

Système de covoiturage multimodal en rabattement sur une offre agrégée de transport public

Philippe Canalda¹, Cheikh A. B. Kamara², Khadim Gueye², Idrissa Massaly², Germain Afolabi², Honoré Iradukunda², Raitah B. Khusru², Gideon Owusu², Hakim Mabed¹, Ibra Dioum³

¹Institut FEMTO-ST, UMR CNRS n° 6174
{philippe.canalda,hakim.mabed}@femto-st.fr

²Université de Franche-Comté, Master International IoT - ISITE de la Graduate School EIPHI
{cheikh_ahmadou_bamba_kamara,khadim.gueye02,idrissa.massaly,germain.afolabi,honore.iradukunda,raitah_binte.khusru,Gideon.owusu}@edu.univ-fcomte.fr

³Laboratoire d'Informatique, de Télécommunications et Applications (LITA)
Ibra.dioum@esp.sn

Mots-clés : *IoT, API WEB, static and dynamic Open Data, GIS, smart UI/UX interfaces, operational research, greedy algorithm, itinerary generation, dynamic decision support system.*

Intégration du véhicule individuel dans l'offre globale de transport public sur un territoire numérique à agréger

Aujourd'hui, la mise à disposition des données de mobilités (en données ouvertes et libres d'accès depuis data-gouv.fr [1]), les orientations législatives (de la loi LOM [2]) en faveur d'une mobilité plus vertueuse et couvrant plus et mieux le territoire, la nécessité d'améliorer les mobilités individuelles en s'appuyant sur une offre globale de transport public, toute cela conduit à une effervescence d'offres de services de mobilités qui se confronte à la fois aux usages et à la conception/mise en œuvre/expérimentation de systèmes complexes de mobilité. Sur le territoire fragmenté du pôle d'excellence véhicule du futur, qui se compose d'un syndicat mixte des mobilités se mettant en place, et d'une dizaine d'opérateurs de mobilités et donc aussi d'autorités organisatrices de la mobilité, nous¹ proposons un démonstrateur organisant une offre de covoiturage multi-modale [3] en rabattement sur une offre agrégée et globale de transport public ainsi que sur une liste de pôles d'échanges.

Instance « MetropolyTAN - Portes du Jura » d'une plate-forme paramétrant une offre dynamique de covoiturage multimodal en rabattement

Notre démonstrateur se compose tout d'abord d'une interface intelligente web-mobile, à destination des usagers, facilitant la définition conjointe et flexible d'une offre et d'un besoin de mobilité. La simplicité et l'efficacité du processus de définition d'une requête d'utilisateur s'appuie sur la sélection spatiale et temporelle de la destination (par défaut) d'un usager *oP* passager exclusif. Ces données (*DataStatic||Dynamic*) sont extraites des données statiques et/ou dynamiques aux formats GTFX des offres de mobilités disponibles sur l'espace métropolitain Belfort-Montbéliard-Héricourt-Delle. Le remplissage intelligent et contextuel de l'origine du déplacement tient compte de la localisation de

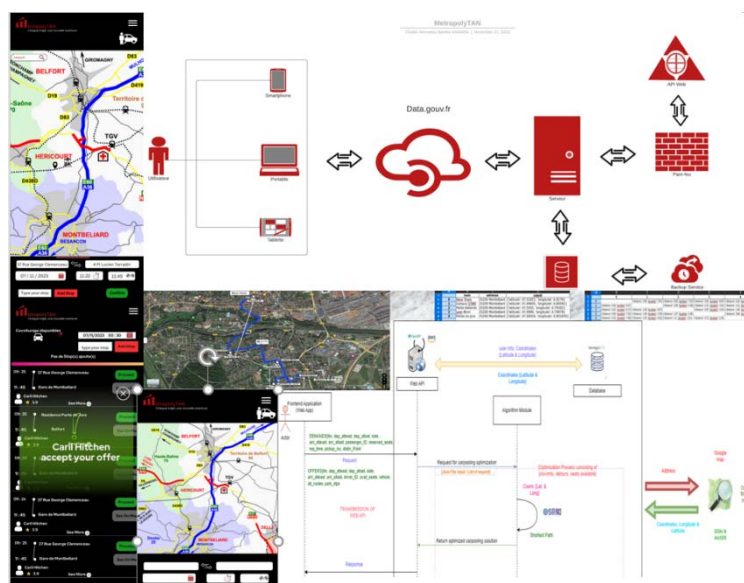
¹ Ces travaux sont conduits et réalisés dans le cadre de projets (semestriels à pluri-annuels) du master international Internet of Things de la Graduate School EIPHI de l'Université de Bourgogne Franche-Comté.

