fonctionnelle d'élaboration de carte à haute définition sont les suivantes:

- Il est recommandé de pouvoir réaliser une vectorisation des éléments d'une carte pour élaborer et actualiser les cartes à haute définition compte tenu du résultat de la fusion.
- Il est recommandé de pouvoir élaborer des cartes à différents niveaux hiérarchiques, par exemple aux niveaux des routes, des voies et des caractéristiques, dans le domaine de la conduite automatisée.
- Il est recommandé de pouvoir fournir des extraits de carte compte tenu de l'emplacement des véhicules, afin de transmettre une carte en temps réel aux véhicules autonomes, de manière simultanée.
- Il est recommandé de prévoir une encapsulation des données sur la base des protocoles d'application, afin de transmettre des informations cartographiques aux applications embarquées, si les véhicules en ont besoin.
- Il est recommandé de prévoir une évaluation des informations en retour émanant des applications embarquées en vue d'améliorer l'assistance à la conduite.

8.7 Coordination entre les véhicules

L'entité fonctionnelle de coordination entre les véhicules est chargée de la coordination et de la formulation de suggestions de conduite à l'intention de véhicules en fonction de la situation (distance entre les véhicules, priorités, par exemple), afin de suggérer des manœuvres de conduite et de transmettre des alertes pour éviter les collisions [b-SAE J3216] [b-ETSI-EN 302].

Les recommandations concernant les fonctionnalités de l'entité fonctionnelle de coordination entre les véhicules sont les suivantes:

- Il est recommandé de pouvoir extraire des informations sur la conduite des véhicules dans le domaine d'intérêt, y compris la position, la vitesse, la direction et la destination, sur la base des informations émanant de l'entité de fusion des données.
- Il est recommandé de pouvoir modéliser et actualiser la relation entre les véhicules et de pouvoir prévoir l'évolution du déplacement des véhicules.
- Il est recommandé de pouvoir formuler des suggestions de conduite sur la base de la relation entre les véhicules et des résultats des prévisions, afin d'améliorer la conduite et d'éviter les collisions en coopération.
- Il est recommandé de prévoir une encapsulation des données sur la base des protocoles d'application, afin de transmettre des suggestions de conduite en vue de la coordination entre les véhicules aux applications embarquées, si les véhicules en ont besoin.
- Il est recommandé de prévoir une évaluation des informations en retour émanant des applications embarquées en vue d'améliorer l'assistance à la conduite.

8.8 Coordination entre le véhicule et la route

L'entité fonctionnelle de coordination entre le véhicule et la route est chargée de la coordination et de la formulation de suggestions de conduite à l'intention de véhicules en fonction de la situation (règles et conditions de circulation dynamiques, par exemple), afin de suggérer des informations de coordination aux véhicules.

Les recommandations concernant les fonctionnalités de l'entité fonctionnelle de coordination entre le véhicule et la route sont les suivantes:

- Il est recommandé de pouvoir évaluer les informations relatives aux routes, y compris l'accessibilité, la capacité, la performance des routes, ainsi que la phase des feux de signalisation, sur la base des informations émanant de l'entité de fusion des données.
- Il est recommandé de pouvoir modéliser et actualiser les relations entre le véhicule et la topologie de la route, de pouvoir prévoir l'évolution des conditions de circulation macroscopiques, et de pouvoir suggérer des options de navigation.
- Il est recommandé de pouvoir modéliser et actualiser les relations entre le véhicule et les infrastructures de bord de route, de pouvoir optimiser le signal de commande des infrastructures de bord de route sur la base des conditions de circulation microscopiques, et de pouvoir suggérer des manœuvres de conduite.
- Il est recommandé de prévoir une encapsulation des données sur la base des protocoles d'application, afin de transmettre des suggestions de conduite en vue de la coordination entre le véhicule et la route aux applications embarquées, si les véhicules en ont besoin.
- Il est recommandé de prévoir une évaluation des informations en retour émanant des applications embarquées en vue d'améliorer l'assistance à la conduite.

9 Points de référence de l'architecture fonctionnelle

9.1 Points de référence entre les entités

Dans l'architecture fonctionnelle, les entités fonctionnelles de l'assistance à la conduite pour les véhicules autonomes dans les différentes couches sont connectées par l'intermédiaire de points de référence, à savoir:

- Point de référence NDA-1: point de référence entre l'entité de traitement des données de bord de route et l'entité de gestion des données statiques, à l'appui de la collecte des données et de la fusion des données statiques.

