

# Le LiFi, une nouvelle technologie de communication optique sans fil

Bastien Béchadergue

*Maître de conférences*

Université de Versailles Saint-Quentin

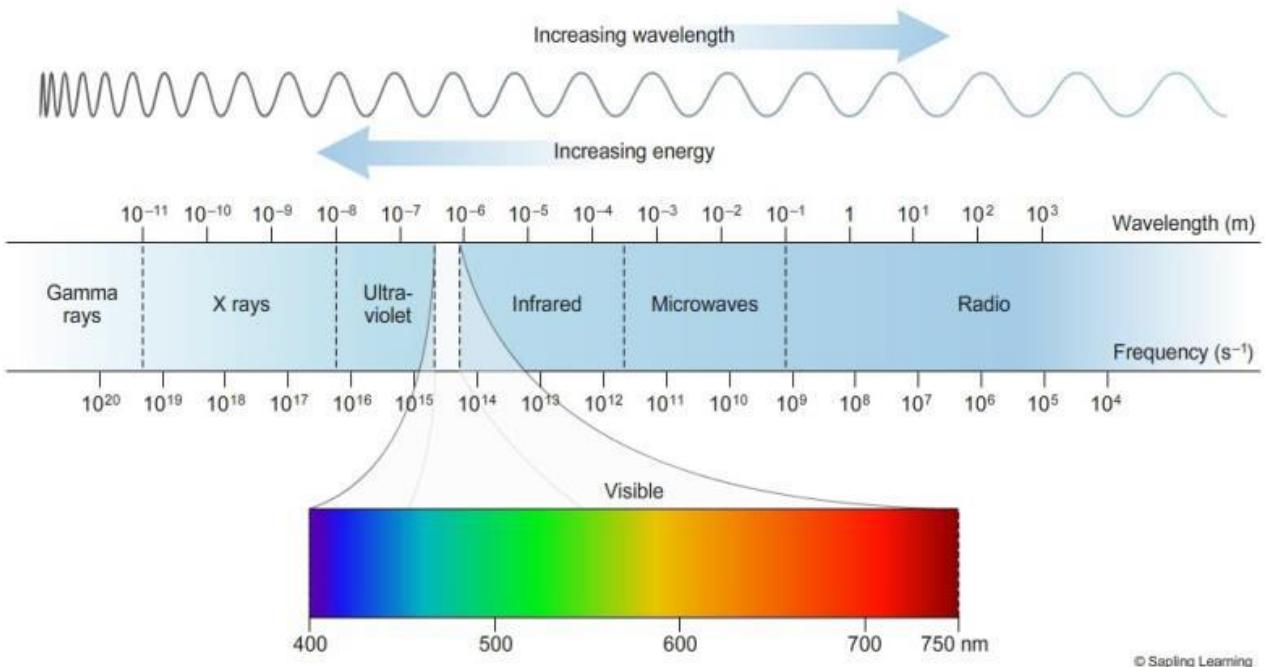
LISV / IUT de Vélizy

# Les communications optiques sans fil

2

- Définition :

- ✓ Les communications optique sans fil utilisent la lumière comme onde porteuse pour la transmission de données sans fil.



