



**HAL**  
open science

# Le problème de transport de personnes avec flotte publique, flotte privée et possibilité de covoiturage

David Brevet, Christophe Duhamel

## ► To cite this version:

David Brevet, Christophe Duhamel. Le problème de transport de personnes avec flotte publique, flotte privée et possibilité de covoiturage. Cahiers de la logistique, 2023, 4, pp.27-36. hal-04362977

**HAL Id: hal-04362977**

**<https://normandie-univ.hal.science/hal-04362977>**

Submitted on 23 Dec 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



**Nouvelles applications  
et approches pour la  
mobilité urbaine et  
périurbaine**

**PÔLE INGÉNIEUR  
LOGISTIQUE  
LE HAVRE NORMANDIE**

---

**CAHIERS DE LA  
LOGISTIQUE**



**CAHIERS DE LA  
LOGISTIQUE  
CL2023 – N° 04**

**Nouvelles applications et approches pour  
la mobilité urbaine et périurbaine**

Décembre, 2023  
Copyright © 2023, ISEL



La présente publication est protégée par le code de la propriété intellectuelle et plus précisément ses articles relatifs au respect du droit d’auteur.

Les auteurs demeurent seuls responsables du contenu de leur œuvre. Ils garantissent disposer des autorisations nécessaires de la part des tierces parties titulaires de droits sur des œuvres partiellement ou globalement reproduites. Les droits moraux et patrimoniaux sur l’œuvre demeurent attachés à leurs auteurs.

Afin de faciliter le partage et l’utilisation de leur création, les auteurs autorisent les utilisateurs à :

- Télécharger et imprimer une copie de la présente publication à des fins d’études, de recherche, de diffusion de la culture scientifique et de partage des connaissances ;
- Distribuer gratuitement et sans aucune contrepartie l’URL identifiant la publication.

La présente publication, et l’URL associée ne peuvent en aucun cas être distribuées ou utilisées dans le cadre d’une activité à but lucratif ou à des fins commerciales. Aucune modification du contenu de l’œuvre n’est autorisée.

# LE PROBLÈME DE TRANSPORT DE PERSONNES AVEC FLOTTE PUBLIQUE, FLOTTE PRIVÉE ET POSSIBILITÉ DE COVOITURAGE

David Brevet<sup>1</sup>, Christophe Duhamel<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Scalian, 1 av. des Lions hall B - 3<sup>o</sup> étage, 44800 Saint-Herblain

<sup>2</sup> LITIS, Université Le Havre Normandie  
christophe.duhamel@univ-lehavre.fr

## RESUME

La congestion en centre-ville ou sur les grands axes d'accès est source de nombreuses nuisances. Actuellement, les véhicules personnels sont majoritairement préférés mais leur capacité est largement sous-utilisée. Cependant, l'essor des systèmes d'information et de navigation permet de simplifier l'utilisation des véhicules personnels pour le transport partagé, en particulier dans le cadre de déplacements vers le lieu de travail. Nous présentons ici le DARP-PV-AN, un problème consistant à optimiser un système de transport combinant flotte flexible et flotte privée pour satisfaire les requêtes de transport. De plus, chaque personne peut définir plusieurs possibilités de points d'origine et de destination. Nous présentons deux métaheuristiques, ELS et AGH, pour calculer des solutions de bonne qualité. Les méthodes sont testées sur 35 instances et leurs résultats sont analysés.

**MOTS CLÉS :** transport à la demande, covoiturage, optimisation, métaheuristique.

## ABSTRACT

Congestion in city centres or on major access roads produces numerous nuisances. Currently, personal vehicles are mostly preferred but their capacity is largely underutilized. However, the development of information and navigation systems can simplify the use of personal vehicles in the context of shared transport, particularly when going to/from the workplace. Here we present DARP-PV-AN, a problem consisting of optimizing a transportation system. It combines flexible fleet and private fleet to ensure transportation requests. Additionally, each person can propose several possible origin and destination points. We present two metaheuristics, ELS and AGH, to compute solution of good quality. The methods are tested on 35 instances and their results are analysed.

**KEYWORDS :** on-demand transportation, ridesharing, optimization, metaheuristic.

## 1. Introduction

La congestion en centre-ville ou sur les grands axes d'accès est source de nombreuses nuisances, en termes d'émission de gaz à effet de serre, de pollution, de bruit, de stress, de retards, d'accidents, entre autres. Si l'on considère d'autres facteurs tels que l'augmentation du prix de l'essence, l'usage du véhicule personnel pour se rendre sur son lieu de travail ou en revenir devient vite une contrainte significative dans l'organisation quotidienne. De ce fait, la recherche de solutions alternatives telles que le basculement sur le transport en commun, l'utilisation de parkings relais ou encore le covoiturage prennent tout leur sens.