- Point de référence NDA-2: point de référence entre l'entité de traitement des données de bord de route et l'entité de gestion des données dynamiques, à l'appui de la collecte des données et de la fusion des données dynamiques.
- Point de référence NDA-3: point de référence entre l'entité de traitement des données de véhicule et l'entité de gestion des données statiques, à l'appui de la collecte des données et de la fusion des données statiques.
- Point de référence NDA-4: point de référence entre l'entité de traitement des données de véhicule et l'entité de gestion des données dynamiques, à l'appui de la collecte des données et de la fusion des données dynamiques.
- Point de référence NDA-5: point de référence entre l'entité de gestion des données statiques et l'entité de fusion des données, à l'appui de la fonction de fusion des données.
- Point de référence NDA-6: point de référence entre l'entité de gestion des données dynamiques et l'entité de fusion des données, à l'appui de la fonction de fusion des données.
- Point de référence NDA-7: point de référence entre l'entité de fusion des données et l'entité d'élaboration de carte à haute définition, à l'appui de la fonction d'élaboration de carte à haute définition.
- Point de référence NDA-8: point de référence entre l'entité de fusion des données et l'entité de coordination entre les véhicules, à l'appui de la commande coopérative entre les véhicules.
- Point de référence NDA-9: point de référence entre l'entité de fusion des données et l'entité de coordination entre le véhicule et la route, à l'appui de la commande coopérative entre le véhicule et l'infrastructure de bord de route.
- Point de référence NDA-10: point de référence entre l'entité d'élaboration d'une carte à haute définition et les applications embarquées, à l'appui de différentes applications d'assistance à la conduite embarquées ou d'applications de conduite autonome.
- Point de référence NDA-11: point de référence entre l'entité de coordination entre les véhicules et les applications embarquées, à l'appui de différentes applications d'assistance à la conduite embarquées ou d'applications de conduite autonome.
- Point de référence NDA-12: point de référence entre l'entité de coordination entre le véhicule et la route et les applications embarquées, à l'appui de différentes applications d'assistance à la conduite embarquées ou d'applications de conduite autonome.

9.2 Identification des points de référence

9.2.1 Point de référence NDA-1

La communication entre l'entité de traitement des données de bord de route et l'entité de gestion des données statiques est assurée via le point de référence NDA-1. Celui-ci transmet des informations qui ne varient pas dans le temps et qui sont recueillies auprès des infrastructures de bord de route, telles que les informations sur le réseau routier et les informations statiques sur les panneaux de signalisation et les marquages au sol.

9.2.2 Point de référence NDA-2

La communication entre l'entité de traitement des données de bord de route et l'entité de gestion des données dynamiques est assurée via le point de référence NDA-2. Celui-ci transmet des informations qui varient dans le temps et qui sont recueillies auprès des infrastructures de bord de route, telles que les informations sur les usagers de la route et la phase des feux de signalisation détectés.

9.2.3 Point de référence NDA-3

La communication entre l'entité de traitement des données de véhicule et l'entité de gestion des données statiques est assurée via le point de référence NDA-3. Celui-ci transmet des informations qui

ne varient pas dans le temps et qui sont recueillies auprès des véhicules, par exemple les paramètres essentiels et les identifications du véhicule.

9.2.4 Point de référence NDA-4

La communication entre l'entité de traitement des données de véhicule et l'entité de gestion des données dynamiques est assurée via le point de référence NDA-4. Celui-ci transmet des informations qui varient dans le temps et qui sont recueillies auprès des véhicules, par exemple la situation de conduite du véhicule (vitesse, couple moteur, niveau de consommation de carburant) et des données de perception relatives au véhicule autonome provenant des capteurs embarqués (caméra et capteur LIDAR, par exemple).

9.2.5 Point de référence NDA-5

La communication entre l'entité de gestion des données statiques et l'entité de fusion des données est assurée via le point de référence NDA-5. Celui-ci transmet des données statiques traitées au préalable, qui proviennent du traitement des données de véhicule et du traitement des données de bord de route, à l'entité de fusion des données, à des fins de traitement complémentaire.

9.2.6 Point de référence NDA-6

La communication entre l'entité de gestion des données dynamiques et l'entité de fusion des données est assurée via le point de référence NDA-6. Celui-ci transmet des données dynamiques traitées au préalable, qui proviennent du traitement des données de véhicule et du traitement des données de bord de route, à l'entité de fusion des données, à des fins de traitement complémentaire.

9.2.7 Point de référence NDA-7

La communication entre l'entité de fusion des données et l'entité d'élaboration de carte à haute définition est assurée via le point de référence NDA-7. Celui-ci transmet les résultats de la fusion des données en vue de l'élaboration de cartes à haute définition, y compris les informations sur l'emplacement et le contexte concernant les usagers de la route (piétons, cyclistes, automobilistes, par exemple).