© Sapling Learning

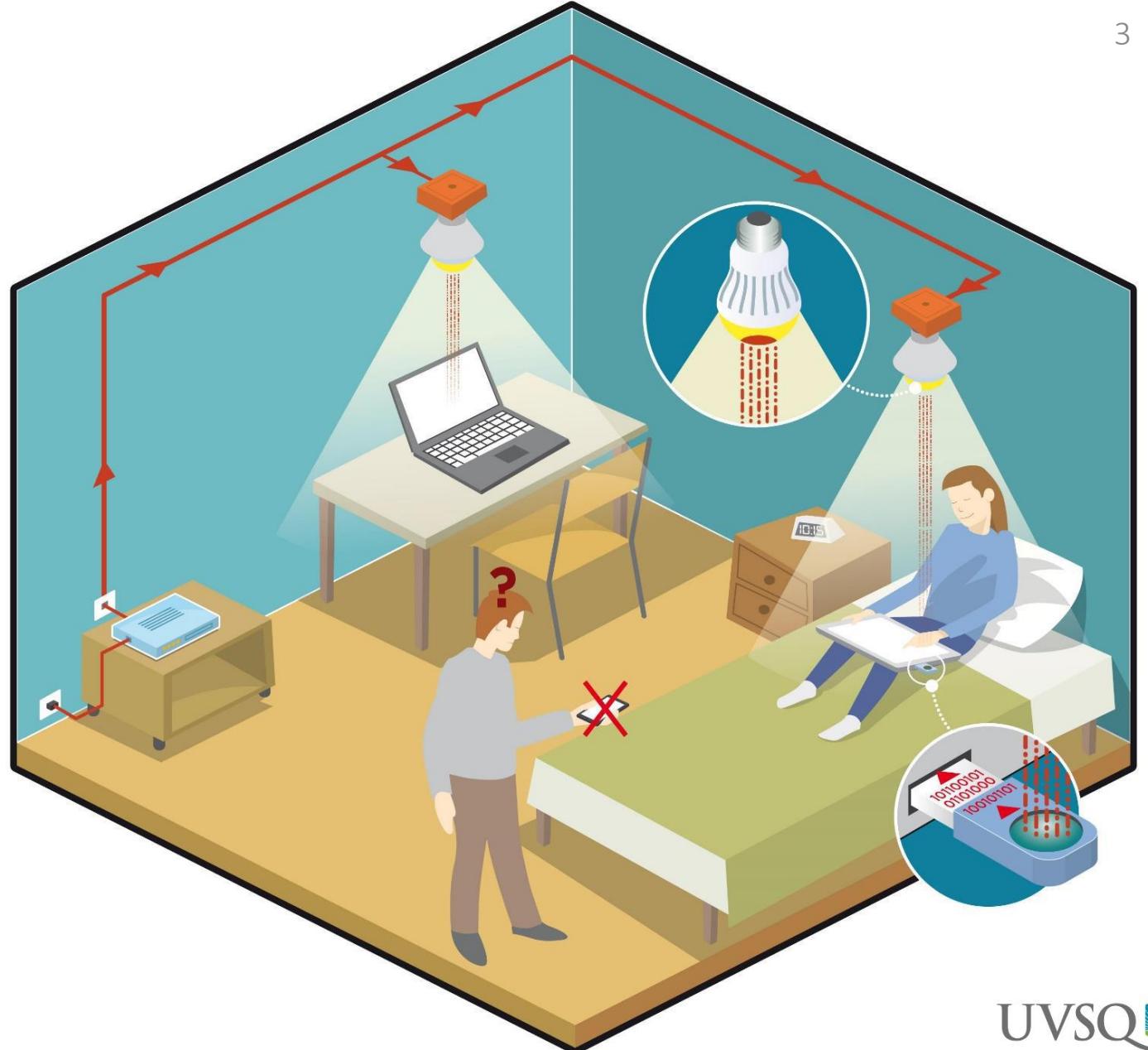
- Avantages et inconvénients :

- ✓ Spectre optique = infrarouge, visible et ultraviolet → 300 THz de spectre (vs 300 GHz pour les ondes radios).
- ✓ Insensible aux interférences radios → Usage conjoint possible.
- ✓ Signal bloqué par les obstacles → sécurité accrue mais portée limitée.
- ✓ Conclusion : Technologie intéressante en complément des systèmes radios.