l'utilisateur, de ses points d'intérêts s'ils sont connus, ainsi que des déplacements aux plus courts (Matrice Origine->Destination $M_{O \rightarrow D}$) entre les différents Stops composant les étapes des itinéraires des conducteurs (oD , mD , mP) et des passagers (oP , mP , mD), ainsi que de tous les Stops et d'autres points d'intérêts (PoI comme des aires de covoiturage, des parkings, des aires d'échange, ...) de $DataStatic||Dynamic$. L'utilisateur peut interchanger l'origine et la destination de son itinéraire, en définir les accès au plus tôt (h^-) et au plus tard (h^+), ajouter un via. Pour chacune des étapes, il est nécessaire d'en identifier la latitude, la longitude, l'adresse postale, sa typologie (Bus, train, ...), et il est possible de préciser le nombre de prises en charges et de dépôts. Lorsque l'utilisateur est déclaré conducteur, un véhicule doit être associé en précisant son immatriculation, ses caractéristiques visuelles, ses capacités initiales, celles occupées et celles disponibles. Le nombre de reports modaux (défaut 0), un coefficient kilométrique/détour (défaut 1.1), ainsi qu'un délai de sécurité (5') à l'étape de destination est modifiable par l'utilisateur.

À la soumission de la requête, une normalisation est réalisée sur les fenêtres de temps dans le respect des contraintes temporelles et de la $M_{O \rightarrow D}$. La partie arrière du système extrait les données $DataStatic||Dynamic$ du site data.gouv.fr et aussi de compléments en provenance des AOM et OM (Opérateurs de Mobilité). Elle construit la $M_{O \rightarrow D}$ à partir d'un SIG paramétrable parmi (OpenStreetMap, GoogleMap, ARCGIS, et QGIS). Elle appelle une API-WEB en passant en paramètres la liste des offres et demandes des usagers, les PoI , et des contrats de mobilités déjà passés et qui satisfont partiellement ou totalement des offres et demandes de covoiturage avec transbordements. Cette API WEB sollicite elle aussi un SIG paramétrable pour constituer à la demande une $M_{O \rightarrow D}$ des plus courts chemins. Elle actionne un algorithme multi-contraintes et multi-objectifs, hybride, d'approche principale tabou, et qui est couplé à la mise en cohérence exacte des fenêtres de temps (TW), et aux insertions énumérées par un algorithme de programmation dynamique cut and price and share. Les contraintes majeures sont : les ordres de prises en charges et de livraisons, les TW , les capacités variables des véhicules, les rôles variables des usagers, les détours autorisés. Les objectifs majeurs et hiérarchisés sont de, maximiser le nombre de satisfactions des requêtes usager, minimiser le nombre de véhicules utilisés, l'impact écologique (carburant, polluant, énergie), maximiser les indemnités des chauffeurs, minimiser le nombre de reports modaux et le temps d'attente aux arrêts.

FIG. 1 – Architecture globale de la plate-forme de covoiturage en rabattement sur une offre de transport public avec 4 interfaces intelligentes de saisies des requêtes et de contractualisation des itinéraires générés

Une telle instance rassemble jusqu'à 8 systèmes d'informations aujourd'hui séparés. Elle propose une première intégration du véhicule individuel en rabattement sur une offre de transport public. Elle se décline en mode Uber ou bla-bla-car en la paramétrant. Les prochaines étapes sont la mesure des gains écologiques et l'évolution de l'accès au transport public. Une approche algorithmique multi-niveaux doit permettre d'étendre l'offre opérationnelle multimodale.



Références

- [1] Le Point d'Accès National aux données ouvertes ... - Data Gouv, <https://transport.data.gouv.fr/>, 01/12/2023.
- [2] La loi LOM, <https://www.francemobilites.fr/>, 01/12/2023.
- [3] Philippe Canalda, Idriss Hassine et al. Covoiturage Dynamique et Incrémental avec fenêtres de temps, livraisons et chargements partiels, flottes à capacités variables, et itinéraires avec vias : formalisation, algorithme de programmation dynamique Cut&Price&Share, et évaluations. In Research Report RR-FEMTO-ST-6611, Pages 1 – 32, Octobre 2015.