9.2.8 Point de référence NDA-8

La communication entre l'entité de fusion des données et l'entité de coordination entre les véhicules est assurée via le point de référence NDA-8. Celui-ci transmet principalement les résultats de la fusion des informations sur les véhicules pour générer des suggestions de conduite en vue de la coordination entre les véhicules, à l'intention des applications embarquées.

9.2.9 Point de référence NDA-9

La communication entre l'entité de fusion des données et l'entité de coordination entre le véhicule et la route est assurée via le point de référence NDA-9. Celui-ci transmet principalement les résultats de la fusion des informations sur le véhicule et des informations sur l'infrastructure de bord de route, qui sont utilisées pour générer des suggestions de conduite en vue de la coordination entre le véhicule et la route, à l'intention des applications embarquées.

9.2.10 Point de référence NDA-10

La communication entre l'entité d'élaboration de carte à haute définition et les applications embarquées est assurée via le point de référence NDA-10. Celui-ci transmet principalement des extraits de cartes à haute définition, y compris de cartes aux niveaux des routes, des voies et des caractéristiques.

9.2.11 Point de référence NDA-11

La communication entre l'entité de coordination entre les véhicules et les applications embarquées est assurée via le point de référence NDA-11. Celui-ci transmet principalement des suggestions

d'assistance en vue d'une conduite optimale aux véhicules, sur la base des relations entre les véhicules en circulation, par exemple en recommandant des manœuvres de conduite ou en transmettant des alertes pour éviter les collisions.

9.2.12 Point de référence NDA-12

La communication entre l'entité de coordination entre le véhicule et la route et les applications embarquées est assurée via le point de référence NDA-12. Celui-ci transmet principalement des suggestions d'assistance en vue d'une conduite optimale aux véhicules, sur la base des informations relatives à l'infrastructure de bord de route, par exemple la vitesse de conduite ou l'itinéraire optimisés.

10 Considérations relatives à la sécurité

En ce qui concerne l'architecture fonctionnelle, la sécurité de l'assistance NDA décrite dans le § 7 renvoie à l'entité fonctionnelle de sécurité et de protection de la vie privée définie dans la Recommandation [UIT-T Y.4401]. S'agissant des capacités de base, les capacités relatives à la sécurité et à la protection de la vie privée, comme la sécurité des communications, la gestion des données, la sécurité de la fourniture de services, l'intégration de la sécurité, l'authentification mutuelle et l'autorisation, et le contrôle de la sécurité, qui sont décrites dans le § 8.7 de la Recommandation [UIT-T Y.4401], satisferont les exigences communes en matière de sécurité de l'assistance NDA.

Appendice I

Cas d'utilisation de l'assistance NDA

(Cet Appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation.)

On trouvera dans le présent Appendice des cas d'utilisation illustrant le déploiement de l'architecture fonctionnelle de l'assistance NDA.

I.1 Cas d'utilisation 1: carte à haute définition

Une carte à haute définition, considérée comme l'une des principales technologies permettant de parvenir à une conduite automatisée, transmet la perception, en temps réel, des environnements de circulation, et fournit en outre des informations de base à l'appui de l'assistance à la conduite pour les véhicules autonomes.