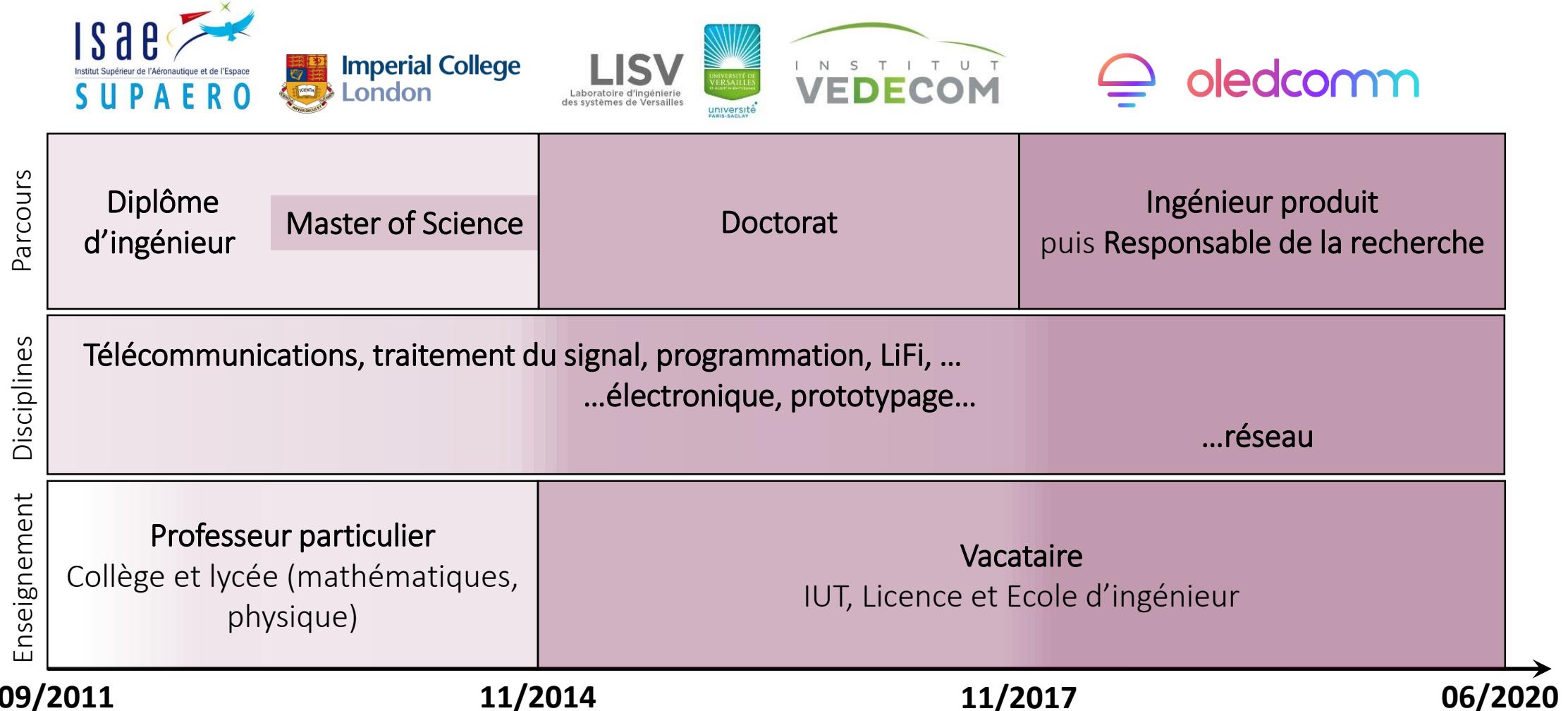
# Qu'est-ce que le LiFi ?

3

- ✓ En bref, LiFi = WiFi par la lumière.
- ✓ Le LiFi fournit ainsi une connectivité réseau à différents terminaux
- ✓ Repose sur le déploiement de points d'accès générant des cellules.
- ✓ Nécessite d'équiper les terminaux de transceivers (e.g. dongle USB).
- ✓ Mais par abus de langage, LiFi = communications optiques sans fil



# Synthèse de parcours



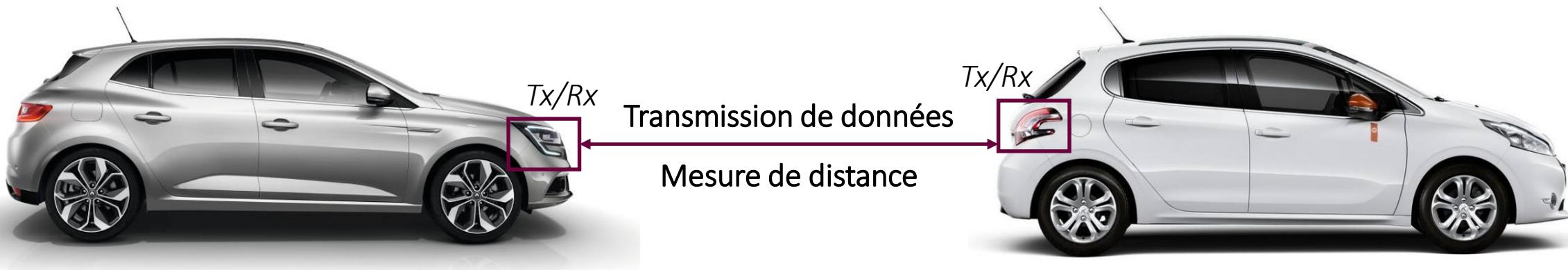
# Le LiFi pour l'automobile

## Travaux de thèse: Contexte et objectifs

- **Contexte**

- ✓ Thèse réalisée au LISV et financée par l'Institut Vedecom.
- ✓ Mesure de distance et communication véhicule-véhicule = **fonctions vitales** pour les véhicules autonomes.
- ✓ Solutions existantes (radar, lidar et DSRC) performantes mais sensibles aux **interférences**.
- ✓ Conclusion : technologies **redondantes** nécessaires.