Actuellement, les véhicules personnels sont majoritairement préférés mais leur capacité est largement sous-utilisée. En effet, la plupart des déplacements pour se rendre au travail sont individuels, sans passagers. Le constat est ancien et de nombreuses politiques incitatives ont été lancées pour favoriser le co-voiturage : création de parking relais dédiés au co-voiturage, voies réservées sur les grands axes, voire subventions. La généralisation des systèmes de navigation intégrée dans les véhicules, combinée à l'essor des sites en lignes collaboratifs, facilite la création de nouveaux services de transport basés sur le partage. Un véhicule personnel peut alors servir de véhicule de transport partagé, en particulier dans le cadre du déplacement vers le lieu de travail.

Ce mode de transport 'individualisé' peut même venir en appui à un mode de transport plus classique, par exemple utilisant une flotte de navettes. Dans ce cadre, plusieurs possibilités de transport sont offertes : prendre une navette du service en commun, prendre son véhicule pour éventuellement transporter d'autres personnes en chemin ou pas, ou enfin partager le véhicule d'une autre personne. On a ainsi un système hybride, combinant une flotte flexible (les navettes) avec une flotte privée (les véhicules personnels).

Cette solution pose cependant quelques questions qui doivent être traitées en amont. Il convient de bien cibler le cadre juridique, en particulier si le transport s'effectue dans le contexte professionnel. Une autre question concerne le respect de la vie privée. En effet, les systèmes de covoiturage mettent en relation des transporteurs avec des personnes transportées et les données sensibles des individus (identité, domicile, etc.) sont susceptibles d'être exploitées par des entités malveillantes pour organiser des cambriolages ou des agressions. Une solution pour limiter ce risque consiste à proposer plusieurs lieux de rendez-vous possibles afin d'être pris en charge lors d'un covoiturage. Le système d'affectation détermine alors quels points seront choisis pour prendre et déposer une personne.

Nous présentons ici le problème consistant à optimiser un système de transport combinant flotte flexible et flotte privée pour satisfaire les requêtes de transport de personnes, de leur point d'origine à leur point de destination. De plus, chaque personne peut définir plusieurs points d'origine et plusieurs points de destination. Dans un premier temps, nous rappellerons le problème fondamental de transport à la demande, le DARP avant de définir son extension, le DARP-PV-AN. Nous présenterons ensuite deux méthodes de résolution approchées, la métaheuristique ELS et un algorithme génétique hybride. Les deux méthodes seront comparées sur un ensemble d'instances afin de tirer des conclusions.

## 2. Le DARP

Le problème du transport à la demande (DARP – Dial-A-Ride Problem) fait partie de la classe des Problèmes de Tournées de Véhicules. Il est une extension du Problème de Collecte et Livraison (PDP – Pickup and Delivery Problem) et fait partie, à ce titre, de la classe des problèmes NP-difficiles. Les premiers travaux sur le DARP remontent à (Wilson et al., 1971). Une définition moderne du problème a été proposée par (Cordeau et Laporte, 2003).

On considère un ensemble  $R$  de  $n$  clients et une flotte  $F$  de  $m$  véhicules. Chaque client correspond à une requête de transport, constituée d'un point d'origine (pickup), d'un point de destination (delivery) et d'une quantité de personnes à transporter. A chaque point est associée une fenêtre de temps, c'est-à-dire un intervalle de temps durant lequel l'opération (pickup ou delivery) peut être réalisée et un temps de service pour réaliser l'opération. Un véhicule arrivant sur un point avant le début de la fenêtre de temps doit attendre jusqu'au début. Il ne peut en revanche arriver après la fin. Une durée maximale de transport entre un pickup et son delivery, le riding time, est définie afin d'imposer un certain niveau de qualité de service pour chaque client.

La flotte de véhicule est supposée homogène. Tous les véhicules possèdent la même capacité, la même vitesse et la même autonomie. Ils sont initialement situés sur un dépôt duquel ils partent et vers lequel ils doivent revenir une fois leur tournée terminée. Le dépôt possède également une fenêtre de temps définissant la date de sortie au plus tôt et la date de retour au plus tard. Chaque tournée est effectuée par un seul véhicule et doit respecter un ensemble de contraintes comme la capacité maximale du véhicule, le traitement intégral des requêtes prises en compte ou encore le respect des fenêtres de temps. L'objectif est de minimiser la somme des distances parcourues par les véhicules pour assurer la prise en compte de toutes les requêtes.