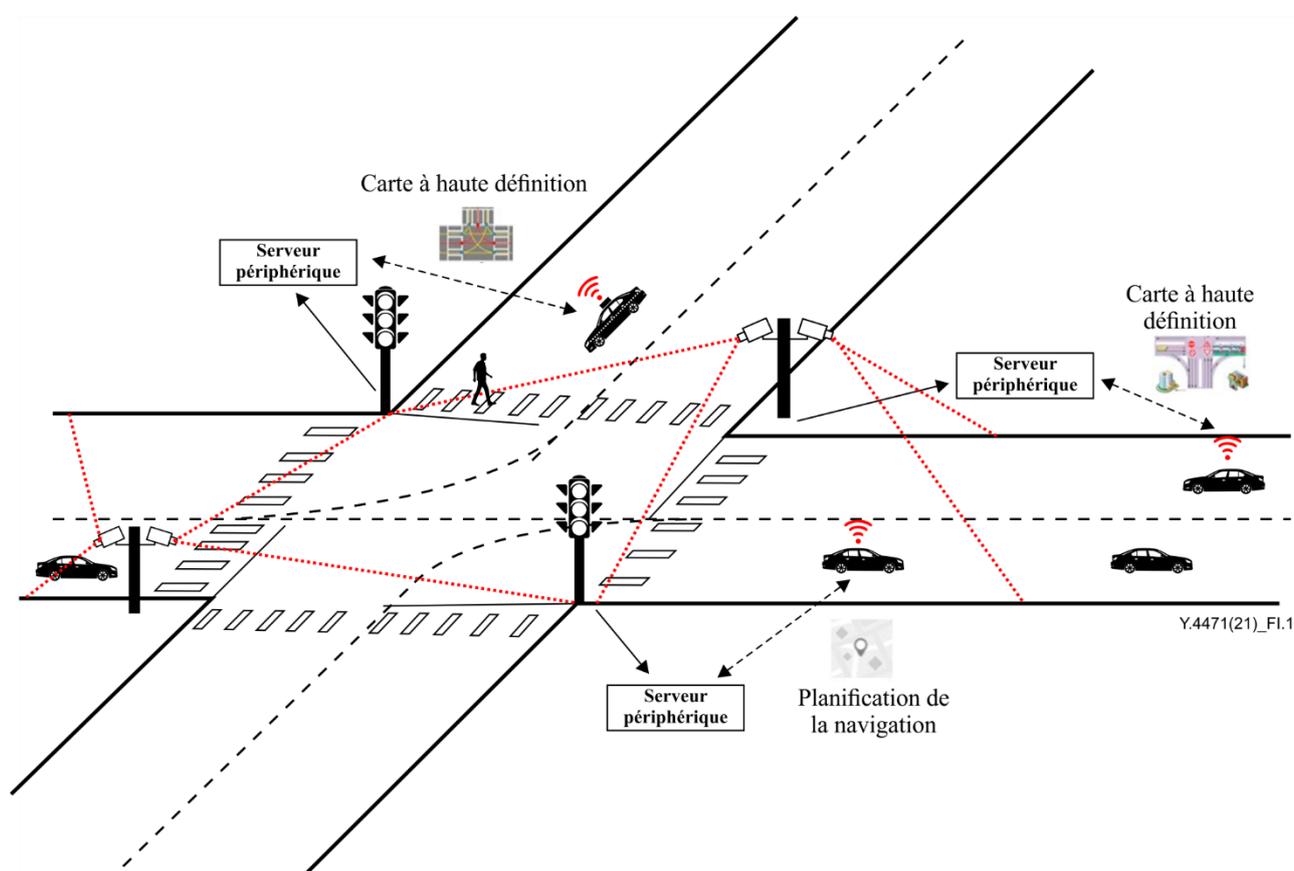


Figure I.1 – Cas d'utilisation d'une carte à haute définition

À la différence d'une carte électronique de navigation classique, une carte à haute définition est considérée comme une technologie nécessaire à la conduite automatisée allant du niveau 3 au niveau 5 (L3~L5) (les niveaux d'automatisation de la conduite étant définis par la Society of Automotive Engineers (SAE) dans le Rapport technique [b-SAE J3016]). Les cartes à haute définition contiennent des informations précises et en grande quantité concernant l'environnement de circulation, par exemple des informations sur les conditions de circulation, le trafic et les événements, et assurent une mise à jour évolutive, sur la base d'une analyse de grandes quantités de données qui ont été recueillies auprès de capteurs et d'infrastructures de tous types. L'assistance NDA permet de répondre aux exigences ci-dessous en vue de l'élaboration de cartes à haute définition:

- Source de données: les véhicules autonomes ont une perception de l'environnement limitée du fait de la portée et de la capacité des capteurs embarqués. L'assistance NDA est en mesure de recueillir des données auprès des capteurs et des infrastructures de bord de route, ce qui lui permet de fournir davantage d'informations en vue d'élaborer des cartes à haute définition fiables.
- Mode de calcul: l'assistance NDA dispose de ressources de calcul redondantes, en nuage et en périphérie, pour traiter des volumes considérables d'informations, ce qui lui permet de programmer efficacement les calculs en vue d'effectuer une mise à jour évolutive des cartes à haute définition.

Une carte à haute définition est considérée comme une technologie importante pour aider les véhicules autonomes à prendre des décisions. À titre d'exemple, lorsque le système de perception embarqué des véhicules autonomes ne fonctionne pas, comme si le véhicule autonome était "aveugle", une carte à haute définition servira de base ultime à la commande de la conduite. Elle indiquera au véhicule l'emplacement précis d'une ligne d'arrêt à un carrefour, par exemple, ce qui permettra d'améliorer la sécurité et la fiabilité de la conduite.