- **Objectif : Mesure de distance et transmission de données inter-véhicules par phares à LED**

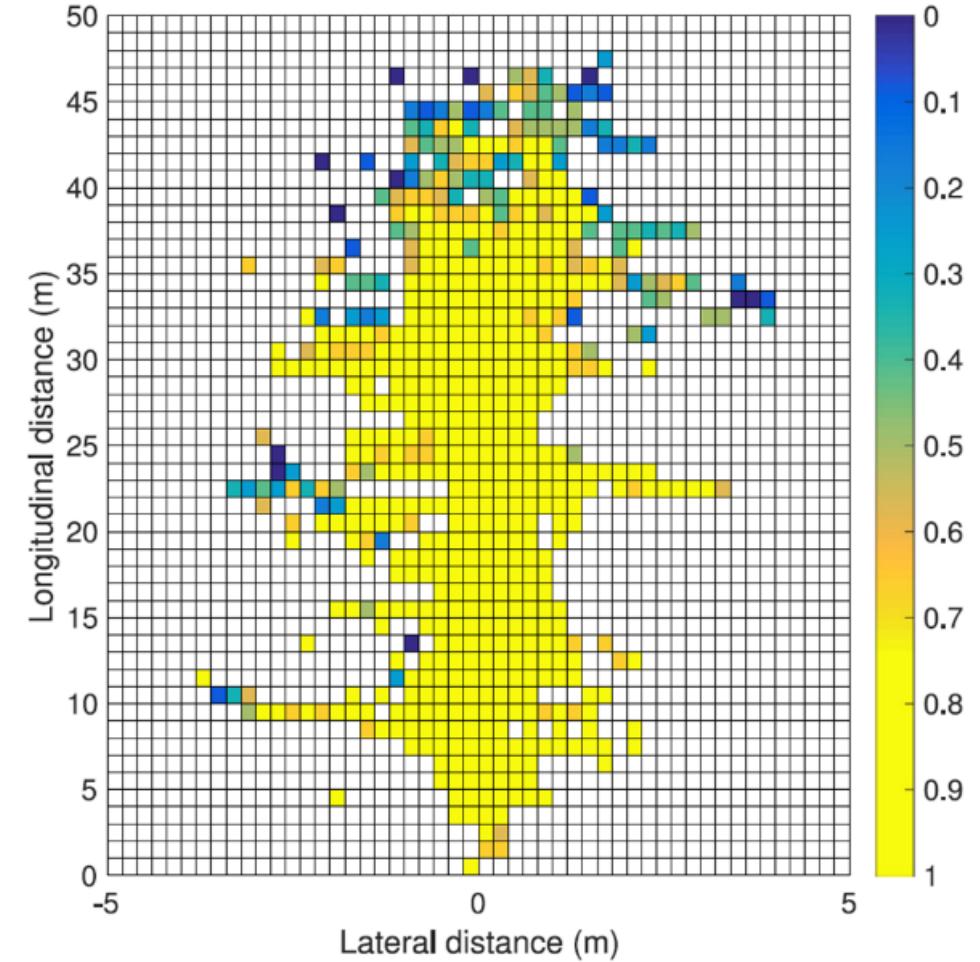


# Le LiFi pour l'automobile

*Travaux de thèse: Solution de communication LiFi*

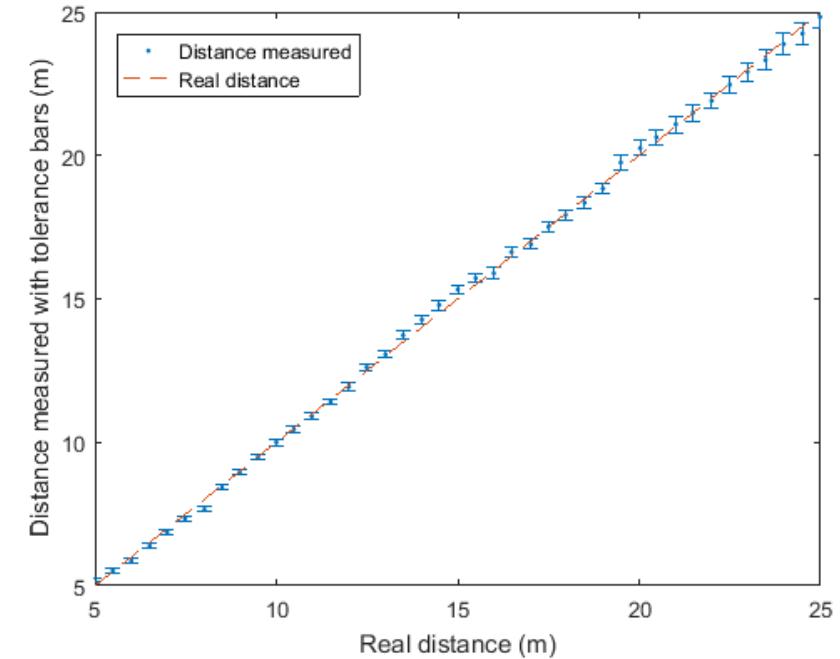
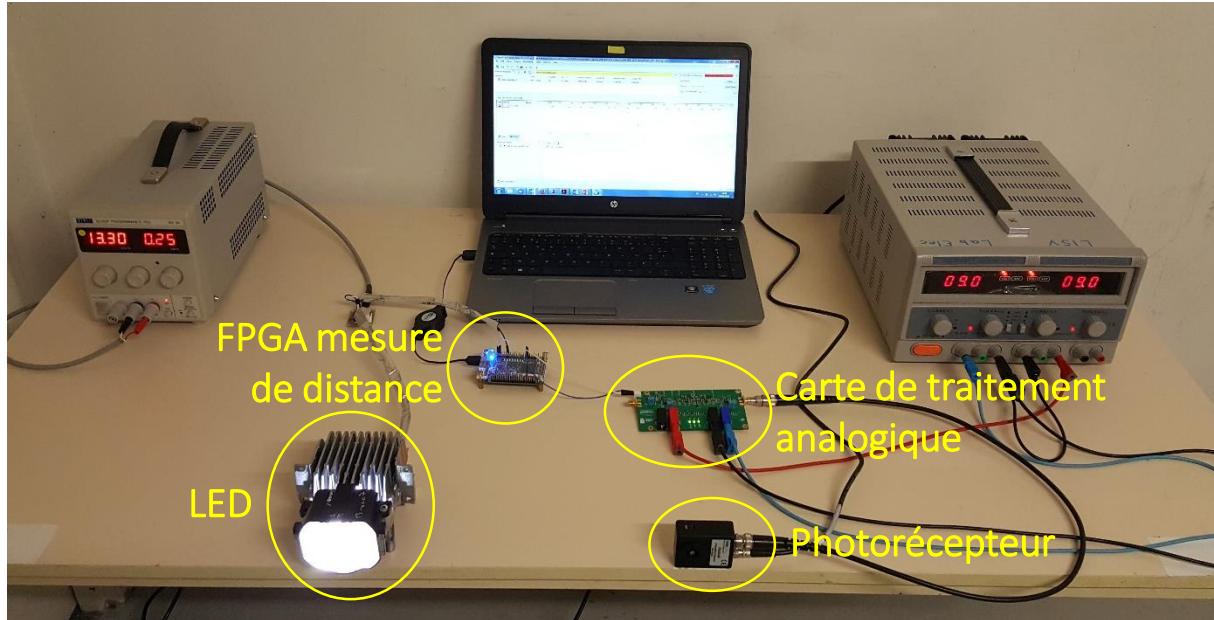


- Solutions proposées et résultats :
- ✓ Etape 1 : Fabrication de plusieurs démonstrateurs.
- ✓ Etape 2 : Stage de recherche à l'**Université Nationale de Taiwan** pour tests sur **route ouverte**.
- ✓ Résultats : > 90% des paquets transmis **sans erreurs** jusqu'à 30 m à 100 kbps (35 m à 10 kbps).



# Le LiFi pour l'automobile

*Travaux de thèse: Solution de mesure de distance optique*



- Solution proposée et résultats :
  - ✓ Etape 1 : Conception d'une solution de **mesure de distance** et de **communication** à partir d'un **même signal**.
  - ✓ Etape 2 : Validation par **simulations**.
  - ✓ Etape 3 : Fabrication d'un **démonstrateur** avec feux d'automobiles pour **mesures répétables**.
  - ✓ Résultats : Démonstration de mesure de distance de **5 m à 25 m** avec **erreur de mesure < 3%**.