## 3. Le DARP-PV-AN

Le DARP-PV-AN (DARP with Private Vehicle and Alternative Nodes) reprend les données du DARP, notamment l'ensemble  $R$  des requêtes et la flotte flexible de véhicules  $F$ . L'objectif reste la minimisation des distances parcourues par les véhicules. Deux nouveaux éléments sont pris en compte, la flotte privée et les nœuds alternatifs.

### 3.1 La flotte privée

Dans le DARP-PV-AN, l'ensemble  $R$  des requêtes peut toujours être desservi par la flotte flexible  $F$ . Ces requêtes peuvent aussi être desservies par une flotte décentralisée de véhicules privés  $F'$ . Elle est définie par un sous-ensemble  $R' \subseteq R$  de clients pouvant effectuer leur trajet avec leur véhicule personnel, voire assurer le transport d'autres clients. Cette possibilité de covoiturage vient donc en appui de la flotte  $F$ . Elle peut même s'y substituer le cas échéant. La figure 1 illustre un cas dans lequel la flotte flexible localisée au dépôt (carré gris) transporte les clients A et B par le premier véhicule et les clients C et D par le second véhicule. Dans le même temps, le client E utilise son véhicule et transporte également le client F.

Cette approche permet de modéliser des organisations de transport dans lesquelles une

entreprise possède une flotte de véhicules ou contracte un prestataire pour assurer le transport porte-à-porte de ses employés. Dans le même temps, ces employés peuvent également utiliser leur propre véhicule voire effectuer du covoiturage s'ils y trouvent un avantage. Les possibilités de covoiturage sont cependant limitées par la contrainte de riding time de l'employé. Ainsi, celui-ci ne peut effectuer trop de détours, ni réaliser des détours trop longs, comme illustré par la zone grise autour de la requête du client E dans la figure 1.

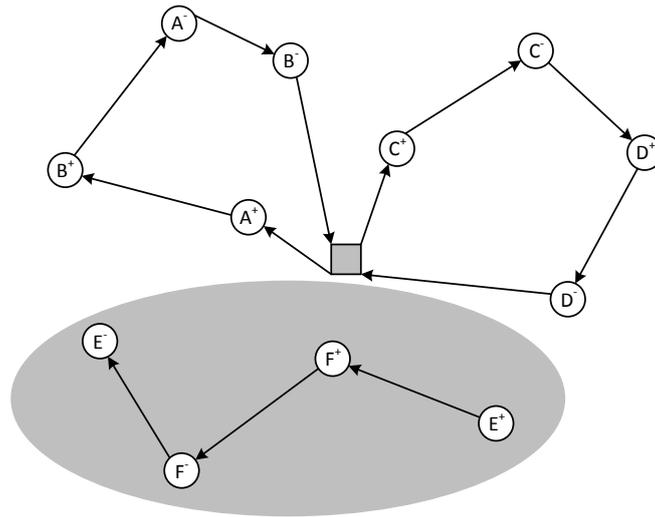


Figure 1: exemple avec 2 véhicules flexibles et 1 véhicule privé

### 3.2 Les nœuds alternatifs

Pour des questions de sécurité, il est préférable que les clients n'exposent pas leur adresse personnelle ni leur position exacte. A la place, ils peuvent indiquer un lieu proche, accessible rapidement à pied mais ne dévoilant pas la localisation exacte. En parallèle, il peut être intéressant pour une personne de proposer plusieurs possibilités de points de rendez-vous pour son pickup et son delivery. Ceci permet d'apporter davantage de flexibilité au système, notamment pour les personnes habitant en zone urbaine ou pouvant se rendre sur des points de rendez-vous prédéfinis (les parking relais, les zones de covoiturage par exemple).