I.2 Cas d'utilisation 2: coordination entre les véhicules

Compte tenu des relations entre les véhicules analysées par l'assistance NDA, certains scénarios relatifs à la coordination entre les véhicules peuvent être réalisés en vue d'améliorer la sécurité de la conduite et la fluidité du trafic.

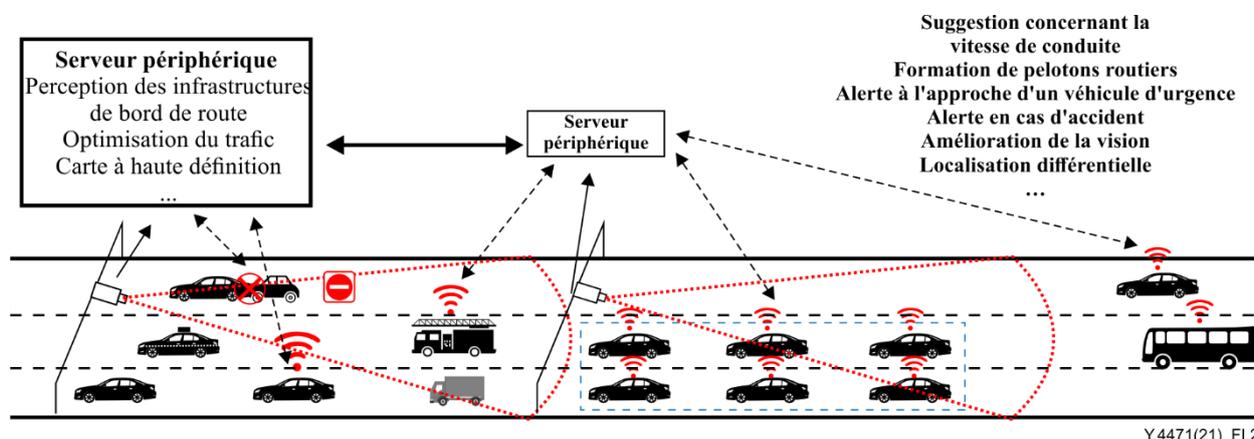


Figure I.2 – Cas d'utilisation de la coordination entre les véhicules

I.2.1 Suggestion concernant la vitesse de conduite

L'assistance NDA au niveau du serveur périphérique va analyser les conditions de circulation et les relations entre les différents véhicules sur le segment de route couvert, et générer des suggestions de vitesse afin que la conduite soit sûre et économe en énergie, à l'intention de certains véhicules. La suggestion sera transmise aux véhicules par l'intermédiaire de stations de base situées en bord de route et les véhicules pourraient alors circuler sur ce segment de route à la vitesse suggérée.

I.2.2 Suggestion concernant la formation de pelotons routiers

L'assistance NDA au niveau du serveur périphérique va analyser la destination des véhicules sur le segment de route couvert et les relations entre les différents véhicules, et générer des instructions de conduite en vue de former un peloton routier de véhicules adjacents ayant la même destination, y compris les positions et les vitesses de croisière prévues. Les instructions de conduite seront transmises aux véhicules par l'intermédiaire de stations de base situées en bord de route et le peloton routier caractérisé par une circulation particulièrement fluide sera ensuite formé.

I.2.3 Notification concernant un véhicule d'urgence

Les véhicules d'urgence qui circulent sur le segment de route couvert sont en mesure d'envoyer une notification de priorité de passage en situation d'urgence. L'assistance NDA au niveau du serveur périphérique pourrait analyser les relations entre les véhicules situés à proximité et donner des instructions d'évitement aux véhicules concernés pour qu'ils cèdent le passage aux véhicules d'urgence.

I.2.4 Alerte en cas de risque

L'assistance NDA au niveau du serveur périphérique va analyser les relations entre les véhicules, évaluer le risque de collision sur le segment de route couvert et générer une information d'alerte à l'intention des véhicules exposés à des risques potentiels liés à la conduite (angle mort et rampe d'accès, par exemple). L'alerte sera envoyée à certains véhicules pour éviter les collisions.

I.3 Cas d'utilisation 3: coordination entre le véhicule et la route

Il existe de nombreuses infrastructures de bord de route (caméra, radar, unité de bord de route (RSU), par exemple) pour alimenter le panneau d'information électronique cellulaire de véhicule à tout autre élément (C-2VX) qui est utilisé à l'appui de la conduite automatisée. Afin de classer et d'harmoniser les capacités d'une infrastructure de bord de route, l'European Road Transport Research Advisory Council (Conseil consultatif européen pour la recherche dans le domaine des transports routiers, ERTRAC) a défini les niveaux d'appui de l'infrastructure pour la conduite automatisée (ISAD), qui fournissent des éléments d'importation pour les définitions du domaine de conception opérationnelle (ODD) dans lequel le système de conduite automatisée est conçu de façon à fonctionner correctement.