# L'industrie du LiFi, un aperçu des problématiques

## Travaux chez OLEDCOMM : Contexte et enjeux

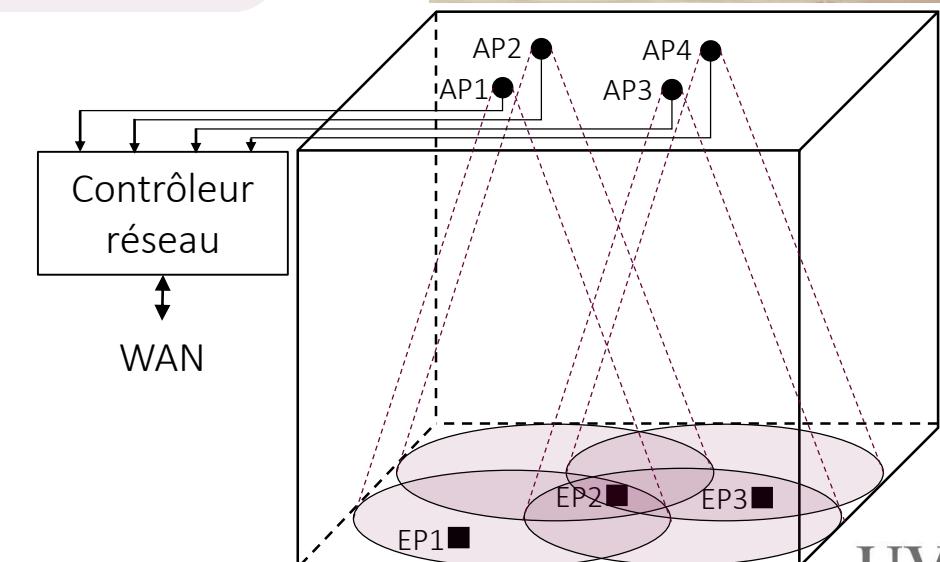
- Contexte

- ✓ OLEDCOMM = PME issue du LISV.
- ✓ Performances en décembre 2017 (produit MyLiFi) :
  - Lien bidirectionnel et **mono-utilisateur**.
  - Débit maximal : **10 Mbps**.
  - Couverture : **1 m<sup>2</sup> à 80 cm**.
  - Conclusion : MyLiFi  $\approx$  câble Ethernet 10BASE-T sans fil.



- Principaux enjeux des travaux menés

- ✓ Améliorer le **débit** et la **couverture**.
- ✓ Rendre le système LiFi **multi-utilisateur**.
- ✓ Rendre le système robuste à la **mobilité** de l'utilisateur : problématique du **handover** entre AP.



# L'industrie du LiFi, un aperçu des problématiques

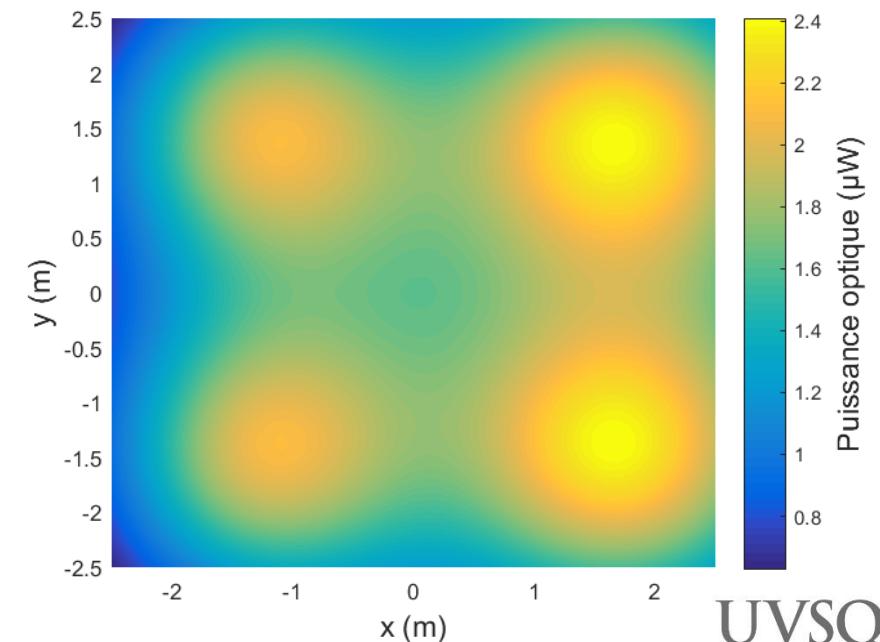
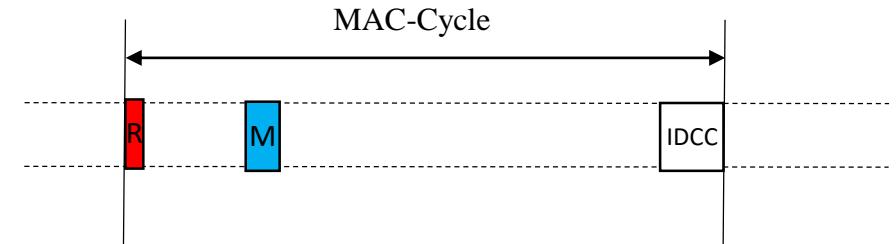
## Travaux chez OLEDCOMM : Résultats fondamentaux

- Rôle central dans...

- ✓ La validation d'un modem standard ITU G.hn (2 Gbps OFDM / 16 utilisateurs TDMA / chiffrement AES-128).
- ✓ Le développement d'une fonction de *handover* sur base de couche MAC ITU G.hn.
- ✓ La conception d'un AFE hautes performances (1 Gbps @ 2m).
- ✓ La conception d'un modèle de bilan de liaison (MATLAB).

