

# LES FIBRES OPTIQUES dans l'automobile

Jean-Michel MUR  
[jm.mur@orange.fr](mailto:jm.mur@orange.fr)

Présente dans nos véhicules depuis une bonne quinzaine d'années, la fibre optique (jadis surtout en plastique, désormais plutôt en silice) tisse ses réseaux. Protocoles, applications et produits, où en sommes-nous aujourd'hui ?

Proche de nous mais déjà loin le temps où le premier réseau en fibre optique en plastique prenait place dans nos automobiles. C'était en 1998, via le réseau D2B (*domestic dual bus*) qui a équipé nombre de véhicules luxueux avec le constructeur pionnier Mercedes suivi par Jaguar, puis Peugeot, etc. Ce réseau largement installé est désormais obsolète. L'aventure a connu, en 2001, *byteflight*, le réseau exclusif de BMW, créé en partenariat avec Motorola et Infineon. *Byteflight*, qui a commencé par équiper les BMW Série 7, a tiré sa révérence, lui aussi. Dans le même temps, sont arrivés les premiers réseaux MOST 25 (*media oriented systems transport*) à 25 Mbit/s. Puis l'industrie automobile a installé les MOST 50 à 50 Mbit/s et, en parallèle, l'IDB-1394 (*intelligent*

*transportation system data bus*) qui, via le port customer convenience port (CCP), est la version pour l'automobile du standard 1394 de l'association américaine IEEE. Plusieurs amendements plus tard sur ce standard, en 2008, a été avalisée la nouvelle version « 1394-2008 - IEEE Standard for a High-Performance Serial Bus ». Et les évolutions s'ensuivirent...

## De nos jours, quels protocoles ?

Trois protocoles principaux sont présents sur ce marché : le MOST, l'IDB-1394 et Ethernet ; le leader étant MOST avec plus de 200 modèles d'automobiles différents et plus de 200 millions de nœuds livrés depuis 2001. En 2012, est arrivée la version MOST 150

avec deux apports clés : un canal pour Ethernet et la montée en débits à 150 Mbit/s. MOST 150 intègre un canal Ethernet avec une largeur de bande variable – *MOST Ethernet packet (MEP)* – pour supporter les trames Ethernet en sus des trois canaux classiques pour le contrôle des messages, les données en flux continu et les données en paquets. La demande de débits de plus en plus élevés provient de l'inflation des applications dont celles en vidéo avec multi-écrans qui sont très gourmandes en bande passante. Cette montée en débits semble un point positif pour le MOST 150. En fait, c'est une course pour rattraper les 200 à 800 Mbit/s de l'IDB-1394 – avec un maximum futur de 3,2 Gbit/s – et la montée du 100 Mbit/s de l'Ethernet vers l'attendu 1 Gbit/s du gigabit Ethernet (GbE). Un point noir supplémentaire pour le MOST 150 : la nécessité de faire appel à des Codec – et aux coûts associés – pour la compression et décompression des informations multimédia.

Pour les réseaux IDB-1394, l'automobile n'est qu'un des marchés couverts car on rencontre IEEE 1394 aussi en audio-vidéo, avionique, défense, capteurs... à un point tel qu'en octobre 2015, le groupement d'industriels intitulé 1394 Trade Association a été dissous en estimant que les marchés et le protocole étaient désormais mûrs.

Quant à la pieuvre Ethernet, avec ses ramifications dans tous les types de réseaux, elle se devait de se créer une place dans l'automobile. Le démarrage

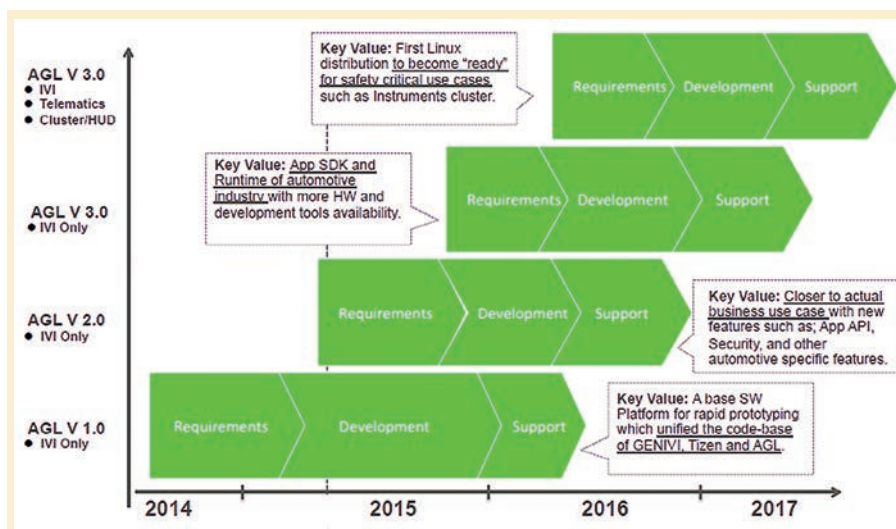


Figure 1. Plan de développement de Linux pour l'automobile. (Source : Linux Foundation)

a été poussif et peu de constructeurs sont friands de ce protocole pour trois raisons : le débit limité à 100 Mbit/s, le câblage en paires torsadées catégorie 5, lourd et onéreux, et la qualité de service (QoS), autre point noir car nécessitant du logiciel et des mémoires-tampons supplémentaires. Après diverses remises en question, certains annoncent qu'il se pourrait que l'année 2016 soit celle où « Automotive Ethernet » prendra la forme d'une dorsale pour les réseaux des véhicules grâce à l'arrivée du 1 GbE sur une simple paire torsadée. D'autres experts sont dubitatifs pour deux raisons : la norme définissant le GbE sur fibre optique plastique est en cours de développement par le groupe de travail IEEE P802.3bv « Gigabit Ethernet over plastic optical fiber task force », elle n'est attendue que pour le premier trimestre 2017 et, par ailleurs, lors de la 16<sup>e</sup> conférence de connectivité MOST en Asie, en novembre 2015, deux annonces clés ont porté sur Linux et le 1 Gbit/s pour MOST. Côté Linux, il a été présenté le fait que le noyau Linux principal intégrera un pilote Linux MOST pour accéder à toutes les données de MOST et prendre en charge les interfaces USB, MediaLB et I2C, ALSA (audio), V4L2 (vidéo) et la communication basée sur IP, protocole Internet. Pour les industriels impliqués dans le MOST, c'est d'autant plus important que le cabinet d'études de marché IHS prévoit que d'ici 2020, la plateforme open source Linux, avec plus de 40% de part de marché, dominera le marché de l'info-divertissement embarqué, d'où un plan de développement ambitieux (figure 1).

### Pour quelles applications?

Le vocable associé au mariage fibre optique plastique – automobile est « technologie multimédia » soit, plus largement, tous les équipements et systèmes qui touchent à l'aide à la conduite, aux diagnostics, à la communication interne au véhicule ou avec l'extérieur ainsi que pour le domaine des loisirs. Sans être exhaustif, on y trouve aussi bien les équipements

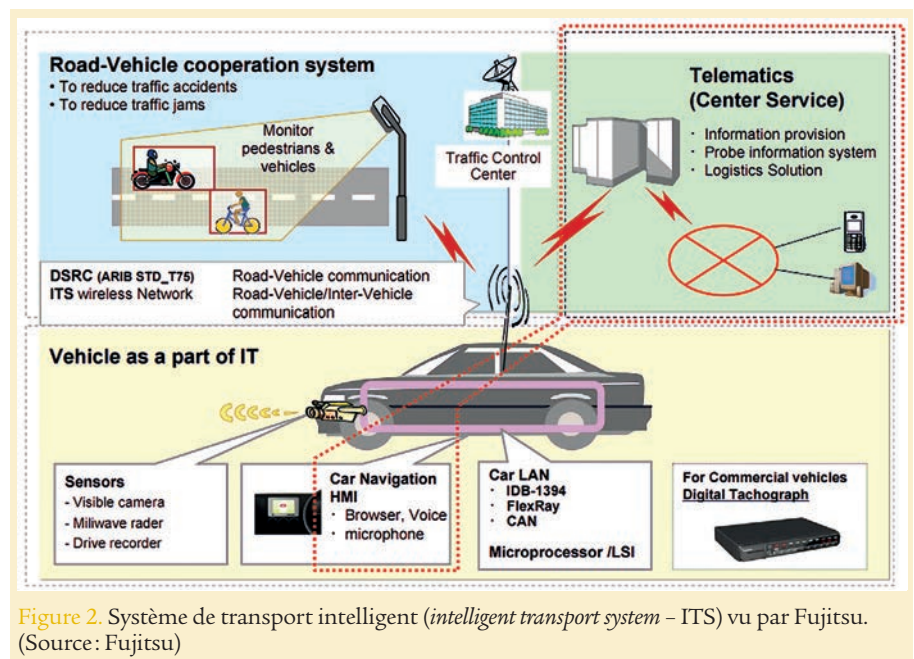


Figure 2. Système de transport intelligent (intelligent transport system – ITS) vu par Fujitsu. (Source : Fujitsu)

audio de radio ou CD et haut-parleurs surdimensionnés, lecteurs MP3, équipements vidéo de TV ou DVD avec écrans incorporés aux sièges, de radiotéléphonie GSM, de systèmes de positionnement GPS et de navigation avec voix et images animées, d'aide à la vision avec les radars et caméras de recul, de stockage de données avec la connectique pour les clés USB, d'applications Bluetooth et bien d'autres comme la connexion à Internet. À noter que le standard IEEE 1394: 2008 a prévu la protection des contenus transitant par le réseau et des supports type DVD (*digital transmission content protection – DTCP*). En MOST 150, cette fonctionnalité est complétée, depuis octobre 2015, par la protection supplémentaire apportée par la norme CI+. En américain, l'ensemble du réseau, des équipements et des fonctions est regroupé sous les deux quasi-synonymes *in-car entertainment* (ICE) ou *in-vehicle infotainment* (IVI) et, plus globalement, sous le nom *in-vehicle network* (IVN) faisant ainsi le parallèle avec ce qui se passe dans le domaine de l'aviation commerciale avec *in-flight network* (IFN) et ses déclinaisons pour le personnel navigant et pour les passagers. Fujitsu va plus loin en considérant le véhicule comme un des éléments du système global d'information (figure 2).

### Et le cloud?

L'informatique en nuage ou du moins le stockage de données et leurs accès intéressent fortement les constructeurs automobiles mais aussi leurs sous-traitants. Ainsi, l'équipementier Robert Bosch, qui propose déjà aux industriels des offres comme les services eCall ou conciergerie, a annoncé, fin 2015, la mise à disposition de services pour les automobiles connectées tels que les informations, en temps réel, sur les conditions de circulation, le trafic automobile, les conditions climatiques, etc. Il prend exemple sur son concurrent Continental qui a l'offre e-Horizon (*electronic horizon*) construite en collaboration avec IBM et Cisco (figure 3) ou sur l'offre de Delphi qui propose l'application DelphiConnect en s'appuyant sur Azure, la plateforme cloud de Microsoft. Bosch irait même jusqu'à indiquer la localisation exacte de bornes de recharges de véhicules électriques en fonction du niveau de la batterie. Il propose deux modes d'accès pour connecter le véhicule au nuage : le premier, c'est l'intégration de la solution MySpin, qui utilise le smartphone comme pilote, aussi bien sous Apple iOS que sous Android, et qui permet aux applications installées sur le téléphone d'être actives sur la console



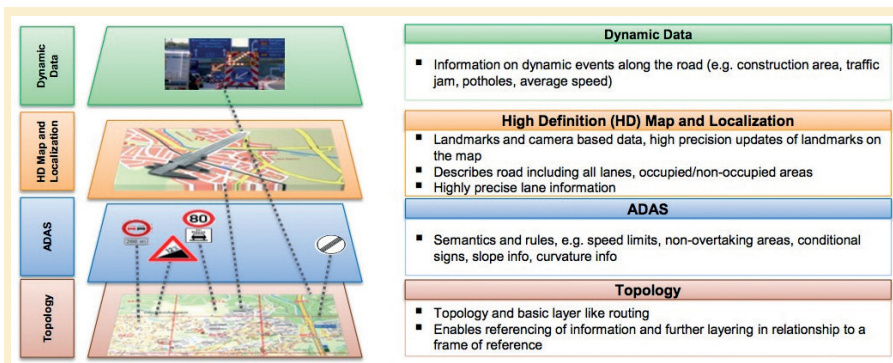


Figure 3. Les quatre couches de l'application e-Horizon. (Source : Continental)

centrale; le second, c'est l'établissement d'une liaison entre la voiture et le cyberspace via le *connectivity control unit* (CCU) de Bosch, un équipement qui contient un module de radiocommunications et qui requiert une carte SIM.

## Avec quels produits ?

Côté support physique, la fibre optique s'implante de plus en plus au détriment des câbles en cuivre grâce à ses qualités intrinsèques : aucun risque d'interférence électromagnétique et insensibilité aux perturbations électromagnétiques, ainsi un cheminement parallèle aux câbles électriques ou proche des moteurs électriques (sièges, vitres, rétroviseurs...) est possible et il n'y a pas cette contrainte pour la conception des faisceaux de câbles ; poids plus faible, environ neuf grammes par mètre contre soixante-dix pour le cuivre ; souplesse d'installation car le diamètre du câble est inférieur à trois millimètres ; débits de transmission plus élevés allant à 1 Gbit/s voire à plus de 3 Gbit/s ; large gamme d'émetteurs-récepteurs, etc.

Dès l'origine, la seule fibre optique qui était installée dans l'automobile

était une fibre en plastique standard, avec un cœur en PMMA (poly méthacrylate de méthyle) de 970 microns de diamètre et une gaine d'un millimètre (fibre 970/1000) en polymère. Elle est résistante jusqu'à 95 °C, a un affaiblissement linéique d'environ 0,2 dB par mètre lors de transmissions à 650 nanomètres et un rayon de courbure de l'ordre de quinze millimètres. Mais, les fibres optiques en silice unimodales ou multimodales ont leurs supporters. Ainsi, en janvier 2009, la norme IEEE 1394 a été complétée par les spécifications pour la fibre optique unimodale en silice, document intitulé « *IEEE 1394 Single-mode Fiber PMD Specification* », pour des transmissions à 1 500 nanomètres et un affaiblissement linéique maximum de 0,35 dB/km. Et, depuis juin 2011, la révision 1.0 de la norme IEEE 1394 : 2008 intitulée « *1394 Automotive Glass Fiber Specification (Supplement to IDB-1394)* » considère deux types de fibres optiques multimodales en silice : la fibre multimodale à gradient d'indice de 50 microns de diamètre de cœur et 125 microns de diamètre de gaine, fibre 50/125 bien connue dans les réseaux locaux d'entreprise, et la fibre construite avec

une gaine en polymère renforcé (*hard polymer cladding silica fiber* - HPCF) à saut d'indice qui a un cœur de 200 microns de diamètre et une gaine de 230 microns (HPCF 200/230). Les deux doivent respecter la plage de températures de -40 °C à +105 °C et, pour les transmissions à 850 nanomètres, avoir un affaiblissement linéique maximum de 10 dB/km pour la fibre 50/125 et 20 dB/km pour la fibre 200/230.

Même tendance pour les réseaux MOST car les industriels travaillent sur le saut des débits au-dessus du 1 Gbit/s. Là, les diodes électroluminescentes et la fibre en plastique à saut d'indice devront laisser leur place aux lasers VCSEL et aux fibres en silice à gradient d'indice. C'est, entre autres, le point de vue des équipementiers qui travaillent sur les liaisons optiques pour la future montée du MOST vers le 5 Gbit/s (figure 4).

## Câbles de fibres optiques

Dans ce domaine des réseaux internes aux véhicules, les câbles sont de deux types : d'une part, ceux qui ne contiennent qu'une ou deux fibres optiques et sont relativement simples à fabriquer et, d'autre part, ceux qui transportent les fibres et l'alimentation électrique pour les équipements desservis. Cependant, la difficulté consiste à concevoir la composition des enveloppes car les fabricants doivent faire face à beaucoup plus de contraintes que pour les réseaux locaux. En effet, la barrière qu'ils constituent, entre les fibres et l'environnement, doit résister à la fois à des contraintes physiques et à des attaques de fluides. Les contraintes physiques sont dues aux tensions venant des courbures, torsions, compressions, étirements, trépidations... Les attaques des fluides proviennent des fluides propres au véhicule - essence, diesel, acide des batteries, glycol, liquide de freins, etc. - et à ceux apportés par les passagers comme les détachants de sièges ou de plastiques divers, les boissons - café, soda, alcool... Et tout cela, sans oublier de prévoir une forte résistance à l'humidité et aux sels de déneigement.

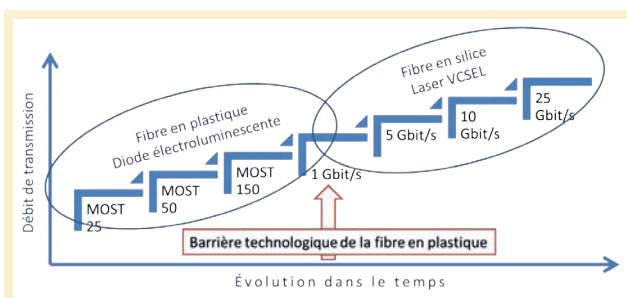


Figure 4. Barrières technologiques de la fibre en plastique et des diodes à 650 nm. (Source : JM. Mur)

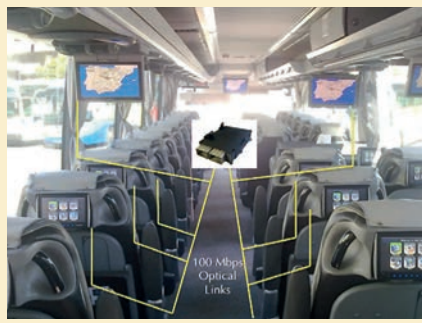


Figure 5. La fibre optique dans les autocars.  
(Source : KDPOF)

## Composants actifs

Pour les composants actifs, comme dans tous les autres domaines de la photonique, la tendance est à l'intégration de plus en plus poussée. Parmi ceux-ci, on trouve les émetteurs-récepteurs pour fibres optiques (*fiber optic transceivers* – FOT) qui, comme pour les câbles à fibres optiques, doivent avoir des caractéristiques physiques leur permettant d'être opérationnels dans des environnements difficiles. Avec le support fibres optiques en plastique, la transmission des signaux se fait sur des distances très courtes, via une diode électroluminescente (DEL) à 650 nanomètres, la réception se fait via une photodiode. La prochaine arrivée des débits supérieurs à 1 Gbit/s verra l'émergence des FOT à base de VCSEL travaillant à 850 nanomètres

sur les fibres en silice et de photodiodes à sensibilité améliorée. Présents également, des composants divers tels des contrôleurs d'interfaces avec le réseau, des codecs vidéo pour les caméras embarquées, des processeurs pour la protection DTCP, etc. L'intégration se fait aussi au niveau des sociétés puisque, le 4 décembre 2015, Avago Technologies est devenu propriétaire des actifs du domaine d'activité fibre optique en plastique dont les cordons optiques actifs, les convertisseurs, etc. de l'américain Electronic Links International, Inc.

Bien évidemment, le marché de la fibre optique dans l'automobile se développe pour d'autres véhicules tels les autocars et les camions (figure 5). Enfin, en attendant un avenir de la voiture sans conducteur, vous pourrez être informé sur les domaines audio-vidéo-télématique-navigation-etc. lors d'événements spécialisés comme la réunion *AGL All members meeting*, prévue le 24 février 2016 à Tokyo, le 8<sup>e</sup> Forum Most qui se tiendra le 19 avril 2016 à Stuttgart, le congrès *IEEE Intelligent Vehicles Symposium* programmé des 19 au 22 juin 2016 à Göteborg (Suède) ou encore les conférences Automotive Linux Summit organisées les 13 et 14 juillet 2016 à Tokyo. Bonnes découvertes...

### POUR EN SAVOIR PLUS

<http://1394ta.org>

Site du groupement d'industriels pour le développement de standard IEEE 1394 dans l'automobile. Ce groupement a été dissous en octobre 2015 mais le site Internet est resté ouvert pour l'accès aux spécifications.

<http://automotivelinux.org>

Pour tout savoir sur la présence de Linux dans le domaine automobile à travers *Automotive Grade Linux* (AGL), ensemble de solutions logicielles pour les systèmes in-voiture infotainment (IVI) et les prochains événements : *AGL All members meeting*, le 24 février 2016 à Tokyo, et *Automotive Linux Summit*, les 13 et 14 juillet 2016 à Tokyo.

[www.jaspar.jp/english/index\\_e.php](http://www.jaspar.jp/english/index_e.php)

Site de l'association d'industriels japonais concernés par le développement des applications dans les véhicules : *Japan automotive software platform and architecture* (JASPAR).

[www.mostcooperation.com](http://www.mostcooperation.com)

Pour tout savoir sur la technologie Most (*media oriented systems transport*), les principaux acteurs impliqués dans le développement, pour télécharger les spécifications Most et s'inscrire au 8<sup>e</sup> Forum Most qui se tiendra le 19 avril 2016 à Stuttgart.

[www.sae.org/automotive/](http://www.sae.org/automotive/)

Site de l'association des ingénieurs américains spécialisés dans le domaine automobile.

PUBLI-RÉDACTIONNEL

## Nouvelle gamme de caméras analogiques grande dynamique InGaAs...

NIT présente sa nouvelle gamme de caméras analogiques grande dynamique InGaAs en 320×256 pixels (QVGA) ou 640×512 pixels (VGA)



Les caméras analogiques smart WiDy SWIR sont disponibles en version CCIR (25fps) ou EIA (30fps) avec QVGA rolling 320A ou VGA global/snapshot 640A-S. Sans TEC et offrant plus de 140dB de dynamique intra-scène, ces caméras intelligentes fournissent des vidéos analogiques standards en temps réel via une sortie BNC grâce au système d'exploitation de NIT.

Elles intègrent un traitement avancé des images, sont « plug and play », fonctionnent de -40°C à +70°C et peuvent être contrôlés de l'extérieur via RS232 en utilisant le logiciel de NIT WiDyCIRENE.

Parfaitement adaptées aux applications en environnements sévères, nécessitant une faible consommation d'énergie, un faible poids et taille et une haute dynamique de scène : soudage, industrie du verre, surveillance, drones, systèmes de vision embarqués . . .

### CONTACT

New Imaging Technologies

Tél. : +33 (0)1 64 47 88 58

[info@new-imaging-technologies.com](mailto:info@new-imaging-technologies.com)

[www.new-imaging-technologies.com](http://www.new-imaging-technologies.com)