L'assistance NDA va recueillir les données auprès de nombreuses infrastructures de bord de route et analyser la relation entre le véhicule et la route. Ainsi, certains scénarios concernant la coordination entre le véhicule et la route peuvent être réalisés en vue d'améliorer la sécurité de la conduite et la fluidité de la circulation.

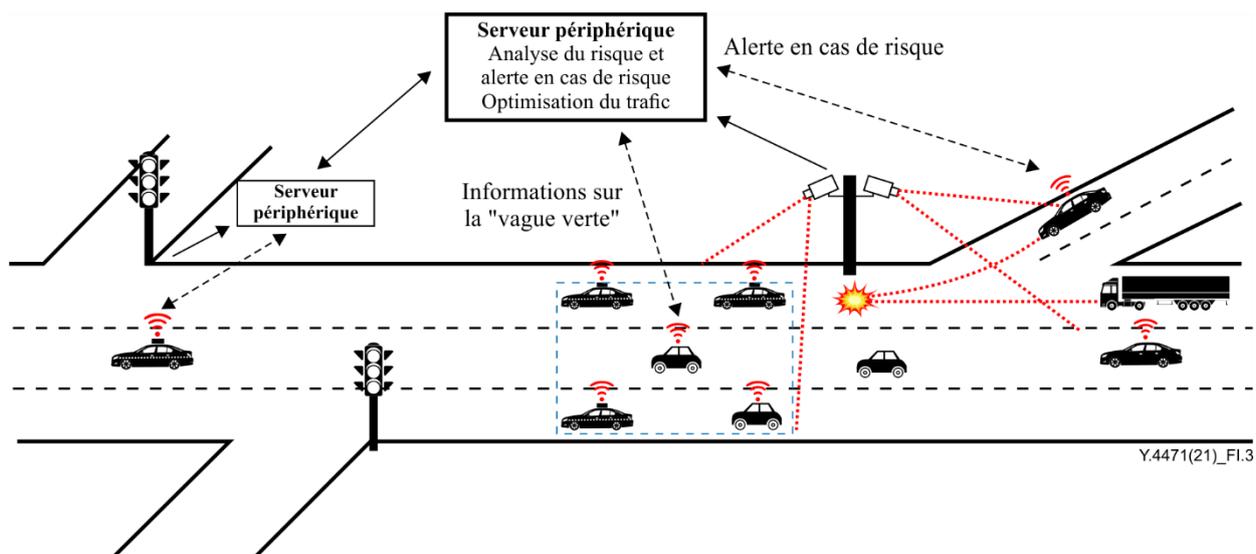


Figure I.3 – Cas d'utilisation de la coordination entre le véhicule et la route

I.3.1 Alerte sur les zones dangereuses

L'assistance NDA au niveau du serveur périphérique va recueillir des données sur l'état des routes (y compris l'entretien de la route et l'état de la chaussée) à partir des informations sur la perception du bord de route ou auprès du département de gestion du trafic. Dans le même temps, le serveur de bord de route va analyser les relations entre la route et les véhicules et générer des alertes à l'intention des véhicules susceptibles de rencontrer certaines difficultés liées à l'état des routes.

I.3.2 Avis sur la vitesse optimale pour passer au feu vert

L'assistance NDA au niveau du serveur périphérique va recueillir des informations sur l'emplacement des véhicules et sur la phase des feux de signalisation, et générer des suggestions à l'intention des véhicules (vitesse de conduite attendue) pour améliorer le confort de la conduite et les économies de carburant au niveau d'un carrefour. Dans le même temps, elle génère aussi des suggestions à l'intention des infrastructures de bord de route (phase des feux de signalisation attendue) pour améliorer la fluidité de la circulation au niveau des carrefours couverts.

I.3.3 Voies réversibles

L'assistance NDA au niveau du serveur périphérique va recueillir des informations sur le trafic à partir des informations sur la perception du bord de route ou auprès du département de gestion du trafic et les analyser, et attribuer des sens de circulation à certaines voies réversibles afin d'optimiser la fluidité de la circulation sur un segment de route couvert. La notification concernant le sens de circulation de certaines voies sera envoyée aux véhicules à l'avance.