- Participation...

- ✓ Au développement et à la validation expérimentale d'une couche PHY 5G NR pour le LiFi et d'un algorithme d'accès multiple O-CDMA.
- ✓ Au développement de concentrateurs optiques paraboliques optimisés.
- ✓ Au développement d'un chipset AFE.



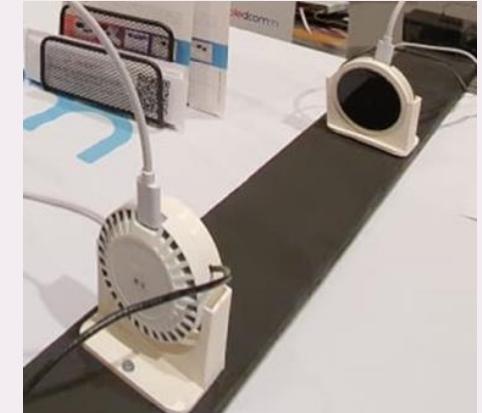
# L'industrie du LiFi, un aperçu des problématiques

## Travaux chez OLEDCOMM : Résultats applicatifs

10

### • Applications indoor

- ✓ Utilisation des briques modem G.hn, *handover* et AFE pour le produit **LiFiMAX 100 Mbps**.
- ✓ Démonstration d'un prototype 1 Gbps.



### • Autres applications

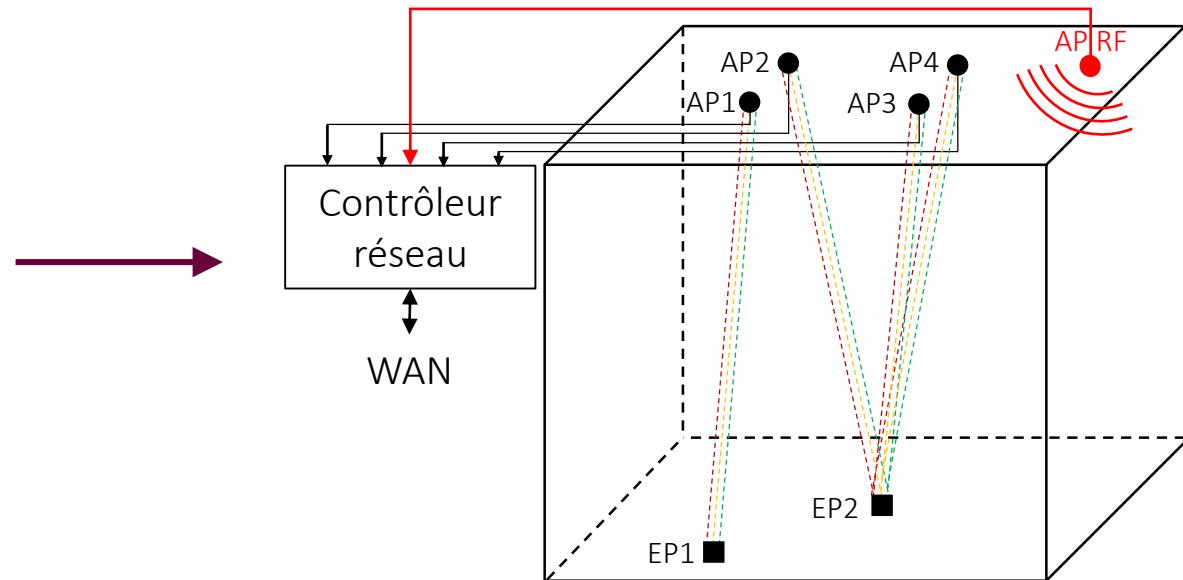
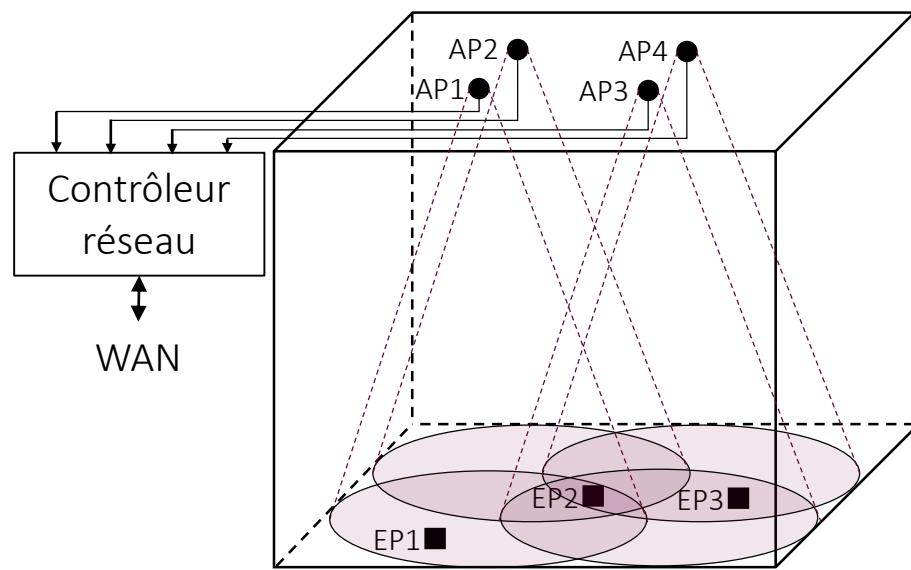
- ✓ Aéronautique : accès LiFi **100 Mbps** des passagers aux serveurs IFE.
- ✓ Automobile : transmission véhicule-véhicule à **20 Mbps** sur **10 m** (flux vidéo).



# Le projet ANR « SAFELiFi »

## Problématique et solution proposée

- Enjeux
  - ✓ Haut débit
  - ✓ Faible latence.
  - ✓ Accès multiple massif
  - ✓ Couverture continue
  - ✓ Haute fiabilité
  - ✓ Cohabitation RF



- Démonstrateurs actuels
  - ✓ Cellules adjacentes = interférences.
  - ✓ Canaux lumineux identiques.
  - ✓ Conséquences : performances sous-optimales.

- Solution proposée
  - ✓ Concept *cell-free*.
  - ✓ Longueur d'ondes multiples.
  - ✓ AFE suiveur (*beam steering* optique).
  - ✓ Allocation centralisée et optimisée.

# Le projet ANR « SAFELiFi »

## Objectifs du projet

### Doctorant.e #1

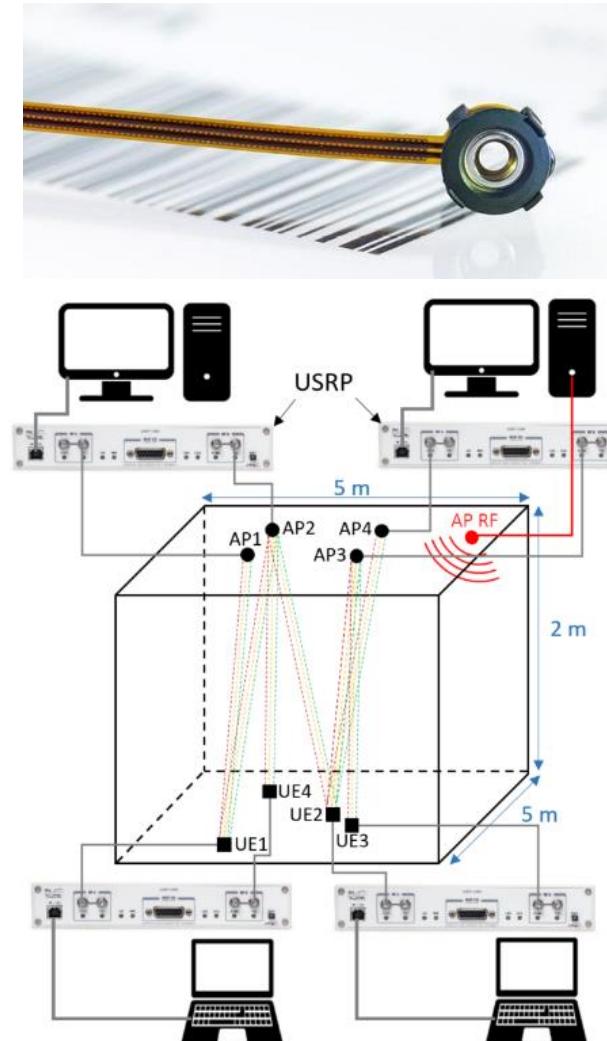
- Objectif 1 – Orientation des flux optiques entre UE et AP :
  - ✓ Développement d'une méthode de suivi temps réel de la localisation des UE/AP.
  - ✓ Développement les antennes optiques orientables.

### Doctorant.e #2

- Objectif 2 – Optimisation de la QoS au niveau des UE :
  - ✓ Optimisation de la QoS aux niveaux PHY et MAC (débit, latence, accès multiple).
  - ✓ Développement de fonctions de *handover* horizontal et vertical.

### Doctorant.e #1 + Doctorant.e #1 + Ingénieur.e

- Objectif 3 – Implémentation de démonstrateurs (TRL5/6)



# Merci pour votre attention