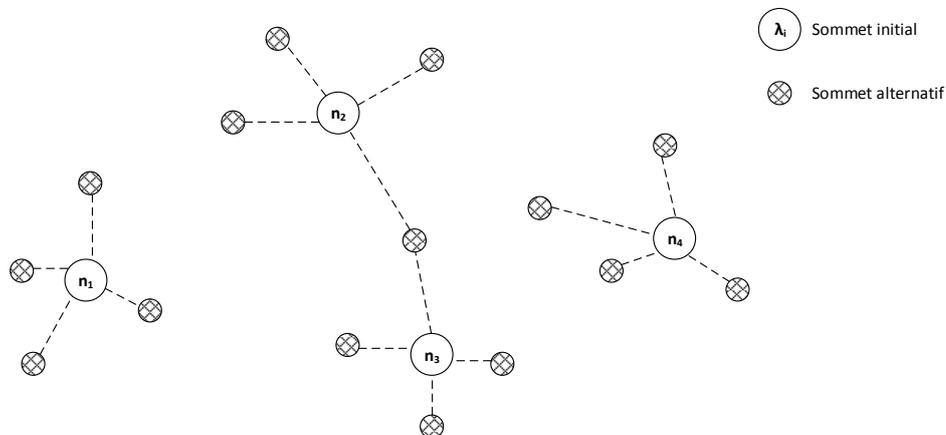


Figure 2 : points de requête avec nœuds alternatifs

Ces deux considérations conduisent à la définition, pour chaque requête, d'un ensemble de points de pickup et d'un ensemble de points de delivery possibles. Ces deux ensembles contiennent les points de pickup et delivery initiaux dans le cas où la personne peut utiliser son véhicule. Traiter la requête consiste alors à sélectionner un point dans chacun des deux ensembles. De cette manière, identifier les localisations initiales et finales précises d'un client devient plus complexe, ce qui contribue à renforcer la sécurité du client. De plus, un même point alternatif, par exemple une zone de covoiturage, peut être proposé par plusieurs clients, comme illustré en figure 2 où  $n_2$  et  $n_3$  partagent un point alternatif. Ceci simplifie l'organisation du covoiturage en permettant au conducteur de prendre en charge plusieurs clients à la fois, que ce soit avec un véhicule de la flotte flexible ou privée.

#### 4. Métaheuristiques pour la résolution du DARP-PV-AN

L'introduction d'une flotte privée et de nœuds alternatifs rend le problème sensiblement plus complexe que le DARP. Par conséquent, la résolution exacte en utilisant des formulations reposant sur la Programmation Linéaire en Nombres Entiers est limitée à des instances de très petite taille. Deux métaheuristiques sont présentées ici pour résoudre le problème de manière approchées : ELS et un algorithme génétique hybride.

##### 4.1 Une métaheuristique de type ELS

La métaheuristique ELS (Evolutionary Local Search) a été développée par (Wolf et Merz, 2007) et constitue une extension de la métaheuristique ILS (Iterated Local Search), proposée par (Lourenço et al., 2003). Partant d'une solution initiale, ILS consiste à appliquer sur la solution courante une mutation suivie d'une recherche locale tant qu'un critère d'arrêt n'est pas atteint, généralement un nombre total d'itérations ou un nombre d'itérations sans amélioration de la meilleure solution. Dans ELS, l'itération consiste à appliquer la mutation puis la recherche locale sur un certain nombre de copies de la solution courante. On conserve ensuite la meilleure solution produite pour l'itération suivante, comme illustré en figure 3.

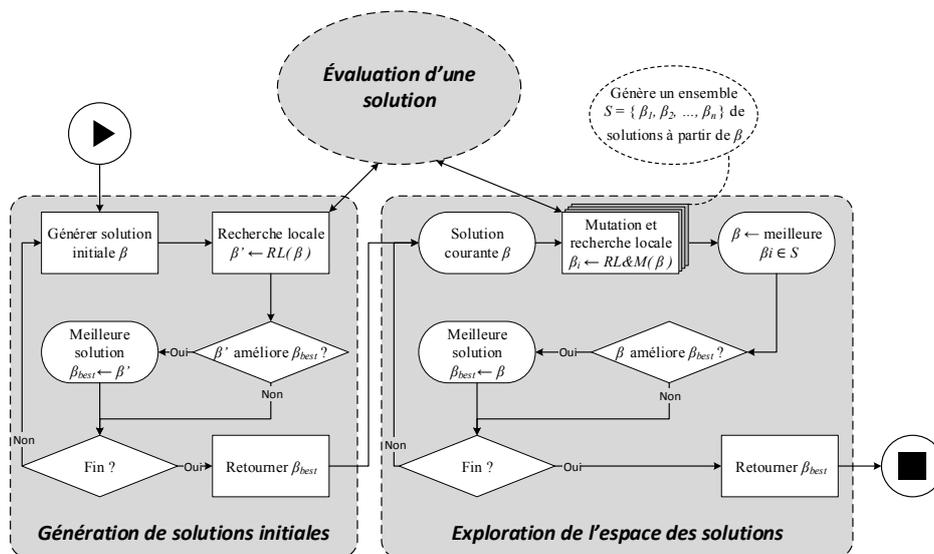


Figure 3 : schéma général de la métaheuristique ELS

La version de ELS pour le DARP-PV-AN reprend les principes posés par (Chassaing et al., 2016) pour la résolution du DARP. L'heuristique constructive ainsi que la recherche locale ont été modifiées pour prendre en compte la flotte privée ainsi que les nœuds alternatifs.

## 4.2 Un algorithme génétique hybride

L'Algorithme Génétique Hybride (AGH) repose sur la l'association d'un algorithme génétique avec un enrichissement de la population par Programmation Linéaire en Nombres Entiers. L'algorithme repose sur 3 composantes :

- La première composante est l'algorithme génétique lui-même. Il gère la population des individus, c'est-à-dire le croisement et la mutation des individus ainsi que l'évolution de la population. Chaque individu est encodé sous forme d'un vecteur d'affectation des requêtes aux véhicules ;
- La seconde composante est l'algorithme d'évaluation des individus utilisant le principe de séparation et évaluation (branch-and-bound). Il détermine la séquence de passage optimale sur les points de pickup et delivery pour chaque véhicule utilisé, en respectant l'ensemble des contraintes du DARP-PV-AN. Une mémoire globale des tournées est utilisée pour éviter de réévaluer des tournées déjà évaluées dans les itérations précédentes ;
- La dernière composante génère de nouvelles solutions en utilisant la mémoire globale des tournées. La meilleure combinaison de tournées permettant de traiter toutes les requêtes est calculée en résolvant par Programmation Linéaire en Nombres Entiers un problème de couverture minimale pondérée (WSCP).

Le schéma général de AGH est présenté dans la figure 4.

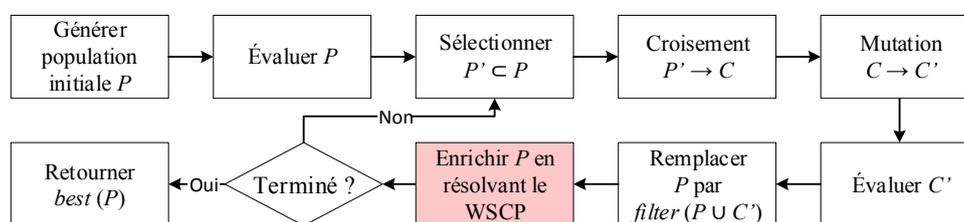


Figure 4 : schéma général de AGH

## 5. Résultats expérimentaux

Les deux méthodes ont été testées sur un ensemble de 35 instances réalistes reposant sur des graphes de transport asymétriques générés aléatoirement. Les calculs ont été réalisés sur un ordinateur sous linux muni d'un processeur Intel Xeon E7-8890v3 2,5 GHz avec 3 To de mémoire. CPLEX v12.6 a été utilisé pour la résolution du problème de couverture minimale pondérée.

La figure 5 présente les résultats des deux métaheuristiques. Pour chaque instance, le nombre de requêtes  $n$ , le nombre total de nœuds  $N^T$ , la taille de la flotte flexible  $K$ , la taille de la flotte privée  $K'$  et le budget en temps de calcul  $TT$  sont indiqués. Pour chaque méthode,  $Obj$  indique la valeur de la meilleure solution trouvée et  $T^*$  le temps pour l'obtenir. Le gap mesure l'écart relatif entre les deux solutions obtenues. Les valeurs en gras indiquent les meilleures

solutions trouvées. Il ressort que AGH produit le meilleur résultat pour 32 des 35 instances, 7 fois seulement pour ELS. Le gain de la solution obtenue par AGH par rapport à ELS est en moyenne de 3,92% et peut atteindre 15,49%. De plus, AGH calcule sa solution plus rapidement pour 27 instances sur 35.

<i>Instance</i>	<i>n</i>	<i>N<sup>T</sup></i>	<i>K</i>	<i>K'</i>	<i>TT(s)</i>	ELS		AGH		
						<i>Obj</i>	<i>T*(s)</i>	<i>Obj</i>	<i>Gap%</i>	<i>T*(s)</i>
PCD_20_OVP	10	61	4	0	600.00	<b>811.35</b>	0.00	<b>811.35</b>	0.00	1.11
PCD_20_2VP	10	61	4	2	600.00	730.65	300.00	<b>715.54</b>	-2.07	3.87
PCD_20_4VP	10	61	4	4	600.00	730.65	300.00	<b>715.54</b>	-2.07	5.99
PCD_20_6VP	10	61	4	6	600.00	658.24	300.60	<b>643.13</b>	-2.29	4.49
PCD_20_10VP	10	61	4	10	600.00	435.52	330.60	<b>388.96</b>	-10.69	1.61
PCD_40_OVP	20	125	8	0	900.00	<b>1109.59</b>	6.00	<b>1109.59</b>	0.00	9.43
PCD_40_2VP	20	125	8	2	900.00	<b>1028.41</b>	455.40	<b>1028.41</b>	0.00	16.12
PCD_40_6VP	20	125	8	6	900.00	747.73	433.20	<b>741.63</b>	-0.82	10.15
PCD_40_8VP	20	125	8	8	900.00	<b>667.43</b>	454.80	<b>667.43</b>	0.00	20.65
PCD_40_10VP	20	125	8	10	900.00	627.54	679.20	<b>614.79</b>	-2.03	31.58
PCD_40_20VP	20	125	8	20	900.00	512.24	458.40	<b>487.85</b>	-4.76	11.13
PCD_60_OVP	30	191	20	0	1200.00	1525.62	846.60	<b>1521.37</b>	-0.28	1077.96
PCD_60_2VP	30	191	20	2	1200.00	1479.83	924.00	<b>1479.82</b>	0.00	115.82
PCD_60_8VP	30	191	20	8	1200.00	1127.55	957.00	<b>1054.46</b>	-6.48	92.17
PCD_60_10VP	30	191	20	10	1200.00	1133.38	663.60	<b>1031.14</b>	-9.02	89.75
PCD_60_16VP	30	191	20	16	1200.00	946.43	1101.00	<b>899.72</b>	-4.94	796.93
PCD_60_30VP	30	191	20	30	1200.00	911.15	612.60	<b>775.40</b>	-14.90	809.03
PCD_80_OVP	40	243	20	0	1500.00	2032.86	723.60	<b>2009.90</b>	-1.13	396.44
PCD_80_2VP	40	243	20	2	1500.00	1904.62	1257.60	<b>1871.82</b>	-1.72	447.45
PCD_80_10VP	40	243	20	10	1500.00	1792.16	1444.20	<b>1674.83</b>	-6.55	1053.71
PCD_80_14VP	40	243	20	14	1500.00	1679.32	1281.60	<b>1624.63</b>	-3.26	85.87
PCD_80_20VP	40	243	20	20	1500.00	1452.10	846.00	<b>1421.29</b>	-2.12	391.31
PCD_80_40VP	40	243	20	40	1500.00	1323.59	853.20	<b>1198.17</b>	-9.48	1432.43
PCD_100_OVP	50	307	50	0	1800.00	<b>2384.21</b>	1405.20	2475.91	3.85	911.05
PCD_100_4VP	50	307	50	4	1800.00	2303.97	1528.20	<b>2247.32</b>	-2.46	1353.06
PCD_100_14VP	50	307	50	14	1800.00	1991.67	1510.20	<b>1925.30</b>	-3.33	1017.70
PCD_100_18VP	50	307	50	18	1800.00	1921.00	1417.80	<b>1903.03</b>	-0.94	761.86
PCD_100_26VP	50	307	50	26	1800.00	1858.81	1323.00	<b>1820.66</b>	-2.05	903.25
PCD_100_50VP	50	307	50	50	1800.00	1842.80	1055.40	<b>1597.78</b>	-13.30	1044.82
PCD_120_OVP	60	371	50	0	2100.00	<b>2817.98</b>	2079.60	2946.83	4.57	1980.90
PCD_120_4VP	60	371	50	4	2100.00	<b>2608.24</b>	1240.80	2702.30	3.61	2148.09
PCD_120_16VP	60	371	50	16	2100.00	2300.61	2097.60	<b>2134.50</b>	-7.22	1047.46
PCD_120_20VP	60	371	50	20	2100.00	2453.28	1538.40	<b>2073.20</b>	-15.49	1830.19
PCD_120_30VP	60	371	50	30	2100.00	2174.94	1894.80	<b>2042.93</b>	-6.07	1085.00
PCD_120_60VP	60	371	50	60	2100.00	2114.03	1518.60	<b>1820.70</b>	-13.88	1980.90
Moyenne									-3.92	

Figure 5 : comparaison des deux métaheuristiques

La figure 6 illustre la vitesse de convergence moyenne de ELS et AGH. Pour chaque méthode, chaque point indique l'écart moyen de la meilleure solution courante sur le pourcentage de temps total utilisé. On note de AGH converge beaucoup plus rapidement. Il atteint la qualité des meilleures solutions de ELS en 10% du temps alloué. On note également que reposer sur une population de solutions permet à AGH de démarrer avec de meilleures solutions initiales. L'écart initial est de 68,44% pour ELS et de 38,19% pour AGH.

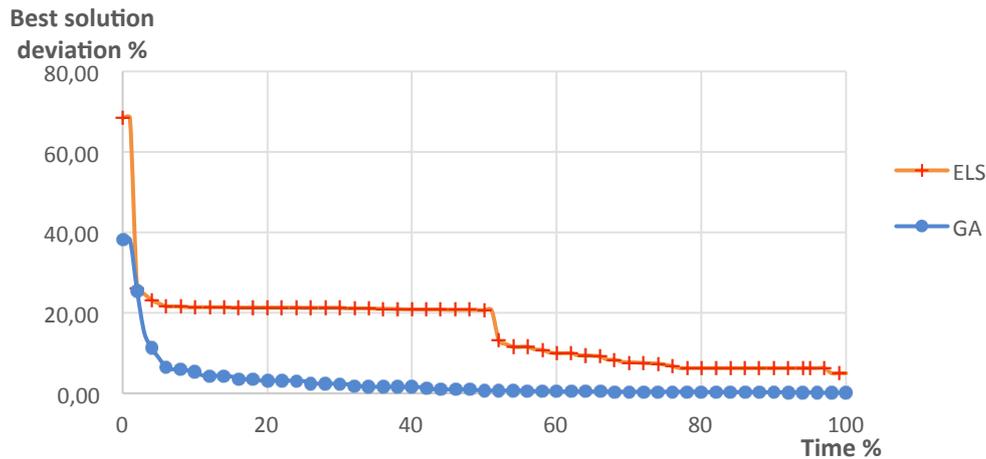


Figure 6 : comparaison de la vitesse de convergence moyenne de ELS et AGH

La figure 7 montre l'intérêt de la partie hybride (ajout d'individus optimisés) de AGH. L'écart initial est de 38,19% avec enrichissement et de 132,01 % sans. L'écart final moyen est de 4,02% sans enrichissement. Notons que AGH atteint la qualité des solutions produites par AG (sans enrichissement) avec 12% du budget temps alloué.

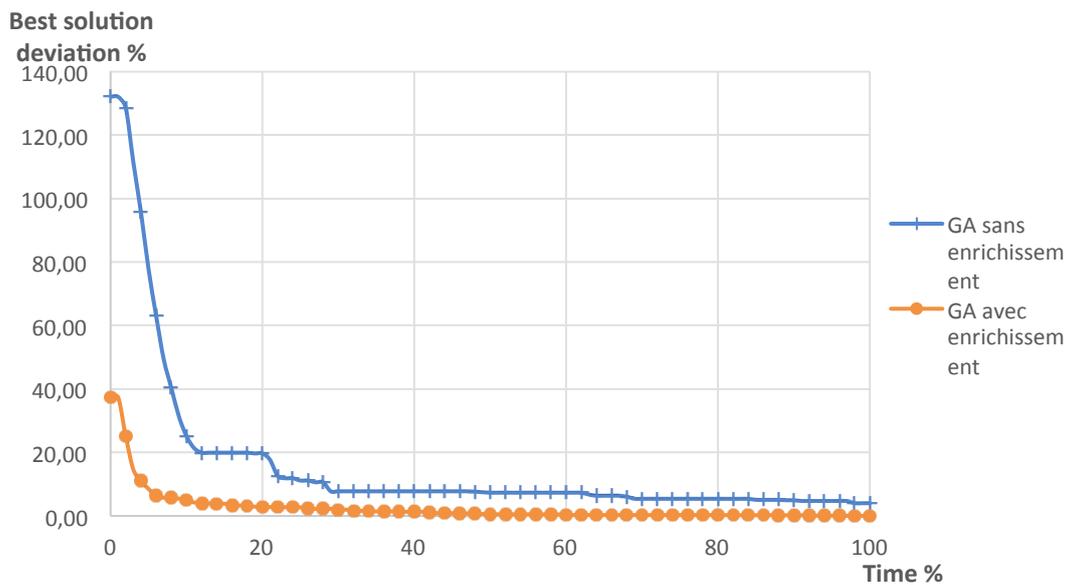


Figure 7 : impact de l'enrichissement de population dans AGH

Enfin, une analyse des solutions produites par ELS et AGH (Brevet, 2019) a montré que l'utilisation de la flotte privée permet de réduire significativement la distance totale parcourue par les véhicules. La qualité de service perçue par les clients, au sens de la durée totale de trajet et de la durée totale d'attente, est également meilleure. Idem pour la qualité de service perçue par les conducteurs, au sens de la durée totale de conduite.

## 6. Conclusions

Nous avons présenté le DARP-PV-AN, une extension du problème de transport à la

demande. Elle inclut la capacité de covoiturage par l'utilisation des véhicules personnels des clients. Elle inclut également la possibilité de proposer plusieurs points de rendez-vous, pour le pickup comme pour le delivery. Deux métaheuristiques, ELS et AGH, sont proposées pour résoudre les instances de DARP-PV-AN. Les expérimentations numériques indiquent que AGH est significativement meilleure que ELS, notamment grâce à l'hybridation. Les solutions obtenues utilisent majoritairement la flotte privée, ce qui permet d'améliorer tous les indicateurs de qualité. Ce travail peut être utilisé pour analyser l'interaction économique entre les deux modes de transport. En particulier, ceci permettrait, pour une entreprise, d'étudier les modalités d'incitation financière au covoiturage et d'intégrer cette politique dans la décarbonation de ses activités. On peut aussi envisager la possibilité de transport multimodal, intégrant les lignes de transport en commun dans les solutions de déplacement.

## 7. Références bibliographiques

Brevet, D.: Conception de services pour la mobilité urbaine respectueux des données privées et assurant la sécurité des clients et des véhicules. Thèse de Doctorat, Université Clermont Auvergne (2019)

Chassaing, M., Duhamel, C., Lacomme, P.: An ELS-based approach with dynamic probabilities management in local search for the dial-a-ride problem. *Eng. Appl. Artif. Intell.* 48, 119–133 (2016)

Cordeau, J.-F., Laporte, G.: A tabu search heuristic for the static multi-vehicle dial-a-ride problem. *Transp. Res. Part B Methodol.* 37(6), 579–594 (2003)

Lourenço, H.R., Martin, O.C., Stützle, T.: Iterated local search. In: *Handbook of Metaheuristics*. Springer, Boston, pp. 320–353 (2003)

Wilson, N.H., Sussman, J., Wong, H.-K., Higonnet, T.: *Scheduling Algorithms for a dial-a-ride system*. Massachusetts Institute of Technology. Urban Systems Laboratory (1971)

Wolf, S., Merz, O.: Evolutionary local search for the super-peer selection problem and the p-hub median problem. In: *International Workshop on Hybrid Metaheuristics*. Springer, Berlin (2007)

## Biographie des auteurs



David Brevet est consultant en Informatique dans l'entreprise Scalian sur Nantes. Suite à un master en Recherche Opérationnelle sur Nantes en 2016, il obtient un doctorat sous la direction de Philippe Lacomme, Christophe Duhamel et Gérard Fleury dans le domaine de l'optimisation des transports en 2019. Consultant depuis 2021, ses travaux actuels portent sur l'écoconception logicielle, l'utilisation de l'intelligence artificielle au sein des entreprises et l'étude de données via la proposition de modèles mathématiques, l'application de méthodes d'optimisation et la proposition de nouveaux algorithmes. Il a publié 5 articles dans des revues internationales liés au domaine de la Recherche Opérationnelle.



Christophe Duhamel est enseignant-chercheur en Informatique à l'Université Le Havre Normandie. Il est membre du LITIS (Laboratoire d'Informatique, de Traitement de l'Information et des Systèmes). Ses travaux de recherche s'inscrivent en Recherche Opérationnelle (RO) et portent essentiellement sur l'optimisation des problèmes de transport et des problèmes de conception et de routage dans les réseaux. Dans le cadre du transport, il s'est intéressé aussi au transport de biens comme à celui de personnes, avec la prise en compte de critères de Qualité de Service ou d'aspects multimodaux. Ses travaux se concentrent sur la proposition de modèles mathématiques et l'application de méthodes d'optimisation exacte ou approchées (heuristiques et métaheuristiques). Il a publié plus de 30 articles dans des revues internationales.