I.3.4 Affichage embarqué

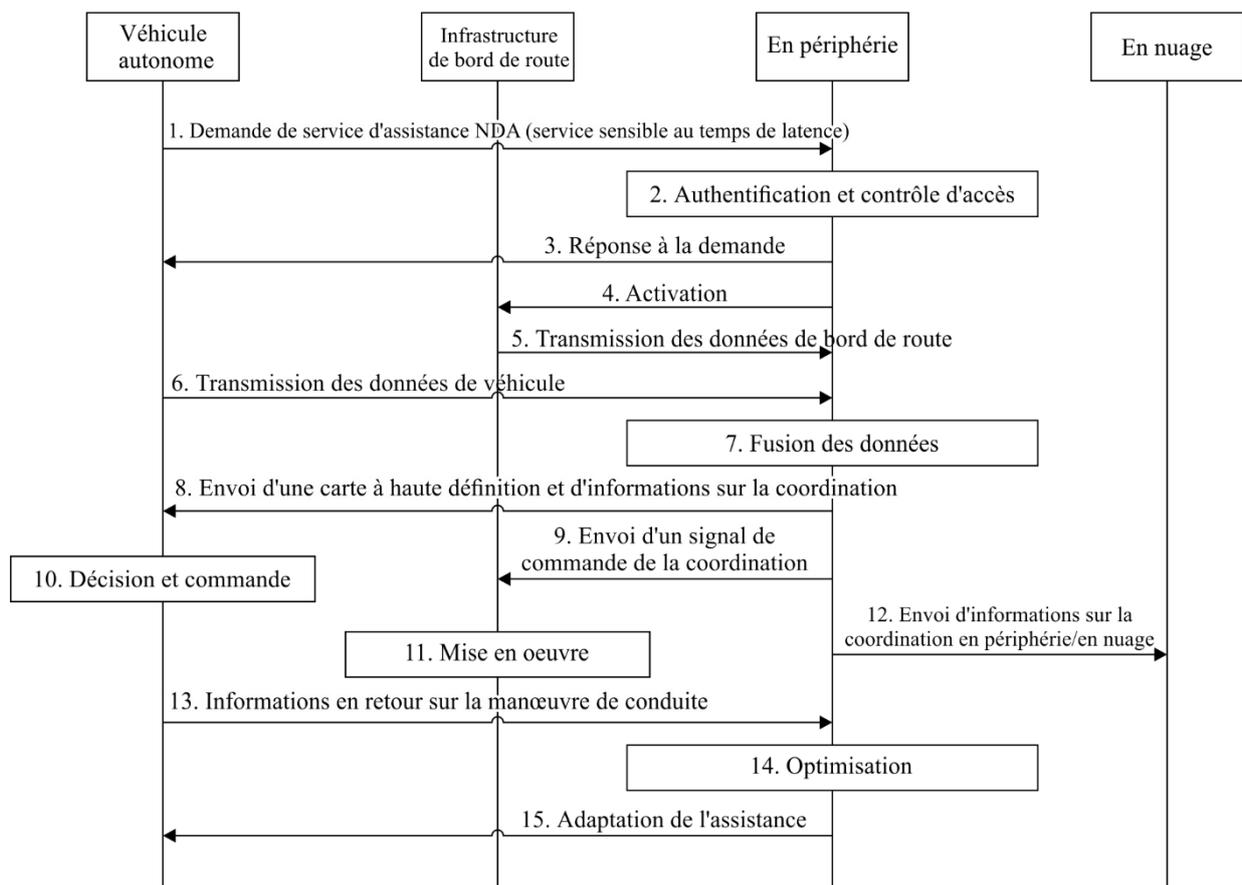
L'assistance NDA au niveau du serveur périphérique va recueillir des informations sur le trafic à partir des informations sur la perception du bord de route ou auprès du département de gestion du trafic et les analyser, et générer des panneaux de signalisation dynamiques (limitation de vitesse dynamique, panneau stop dynamique) en fonction des exigences de gestion et des règles de circulation correspondantes. Les informations sur les panneaux de signalisation dynamiques seront envoyées aux véhicules à l'avance.

Appendice II

Procédure opérationnelle de l'assistance NDA

(Cet Appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation.)

La procédure opérationnelle de l'assistance NDA entre un véhicule autonome, un capteur de bord de route et une infrastructure périphérique et en nuage est illustrée dans la Figure II.1 et décrite dans les Étapes 1 à 15 ci-après. Il est recommandé de déployer l'assistance NDA tant en périphérie qu'en nuage, dans le souci d'obtenir les meilleurs résultats possibles, et de l'invoquer en périphérie, en raison des services sensibles au temps de latence dans la zone locale qui sont demandés par le véhicule autonome.



Y.4471(21)_FII.1

Figure II.1 – Procédure de l'assistance NDA en cas de service sensible au temps de latence

Étape 1: Le véhicule autonome envoie une demande au système d'assistance NDA par l'intermédiaire d'un réseau hertzien. La demande comporte des informations telles que les priorités de service, le numéro d'identification et la position de départ du véhicule. Le réseau hertzien transmet la demande au serveur périphérique optimal situé à proximité après avoir analysé les informations contenues dans la demande envoyée par le véhicule.

Étapes 2 à 4: Dès réception de la demande, le serveur périphérique est chargé de l'authentification et du contrôle d'accès en vue d'établir une connexion sécurisée avec le véhicule et le système d'assistance NDA. Après vérification de la demande émanant du véhicule, le serveur périphérique enverra une réponse au véhicule et activera simultanément les capteurs et les infrastructures de bord de route en vue de recueillir les données de bord de route.

Étapes 5 à 9: Les données de bord de route seront transmises depuis l'infrastructure de bord de route

et, dans le même temps, les données de véhicule seront transmises depuis le véhicule autonome. L'assistance NDA au niveau du serveur périphérique recueille et analyse ces données pour obtenir le résultat de la fusion des données, et fournit ensuite un service d'assistance à la conduite et transfère la carte à haute définition et les informations sur la coordination au véhicule, via les points de référence NDA-10, NDA-11 et NDA-12, et envoie le signal de commande aux infrastructures de bord de route si une coordination entre le véhicule et la route est nécessaire.

Étapes 10 et 11: Après réception des suggestions de conduite, le véhicule est chargé de générer des décisions de conduite, et le système de commande du véhicule donne suite à ces décisions. Dans le même temps, les infrastructures de bord de route réagissent avec des signaux de commande (par exemple, en changeant la phase des feux de signalisation).

Étape 12: Le serveur périphérique synchronise les résultats issus de la fusion des données avec le serveur en nuage, et l'assistance NDA au niveau du serveur en nuage est chargée du traitement des services qui ne sont pas sensibles au temps de latence, comme la planification des trajets et la surveillance du trafic à l'échelle macroscopique. Dans ces cas précis, les résultats microscopiques issus de la fusion des données fournis par le serveur périphérique sont très importants.

Étapes 13 à 15: L'assistance NDA est chargée de procéder à des ajustements à partir des informations en retour sur la manœuvre de conduite provenant des véhicules, à des fins d'auto-optimisation, en vue de formuler les meilleures suggestions de conduite.

Bibliographie

- [b-UIT-T Y.2012] Recommandation UIT-T Y.2012 (2010), *Prescriptions et architecture fonctionnelles du réseau de prochaine génération.*
- [b-UIT-T Y.2091] Recommandation UIT-T Y.2091 (2011), *Réseaux de prochaine génération: termes et définitions.*
- [b-UIT-T Y.3500] Recommandation UIT-T Y.3500 (2014) | ISO/CEI 17788:2014, *Technologies de l'information – Informatique en nuage – Présentation générale et vocabulaire.*
- [b-UIT-T Y.4000] Recommandation UIT-T Y.4000/Y.2060 (2012), *Présentation générale de l'Internet des objets.*
- [b-ETSI TR 102 638] European Telecommunications Standards Institute, *ETSI TR 102 638 (2009). Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Definitions.*
- [b-ETSI TR 103 562] European Telecommunications Standards Institute, *ETSI TR 103 562 (2019). [Intelligent Transport Systems \(ITS\); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Analysis of the Collective Perception Service \(CPS\).](#)*
- [b-SAE J3016] Society of Automotive Engineers, *SAE J3016 (2021), Taxonomy and Definitions for Terms Related to On-Road Motor Vehicle Automated Driving Systems.*
- [b-SAE J3216] Society of Automotive Engineers, *SAE J3216 (2020). Taxonomy and Definitions for Terms Related to Cooperative Driving Automation for On-Road Motor Vehicles.*

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série D	Principes de tarification et de comptabilité et questions de politique générale et d'économie relatives aux télécommunications internationales/TIC
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Environnement et TIC, changement climatique, déchets d'équipements électriques et électroniques, efficacité énergétique; construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	Gestion des télécommunications y compris le RGT et maintenance des réseaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation et mesures et tests associés
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Équipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données, communication entre systèmes ouverts et sécurité
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet, réseaux de prochaine génération, Internet des objets et villes intelligentes
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication