



DESSERTE DE ZONES INDUSTRIELLES EXCENTREES PAR DE NOUVEAUX SERVICES DE MOBILITE

Guy BOURGEOIS – Expert indépendant
Pauline TEPPE– SETEC- ITS

Table des matières

Introduction	3
1 – Les Zones industrielles étudiées :	3
Les déplacements internes aux communes :	4
Les déplacements domicile-travail à destination des communes :	5
2 – Les nouveaux services de mobilité évalués :	6
A – Les lignes de bus :	6
B – Les navettes autonomes :	6
C– Le service d’autopartage KIWEE :	6
D – Les voitures autonomes partagées :	7
E – Les hypothèses pour l’établissement des bilans économiques :	7
4 – La ZI de MEYZIEU JONAGE :	9
5 – SAINT-QUENTIN-FALLAVIER et sa ZI :	12
6 – PUSIGNAN et ses deux ZI :	16
7 – La ZI de SAINT-FONS (Vallée de la Chimie) :	20
8 – La ZI de FEYZIN (Vallée de la Chimie) :	23
9 – Comparaisons entre les cinq configurations :	26
Nombre de voyageurs :	26
Impact de la tarification :	27
Impact des temps d’attente :	28
Bilans économiques comparés :	28
Conclusion générale :	30
Annexe : Biographie des auteurs	32

DESSERTE DE ZONES INDUSTRIELLES EXCENTREES PAR DE NOUVEAUX SERVICES DE MOBILITE

Introduction

Cette étude est la réponse à une commande – fictive - des autorités de transport de l'agglomération lyonnaise, résumée de la façon suivante :

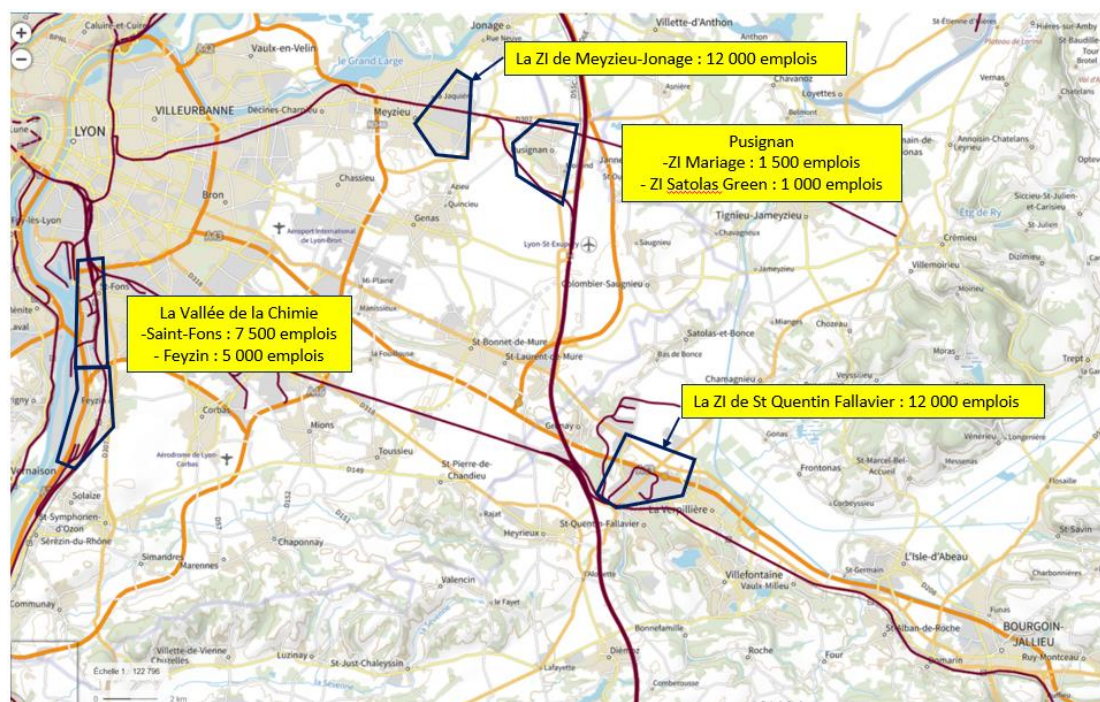
« Dans le contexte du réchauffement climatique et de la crise de l'énergie, nous voulons évaluer si de nouveaux services de mobilité, tels qu'ils peuvent être aujourd'hui expérimentés ou imaginés, parviendront à réduire les dépendances à l'automobile. Si nous disposons d'une large panoplie d'outils pour les territoires urbains denses, nous sommes en revanche très dépourvus dans la périphérie. »

Nous nous interrogeons plus particulièrement sur les possibilités d'améliorer la desserte des emplois situés dans des zones industrielles excentrées. Actuellement, l'usage de la voiture particulière y est ultra-majoritaire, et les tentatives effectuées pour en améliorer la desserte par des services classiques de bus se sont révélées très onéreuses pour des résultats particulièrement décevants. »

Pour répondre à cette demande, nous allons mobiliser OPTIREL – jusqu'à nouvel ordre le seul outil disponible en France pour effectuer une telle étude - pour évaluer, avec une approche identique, les apports potentiels de trois nouveaux services de mobilité, les navettes autonomes, le service d'autopartage KIWEE et les véhicules autonomes partagés. Nous allons le faire sur cinq zones industrielles de l'agglomération lyonnaise.

1 – Les Zones industrielles étudiées :

Elles sont schématisées sur la carte ci-dessous :



Les cinq zones étudiées sont, pour quatre d'entre elles, entièrement dans une commune, pour la cinquième à cheval entre deux communes (Meyzieu et Jonage). Le tableau ci-dessous donne la population active et les emplois de ces six communes, et la part de ces emplois situés dans les ZI :

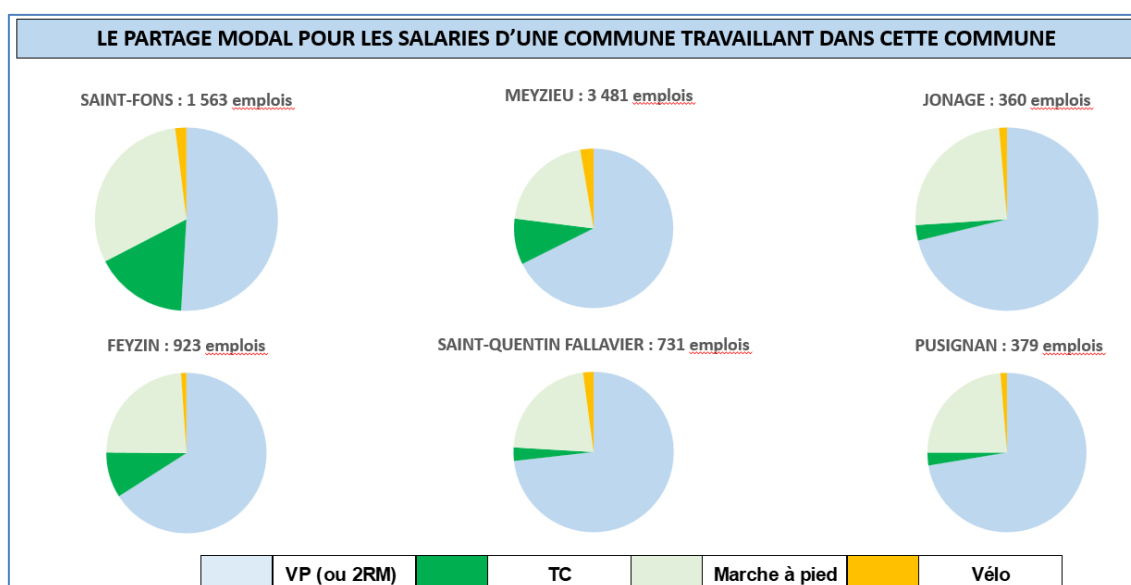
	MEYZIEU	JONAGE	SAINT-QUENTIN-FALLAVIER	PUSIGNAN	SAINT-FONS	FEYZIN
POPULATION ACTIVE	13 859	2 785	2 210	1 868	6 417	3 917
EMPLOIS	13 214	2 331	12 808	3 087	7 450	5 093
Part des emplois dans les ZI	60%	85%	90%	70%	52%	63%

Ces ZI sont aujourd'hui très médiocrement desservies par les transports en commun. Le fichier MOBPRO de l'INSEE qui donne le partage modal des déplacements domicile-travail, nous permet de dessiner le profil de ces communes vu sous cet angle.

Nous allons juxtaposer deux analyses complémentaires, la première concerne les déplacements internes aux communes concernées, la seconde les déplacements externes. Il faut toutefois noter que le dernier fichier MOBPRO disponible est celui de 2018 : cela ne nous permet pas d'apprécier si des changements significatifs sont intervenus depuis la crise sanitaire.

Les déplacements internes aux communes :

La série de graphique qui suit décrit le partage modal pour les habitants d'une commune qui y travaillent.



On ne connaît pas la répartition de ces habitants entre ceux qui occupent un emploi de la ZI et ceux qui travaillent sur le reste de la commune. Mais les emplois du centre-ville (administration, commerces, enseignement) sont généralement plus accessibles à pied ou en TC que les emplois plus excentrés des ZI. On peut en déduire que la part modale de la VP dans ces déplacements internes est encore plus importante pour les ZI que pour l'ensemble des communes.

Ces graphiques confirment que réduire la dépendance à l'automobile pour les déplacements de courte distance est un enjeu majeur. On observe au passage la faiblesse de la part modale du vélo (en 2018).

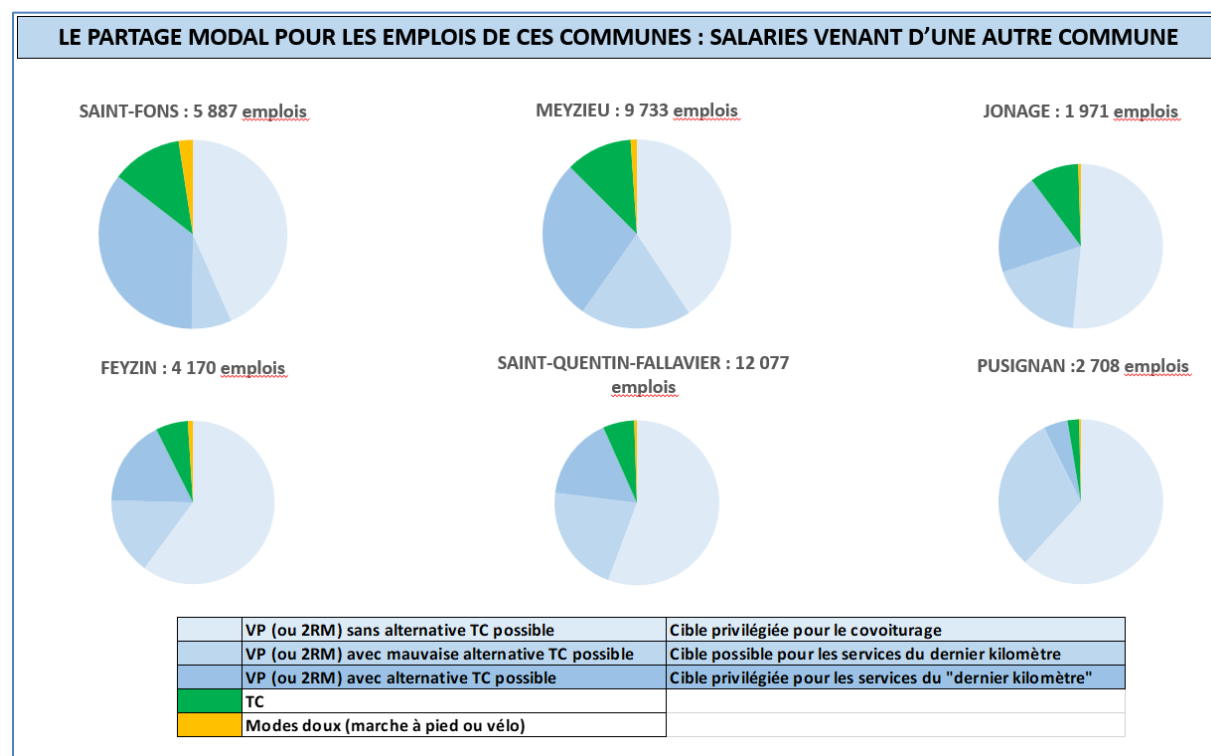
D'où la question suivante : peut-on réfléchir à l'amélioration de la desserte des ZI indépendamment de celle de l'intérieur des communes ? Nous verrons que les réponses diffèrent selon la configuration des territoires : les ZI de Meyzieu-Zonage, de Saint-Fons et de Feyzin sont nettement séparées des zones d'habitation ; à Pusignan, la ville habitée est entre les deux ZI ; à Saint-Quentin Fallavier, c'est

une petite zone d'habitation à côté d'une très grande ZI. Nous ferons tourner OPTIREL avec seulement les emplois dans les trois premières, avec les populations et les emplois dans les deux dernières, ce qui permettra d'apprécier les synergies entre services offerts aux salariés des ZI et ceux qui peuvent concerner tous les habitants.

Les déplacements domicile-travail à destination des communes :

MOBPRO nous permet d'analyser le volume et le partage modal des déplacements de commune à commune. Compte tenu du poids des ZI dans les six communes que nous étudions, cette analyse nous donne une bonne approche du partage modal pour la desserte des ZI. Mais MOBPRO nous permet d'aller plus loin : même si l'INSEE met en garde sur la fiabilité des petits chiffres, MOBPRO nous donne une information précieuse. Nous pouvons en effet considérer que si la part modale des TC est significative, c'est qu'il existe une desserte TC satisfaisante ; à l'inverse, que si elle est nulle, c'est qu'il n'y a pas d'alternative TC ; entre les deux, une part modale TC faible indique qu'il existe bien une possibilité d'effectuer le trajet en TC, mais que son attractivité est bien médiocre.

Les graphiques qui suivent ont été établis en considérant que le TC pouvait fournir une alternative crédible à la VP dès lors que sa part modale s'établissait à plus de 10 %, c'est le bleu le plus foncé dans ces graphiques. Inversement, le bleu le plus clair indique qu'il n'y a pas d'alternative crédible à la VP ; entre les deux ce sont les alternatives médiocres ; elles sont souvent le fait de communes assez proches, avec des dessertes en TC qui existent, mais qui ne parviennent pas à concurrencer la VP.



La question dite du dernier-kilomètre – qu'il vaut mieux exprimer en parlant des derniers kilomètres – concerne prioritairement les voyageurs du premier groupe (bleu foncé), alors que le covoiturage doit cibler prioritairement ceux du troisième groupe (bleu clair), celui qui est sans alternative TC. Le second groupe (bleu moyen) est sans doute le plus difficile à appréhender, nous verrons qu'il peut bénéficier des services du dernier kilomètre les plus efficaces.

On notera le profil très contrasté de nos six communes, qui s'explique essentiellement par leur position géographique.

2 – Les nouveaux services de mobilité évalués :

Nous allons comparer les performances de trois nouveaux services de mobilité, les navettes autonomes, le service d'autopartage KIWEE et les voitures autonomes partagées. Nous allons aussi, quand ce sera possible, les comparer aux services que peut délivrer actuellement une ligne de bus traditionnelle.

Nous allons aussi tenter de mettre ces nouveaux services en perspective dans le temps : 2025, 2030, 2040.

Les évaluations qui suivront vont être effectuées sur la base des scénarios et hypothèses qui suivent.

A – Les lignes de bus :

Nous commencerons par évaluer les possibilités offertes par les lignes de bus traditionnelles, certaines étant aujourd'hui en fonctionnement, d'autres pouvant être seulement imaginées. L'intérêt de ces simulations est de disposer d'une base permettant les comparaisons.

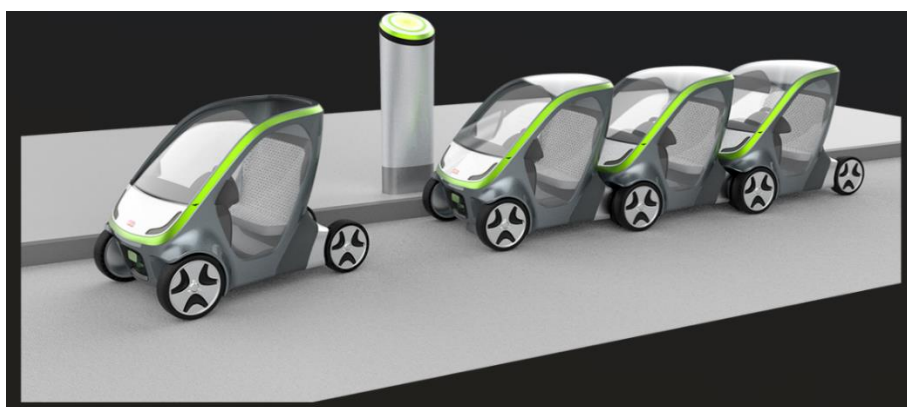
B – Les navettes autonomes :

Les navettes autonomes ont été depuis longtemps identifiées comme une solution pertinente pour les dessertes du dernier-kilomètre. Nous allons le vérifier. Si, aujourd'hui, la technologie n'est pas encore parvenue à une maturité suffisante pour aller au-delà d'expérimentations locales, il est raisonnable d'attendre le déploiement de tels services dans les prochaines années.

Nous allons mettre en perspective 2025 des navettes dont la vitesse commerciale restera limitée à 15 km/h. En perspective 2030, les progrès qui auront été réalisés, d'une part sur les technologies des navettes, d'autre part et surtout sur les aménagements de voirie, permettront d'augmenter la vitesse commerciale autour de 20 km/h.

C – Le service d'autopartage KIWEE :

KIWEE est un service d'autopartage, offert par de petits véhicules électriques. L'idée très novatrice de KIWEE est la possibilité d'assembler ces véhicules en convois, ce qui permet d'une part d'assurer la recharge de tous les véhicules stationnés dans une station par une seule borne, d'autre part, et surtout, d'assurer la redistribution des véhicules des stations excédentaires vers les stations déficitaires par des convois, un seul chauffeur pouvant ainsi redistribuer jusqu'à 10 véhicules.



A l'issue d'un important projet européen, le concept a été validé sur la base d'un démonstrateur. Les premiers déploiements en situation réelle sur deux territoires expérimentaux sont en phase de négociations avancées. Nous mettons KIWEE en perspective 2025, dans une configuration prudente – limitation des convois à 8 véhicules, vitesse limitée à 25 km/h ; en perspective 2030, nous imaginons le service à son niveau de maturité : la redistribution se fera avec des convois de 10 véhicules, la vitesse sera, jusqu'à 45 km/h, celle des routes utilisées, et l'option du remorquage de véhicules vides par des voyageurs, qui réduit les coûts de redistribution, sera offerte.

D – Les voitures autonomes partagées :

Si les recherches continuent activement, le déploiement opérationnel de flottes de voitures autonomes partagées, annoncé en 2015 par UBER pour 2020, n'est sans doute pas attendu avant 2030 pour les plus optimistes. Il n'est pas sûr que tous les obstacles rencontrés puissent être franchis ; il n'en reste pas moins important d'évaluer, dès aujourd'hui, le potentiel de services que les voitures autonomes partagées pourront peut-être rendre un jour.

Nous imaginons une perspective 2030 dans laquelle des voitures autonomes pourront entrer en service, mais à une vitesse strictement limitée à 20 km/h.

Nous imaginons ensuite, dans une perspective sans doute beaucoup plus lointaine, 2040, l'hypothèse d'arrivée à maturité des voitures autonomes qui pourront rouler sur des itinéraires sécurisés aux vitesses pratiquées aujourd'hui sur les routes.

E – Les hypothèses pour l'établissement des bilans économiques :

Ces hypothèses sont établies d'une part pour les conditions d'exploitation, d'autre part en ce qui concerne les coûts de possession et d'usage des véhicules. Nous présentons ici les hypothèses qui seront communes à tous les scénarios, les hypothèses plus spécifiques, liées à des configurations particulières, seront présentées territoire par territoire.

Populations et emplois :

Les simulations concerneront les déplacements domicile-travail, à partir de la meilleure source de données actuellement disponible, le fichier MOBPRO 2018 de l'INSEE. Ce fichier comprenant l'intégralité des actifs, et la modélisation se faisant sur la période de déplacements du matin, on ne retiendra que 80% des populations et emplois donnés par MOBPRO.

Coûts du carburant, des abonnements et tarification des nouveaux services :

Les simulations seront effectuées avec l'hypothèse d'une sensible augmentation du coût du carburant pour les véhicules particuliers. Alors que les modèles ont été calés sur les données de 2018, avec un coût moyen du carburant de 1,30 €, nous ferons tourner les modèles avec une hypothèse de coût moyen de 1,80 €.

De même, les abonnements TC seront revus à la hausse : 10 % de plus qu'en 2018.

Pour les nouveaux services, deux simulations seront effectuées, la première avec intégration du service de mobilité dans l'abonnement TC, la seconde avec une tarification forfaitaire de 1€ par utilisation – (soit un abonnement mensuel de 40 €).

Temps d'attente :

Les vitesses commerciales et les temps d'attente jouent un rôle déterminant dans la construction des temps de parcours. Les vitesses commerciales qui seront retenues seront ajustées territoire par territoire. En ce qui concerne les temps d'attente, nous retiendrons les hypothèses suivantes :

- ***En ce qui concerne les bus classiques***, qui circulent avec une très faible fréquence, la pratique habituelle de fixer le temps d'attente à la moitié de la fréquence est très éloignée de la réalité. Compte tenu de l'expérience acquise, nous le modéliserons - sauf indication contraire - avec deux hypothèses : une fréquence d'une heure et un temps d'attente de 15 mn ; une fréquence d'une demi-heure et un temps d'attente de 10 mn.
- ***Pour les navettes autonomes***, nous retenons l'hypothèse qu'elles doivent circuler au moins à une fréquence de 10 mn, donc avec un temps d'attente moyen de 5 mn ; nous testerons une fréquence de 5 mn et un temps d'attente moyen de 2,5 mn.

- **Pour le service d'autopartage KIWEE**, avec des véhicules individuels, le temps d'attente est par définition nul ; pour un service partagé, les véhicules pouvant accueillir deux voyageurs, cela génère un petit temps d'attente, qui sera fixé à 2 minutes.
- **Pour les voitures autonomes partagées**, pour des services individuels ou partagés par deux voyageurs, nous retiendrons les mêmes hypothèses que pour KIWEE ; pour des véhicules de 4 places, nous imaginons que les temps d'attente seront significativement plus longs – il faut permettre aux voyageurs de se regrouper par véhicules, et nous retiendrons 5 mn.

Les coûts d'exploitation :

Les hypothèses économiques relative aux coûts d'exploitation des différents services sont rassemblées dans le tableau ci-dessous.

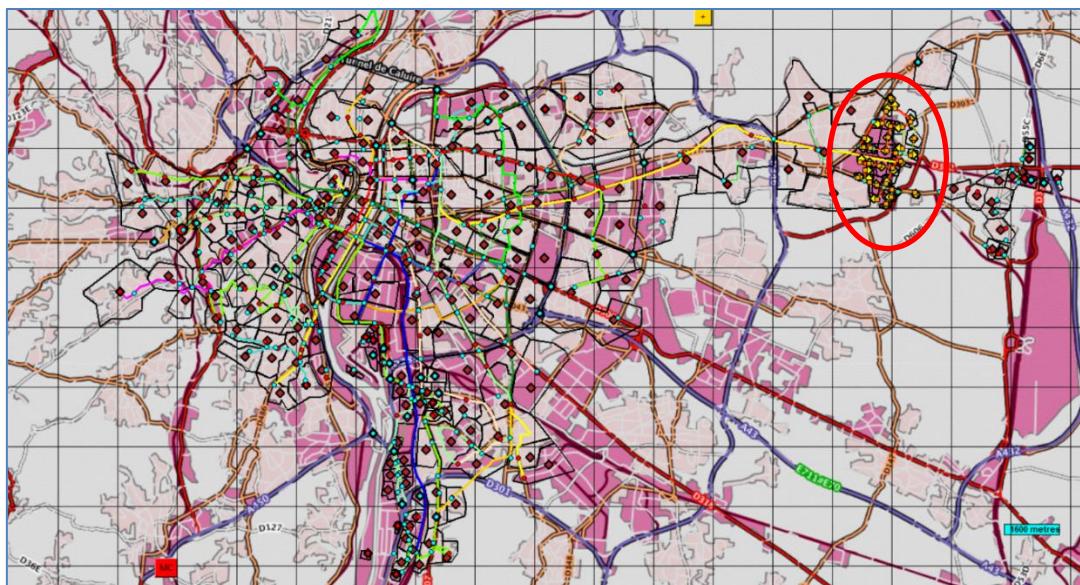
	BUS CLASSIQUE	NAVETTE AUTONOME	KIWEE	VOITURE AUTONOME 2 places	VOITURE AUTONOME 4 places
Nombre de places par véhicule	80	20	2	2	4
Coût d'acquisition et de rénovation à mi-vie(K€)	250	200	15	30	40
Durée d'amortissement (années)	15	10	10	10	10
Coût annuel d'entretien (k€)	10	3	1,5	2	2
Consommation (litre ou KWH au 100 km)	60	20	8	10	12
Coût de l'énergie (€ par litre ou par KWH)	1,6	0,17	0,17	0,17	0,17
Coût de conduite (€ /h)	30	0	20	0	0

Ce tableau appelle quelques commentaires :

- Les hypothèses relatives aux coûts d'acquisition et aux durées d'amortissement se réfèrent à une situation dans laquelle les services proposés seraient déployés à grande échelle, et donc à des coûts de production de séries importantes. Bien évidemment, les coûts des premières expérimentations seront bien plus élevés.
- Les coûts de l'énergie sont difficiles à anticiper ; nous ferons tourner le modèle avec des prix sensiblement plus élevés qu'avant la crise de l'énergie.
- Au-delà de la durée de l'amortissement, la détermination de la part de la part de cet amortissement à affecter au service est délicate à évaluer. Pour une ligne de bus classique, qui ne fonctionne que pendant la période des déplacements domicile-travail du matin, c'est la totalité de l'amortissement qui doit être prise en compte. Mais pour des services organisés pour assurer d'autres déplacements (visiteurs, déplacements professionnels en cours de journée, déplacements à l'heure du déjeuner, ...), il faudrait pouvoir évaluer la part de l'amortissement à affecter aux déplacements domicile-travail. Les hypothèses dépendent du contexte local, et seront précisées territoire par territoire.
- Enfin, il n'est pas possible, dans une telle étude, de prendre en compte les coûts d'investissements en matière d'infrastructure : pour les véhicules autonomes, la voirie devra être sécurisée ; pour les véhicules autonomes, comme pour KIWEE, des stations avec des bornes de recharge devront être installées.

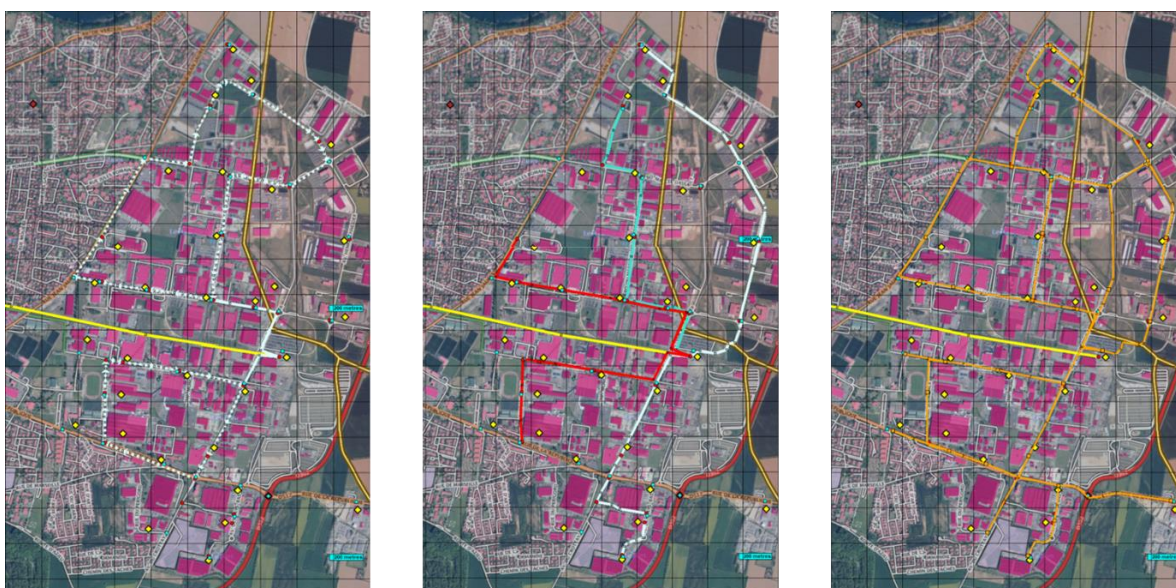
4 – La ZI de MEYZIEU JONAGE :

Le modèle OPTIREL utilisé pour réaliser les simulations est le modèle de l'agglomération lyonnaise, complété par une modélisation très fine de la ZI de Meyzieu-Jonage.



Comme on peut le constater, ce modèle ne couvre pas tout le territoire : seulement 60% des déplacements à destination de Meyzieu sont modélisés, mais 91 % des déplacements effectués en TC. Pour Jonage, ces chiffres sont respectivement de 42 % et de 87 %. Dans leur très grande majorité, les déplacements non modélisés sont des déplacements effectués en VP, sans réelle alternative TC possible. De ce constat, il est possible de déduire que les résultats qui vont être présentés ci-dessous sont très légèrement sous-estimés.

La zone industrielle de Meyzieu-Jonage est principalement accessible en TC par la ligne de tramway T3, que l'on voit en jaune sur les captures d'écran d'OPTIREL. C'est à partir de la station Meyzieu ZI que les services de mobilité du dernier kilomètre peuvent être organisés. Les trois captures d'écran d'OPTIREL ci-dessous présentent les services modélisés : à gauche, en bleu, la ligne de bus actuelle, en forme de double boucle ; au centre, les trois lignes de navettes autonomes qui permettraient d'assurer la meilleure desserte de la zone ; à droite, en orange, le réseau des stations KIWE, ou des stations des voitures autonomes, et les routes qui peuvent être utilisées pour les relier.



Le tableau ci-dessous compare les résultats des simulations obtenues avec les services et sous les hypothèses présentées plus haut. La desserte interne de la ZI étant assurée par une ligne de bus dédiée, il est, dans le cas de la ZI de Meyzieu, possible de commencer par une simulation sans aucun service, qui montre que sur les 4 988 voyageurs modélisés, 903 utilisent le T3 et terminent leur parcours en marche à pied. La première simulation correspond à la situation actuelle, un bus par heure, et il a pu être vérifié que le résultat de la simulation est très proche de la réalité observée.

Les nouveaux services de mobilité qui sont comparés vont prendre leur trafic, d'une part en permettant un transfert modal VP ->TC, d'autre part en améliorant le service offert aux utilisateurs du T3 qui terminent leur parcours à pied. Le transfert modal VP->TC se traduit par un accroissement des recettes des opérateurs TC, qu'il est possible de comparer au coût des services de mobilité déployés.

Dans le tableau ci-dessous, les bilans financiers sont donnés en euros pour une séquence domicile-travail d'une demi-journée. Les services sont exclusivement dédiés à la zone industrielle, si bien que les déplacements en dehors du domicile-travail restent limités (visiteurs, déplacements inter-entreprises, déplacements à l'heure du déjeuner). On considèrera que les bus sont exclusivement amortis sur les déplacements domicile-travail, tandis que les autres services le sont pour 5/6èmes.

SERVICE DE MOBILITE	Conditions d'exploitation		Partage modal des 4988 voyageurs				Analyse économique du service (en € pour une séquence domicile-travail d'une demi-journée)								
	VITESSE COMMERCIALE	Fréquence (pour TC) / temps d'attente	VP	T3 + marche à pied	T3 + service mobilité	TRANSFERT MODAL VP->TC	NOMBRE DE VEHICULES	Coût de possession	Coût d'énergie	Coût de conduite	COUT TOTAL	COUT PAR VOYAGEUR	Recette du service	Recette des nouveaux abonnements	BILAN GLOBAL
PAS DE SERVICE			4 084	903											
BUS CLASSIQUE	18 km/h	1 h / 15 mn	4 076	775	137	8	1	53	36	75	164	1,20		14	-150
	18 km/h	30 mn / 10 mn	3 964	628	396	120	2	107	89	150	346	0,87		210	-136
NAVETTES AUTONOMES 2025	15 km/h	10 mn/ 5mn	3 882	424	682	202	9	345	20		365	0,54		354	-12
	15 km/h	5 mn/ 2,5mn	3 697	328	963	387	17	652	40		692	0,72		677	-15
NAVETTES AUTONOMES 2030	20 km/h	10 mn/ 5 mn	3 842	400	746	242	8	307	20		327	0,44		424	97
	20 km/h	5 mn/ 2,5mn	3 655	312	1 021	429	14	537	40		577	0,57		751	174
KIWEE 2025 1 pl Abt TC	25 km/h/conv 8	0 mn	3 548	192	1 248	536	135	750	25	506	1281	1,03		938	-343
KIWEE 2025 1 pl Forfait 1 €	25 km/h/conv 8	0 mn	3 641	264	1 083	443	127	705	25	463	1193	1,10	1083	775	665
KIWEE 2025 2 pl Abt TC	25 km/h/conv 8	2 mn	3 636	235	1 117	448	91	500	14	289	803	0,72		784	-19
KIWEE 2025 2 pl Forfait 1 €	25 km/h/conv 8	2 mn	3 714	314	960	370	86	475	14	288	777	0,81	960	648	831
KIWEE 2030 1 pl Abt TC	30 km/h/conv10	0 mn	3 525	185	1 278	559	120	660	25	386	1071	0,84		978	-93
KIWEE 2030 1 pl Forfait 1 €	30 km/h/conv10	0 mn	3 620	258	1 110	464	119	650	25	363	1038	0,94	1110	812	884
KIWEE 2030 2 pl Abt TC	30 km/h/conv10	2 mn	3 614	226	1 148	470	86	475	14	236	725	0,63		823	98
KIWEE 2030 2 pl Forfait 1 €	30 km/h/conv10	2 mn	3 694	306	988	390	83	450	14	222	686	0,69	988	683	985
V.A. 2030 1 pl Abt TC	20 km/h	0 mn	3 582	205	1 201	502	88	733	26		759	0,63		879	120
V.A. 2030 1 pl Forfait 1 €	20 km/h	0 mn	3 671	280	1 037	413	81	675	23		698	0,67	1 037	723	1 062
V.A. 2030 2 pl Abt TC	20 km/h	2 mn	3 669	248	1 071	415	49	408	15		423	0,39		726	303
V.A. 2030 2 pl Forfait 1 €	20 km/h	2 mn	3 742	329	917	342	45	375	13		388	0,42	917	599	1 128
V.A. 2030 4 pl Abt TC	20 km/h	5 mn	3 788	325	875	296	27	270	9		279	0,32		518	239
V.A. 2030 4 pl Forfait 1 €	20 km/h	5 mn	3 836	412	740	248	22	220	8		228	0,31	740	434	946
V.A. 2040 1 pl Abt TC	30 km/h	0 mn	3 525	185	1 278	559	67	558	28		586	0,46		978	392
V.A. 2040 1 pl Forfait 1 €	30 km/h	0 mn	3 620	258	1 110	464	61	508	25		533	0,48	1031	812	1 310
V.A. 2040 2 pl Abt TC	30 km/h	2mn	3 614	226	1 148	470	39	325	16		341	0,30		823	482
V.A. 2040 2 pl Forfait 1 €	30 km/h	2mn	3 694	306	988	390	32	267	14		281	0,28	988	683	1 390
V.A. 2040 4 pl Abt TC	30 km/h	5 mn	3 754	309	925	330	22	220	9		229	0,25		578	349
V.A. 2040 4 pl Forfait 1 €	30 km/h	5 mn	3 810	392	786	274	16	160	8		168	0,21	786	480	1 098

Les colorations permettent de faire apparaître les résultats les plus saillants. Sans surprise, les meilleurs résultats sont obtenus avec les véhicules autonomes partagés 2040 ; la partie du tableau qui leur correspond restera sans colorations, pour faciliter les autres comparaisons. Pour les services justifiant du forfait de 1 € par voyage, le bilan du seul service apparaît en encadré ; en vert, il dégage une marge assurant sa rentabilité ; en orange, il devra être subventionné.

Les principales conclusions qui se dégagent de ce tableau sont les suivantes :

Tout d’abord, il est illusoire de vouloir améliorer la situation avec une ligne de bus classique. Le transfert modal que la ligne actuelle provoque est dérisoire ; elle permet juste d’améliorer les conditions de déplacements de moins de 150 piétons. On remarque toutefois que le doublement de la fréquence génèrerait un transfert modal suffisant pour couvrir le coût du bus supplémentaire nécessaire.

Pour chacun des trois nouveaux services de mobilité étudiés, on peut dégager de cette étude les conclusions suivantes :

- Le bilan des navettes autonomes est honorable, elles permettent de faire beaucoup mieux que les bus traditionnels. L’augmentation de leur vitesse commerciale aurait un double effet : accroître le transfert modal et réduire les coûts. A 15 km/h, les recettes d’abonnement générées ne couvrent pas le coût du service, à 20 km/h, elles le font. Et doubler leur fréquence rapporte alors plus que cela coûte.

Il est difficile d’envisager, pour un tel service, d’introduire une tarification spécifique, car, s’il est possible de poser le principe d’une validation à bord, on ne voit pas comment en assurer le contrôle. Les services de navettes autonomes ne peuvent se concevoir que comme des extensions du réseau TC.

- Le bilan du service KIWEE est bien plus contrasté que celui des navettes autonomes. S’il coûte beaucoup plus cher, il rapporte aussi beaucoup plus, en générant des recettes d’abonnement très supérieures. S’il est payant, un service individuel n’est pas loin de s’autofinancer, un service partagé par deux voyageurs atteint la rentabilité. Avec l’ouverture des véhicules commandée par le titre d’abonnement, le paiement effectif peut être assuré, ce qui ouvre pour KIWEE deux options : une intégration dans le service TC ; une exploitation par un opérateur privé non subventionné.

On peut estimer que les progrès anticipés entre 2025 et 2030 sont réalistes (vitesse commerciale moyenne passant de 25 à 30 km/h, convois de redistribution passant de 8 à 10), les véhicules étant conduits manuellement sur des itinéraires peu congestionnés.

- Sans surprise, ce sont les services de voitures autonomes qui présentent les meilleurs bilans. Mais la surprise, contre-intuitive, est que le moins bon bilan est apporté par les services réalisés par des véhicules de 4 places : s’ils ressortent de très loin avec le meilleur coût par voyageur, ils génèrent un long temps d’attente ; dans la vie réelle, la situation risque d’être ingérable, lorsqu’il s’agira de regrouper dans un même véhicule des groupes de 4 voyageurs pour qu’ils puissent partir dans une même direction.

Entre des services individuels et des services partagés de 2 places, les différences sont faibles : avec les véhicules autonomes partagés, le coût de la redistribution est faible, ce qui explique que les économies réalisées en passant d’un service individuel à un service partagé à deux voyageurs sont du même ordre de grandeur que la perte de recettes liée à la diminution du nombre de voyageurs.

Le tableau ci-dessus permet aussi de comparer les effets sur le transfert modal des trois facteurs importants qui ont été étudiés, et de les hiérarchiser :

- A l’évidence, le plus important est le temps d’attente. La navette autonome qui roule à 15 km/h, que l’on attend 5 mn, capte 682 voyageurs, tandis que le bus qu’il faut attendre 10 minutes n’en attire que 396. Le service KIWEE, ou la voiture autonome partagée, inclus dans l’abonnement TC, en service individuel, sans aucun temps d’attente, est celui qui réalise, de loin, le meilleur transfert modal.

- La vitesse commerciale a un effet peu important sur le transfert modal : les distances parcourues sont faibles (en moyenne 1,28 km par voyageur), si bien que le gain de vitesse ne génère un gain de temps significatif que pour les destinations les plus éloignées. Par contre, le gain de vitesse est très important pour le bilan économique : il faut moins de véhicules, et la redistribution (pour KIWEE bien plus que pour les voitures autonomes partagées) devient moins coûteuse. Pour le service KIWEE, le passage d'une vitesse de 25 km/h à 30 km/h se traduit par un gain de 2,5 % de voyageurs, et d'une économie de 10 % sur le coût du service.
- L'introduction d'un tarif forfaitaire de 1 € par utilisation du service KIWEE ou de la voiture autonome partagée – ce qui correspond à un abonnement mensuel de 40 € à comparer à l'abonnement TC de 70 € - conduit, inéluctablement, à une perte de voyageurs. Mais à l'inverse, elle génère des recettes qui, dans le cas de KIWEE, font mieux que couvrir le service avec des véhicules pouvant être partagés par deux voyageurs, et ne sont pas loin de le couvrir avec des véhicules individuels. Pour les voitures autonomes partagées, les recettes couvrent largement le coût du service.

Conclusion pour la ZI de Meyzieu-Jonage

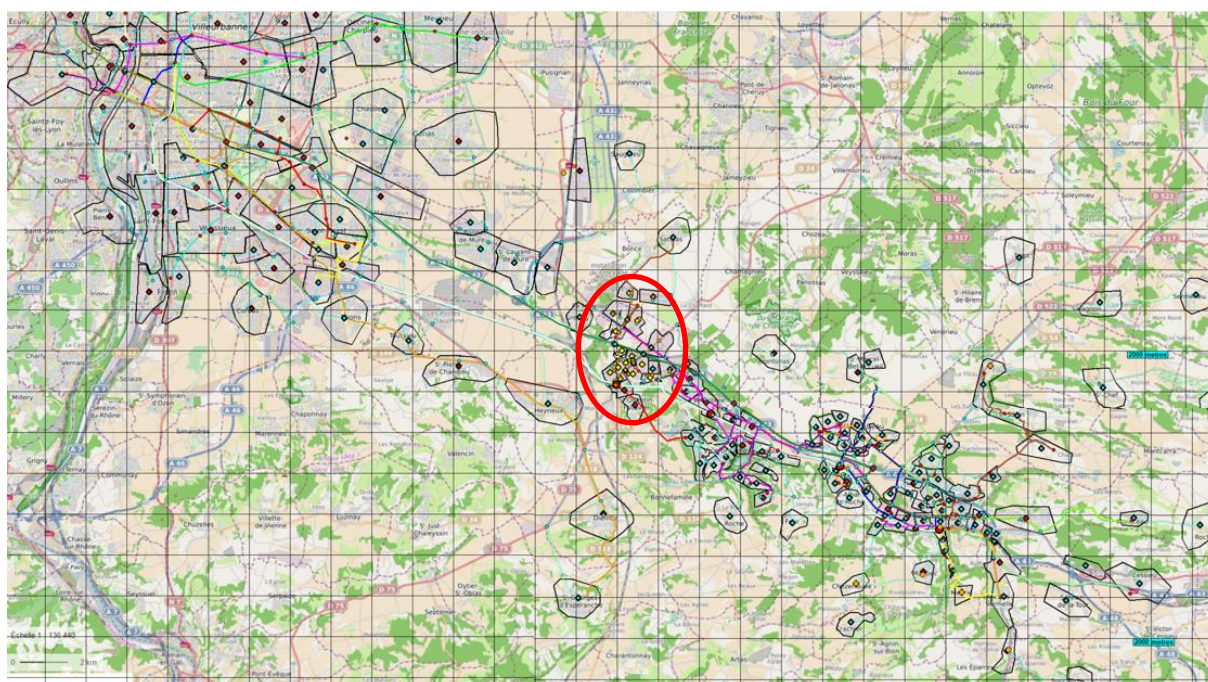
Cette étude conduit sans aucun doute à recommander le déploiement de KIWEE avec des véhicules pouvant être partagés par 2 voyageurs. Elle laisse ouverte le choix entre un service intégré dans les TC, inclus dans l'abonnement, ou un service payant opéré par un opérateur indépendant. Les véhicules KIWEE auront été largement amortis quand les voitures autonomes partagées pourront envisager de venir les concurrencer.

*

* *

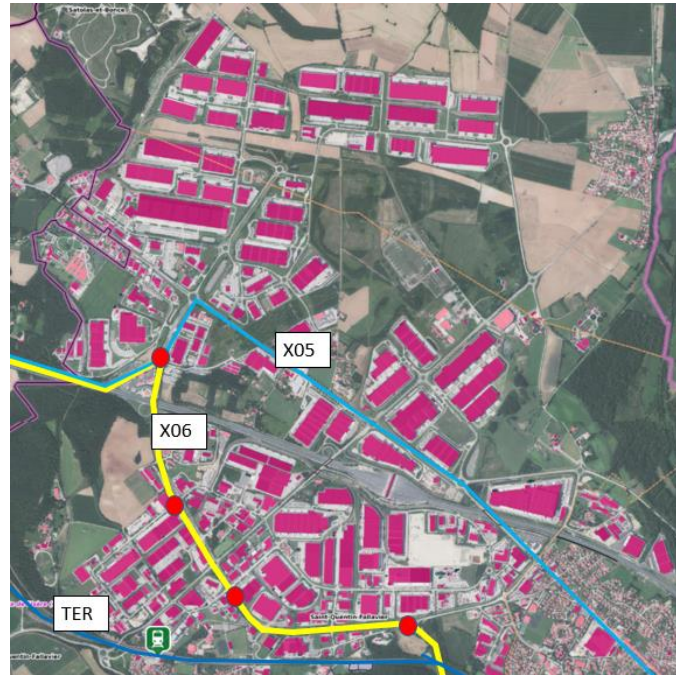
5 -SAINT-QUENTIN-FALLAVIER et sa ZI :

Le modèle OPTIREL utilisé pour réaliser les simulations est le modèle de la CAPI (Communauté d'Agglomération des Portes de l'Isère), dont Saint-Quentin-Fallavier est une des communes.



Saint-Quentin-Fallavier occupe une position très centrale dans ce modèle. Mais on vient souvent de très loin pour y travailler : seulement 66 % des déplacements en origine ou à destination de Saint-Quentin Fallavier sont modélisés, mais 89 % des déplacements effectués en TC. Dans leur très grande majorité, les déplacements non modélisés sont des déplacements effectués en VP ; les déplacements TC non modélisés concernent essentiellement la ligne TER vers Grenoble. De ce constat, il est possible de déduire que les résultats qui vont être présentés ci-dessous vont être légèrement sous-estimés.

Il est possible d'accéder à la ZI en transport en commun de trois façons : le TER Lyon-Grenoble, et deux lignes de bus de Transisère, la X05 et la X06, qui relient par deux itinéraires différents les communes de la CAPI à Lyon (Mermoz-Pinel), avec un arrêt pour la X05 et quatre pour la X06.

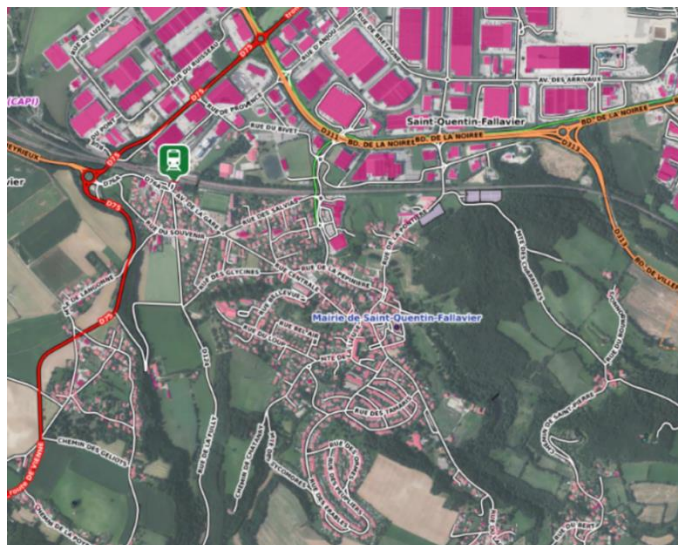


La gare du TER est en bordure sud de la ZI, de l'autre côté de la voie ferrée, si bien que l'accès à pied oblige à de longs détours pour pouvoir la traverser ; l'entrée du bâtiment le plus proche, à 200 m à vol d'oiseau de la gare, n'est atteignable qu'après une marche à pied de quelques 600 m.



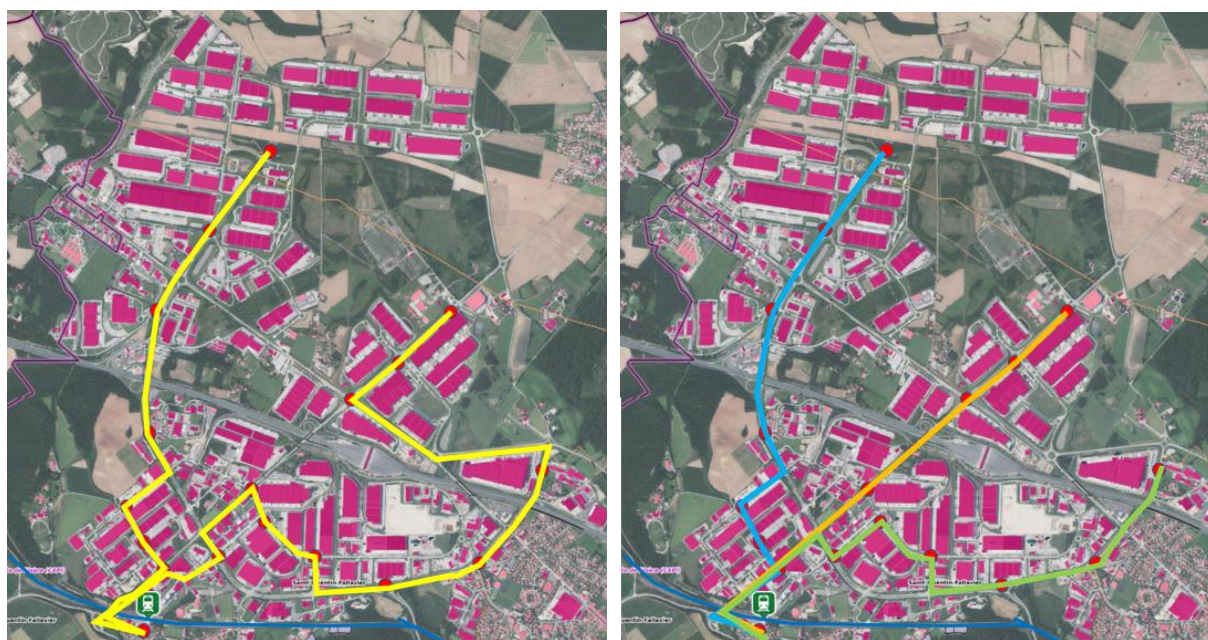
Si l'on installe un service du dernier kilomètre pour desservir la ZI des Saint-Quentin Fallavier, il serait dommage de ne pas en profiter pour améliorer la desserte de la petite ville elle-même : comme le montre la carte ci-après, la partie la plus dense de la commune, située autour de la mairie, est proche de la ZI, mais inaccessible en marche à pied. Si une ligne de bus permet de rejoindre la gare TER, il

n'existe par contre aucun moyen TC de rejoindre la ZI : les habitants de Saint-Quentin Fallavier qui travaillent dans la ZI n'ont d'autre choix que la VP.



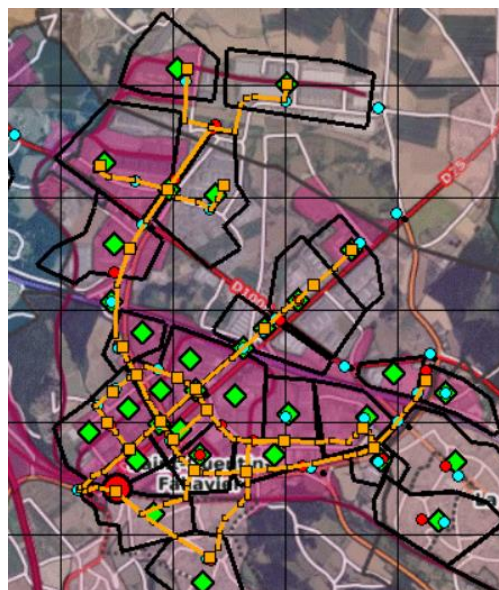
Dans ce contexte, il n'est pas étonnant de constater la très faible part modale des TC pour desservir la ZI (Cf p2 et 3). Les estimations données par OPTIREL sont conformes aux données de MOBPRO : sur les 9 128 voyageurs qui sont pris en compte dans le modèle, 945 utilisent les TC ou la marche à pied ; MOBPRO recense 919 utilisateurs des TC et 187 marcheurs - les écarts concernent surtout les déplacements internes à Saint-Quentin Fallavier, qu'il est impossible de modéliser finement à partir des données globales de la commune). Les utilisateurs du TC se répartissent entre le TER, pour une petite moitié, et les lignes de bus pour une grosse moitié.

Les captures d'écran d'OPTIREL ci-dessous présentent les lignes de bus et de navettes autonomes qui vont être modélisées : pour la ligne de bus, à gauche, la ligne jaune, d'une longueur de 12,3 km - on comprend bien, au vu de cette image, qu'il est difficile de concevoir un tracé de lignes de bus capable de desservir l'ensemble de la ZI dans des conditions satisfaisantes. Pour les navettes, à droite, les lignes bleue (longue de 4,6 km), orange (longue de 3,7 km) et verte (longue de 4,6 km), qui partent toutes les trois de la gare TER de Saint-Quentin Fallavier et sont en correspondance avec la ligne express X06 :



Le réseau des stations pour les services KIWEE ou pour les services de voitures autonomes (en orange) va pouvoir permettre aux utilisateurs de se rapprocher des entrées des principaux bâtiments.

Comme pour Meyzieu, le tableau qui suit donne les bilans financiers en euros pour une séquence domicile-travail correspondant à une demi-journée. Mais, à la différence de Meyzieu, les services KIWEE et voitures autonomes ne sont pas exclusivement dédiés à la zone industrielle, si bien que les déplacements en dehors du domicile-travail sont plus importants (aux visiteurs, déplacements inter-entreprises, déplacements à l'heure du déjeuner s'ajoutent des déplacements de la population, étudiants, courses...). On considèrera que les bus sont exclusivement amortis sur les déplacements domicile-travail, tandis que les autres services le sont pour les 2/3.



SERVICE DE MOBILITE	Conditions d'exploitation		Partage modal des 7303 voyageurs				Analyse économique du service (en € pour une séquence domicile-travail d'une demi-journée)								
	VITESSE COMMERCIALE	Fréquence (pour TC) / temps d'attente	VP	TER+X05+ X06 + marche à pied	TER+X05+ X06 + nouveau service	TRANSFERT MODAL VP->TC	NOMBRE DE VEHICULES	Coût de possession	Coût d'énergie	Coût de conduite	COUT TOTAL	COUT PAR VOYAGEUR	Recette du service	Recette des nouveaux abonnements	BILAN GLOBAL
PAS DE SERVICE			6 521	782											
BUS CLASSIQUE	20 km/h	1 h / 15 mn	6 505	760	38	16	2	107	93	150	350	9,21		35	-316
	20 km/h	30 mn / 10 mn	6 480	700	123	41	3	160	234	225	619	5,03		94	-525
NAVETTES AUTONOMES 2025	15 km/h	10 mn/ 5mn	6 425	624	254	96	11	422	26	0	448	1,76		242	-206
	15 km/h	5 mn/ 2,5mn	6 370	564	369	151	22	843	53	0	896	2,43		360	-536
NAVETTES AUTONOMES 2030	20 km/h	10 mn/ 5 mn	6 370	586	347	151	9	345	26	0	371	1,07		370	-1
	20 km/h	5 mn/ 2,5mn	6 291	515	497	230	17	652	53	0	705	1,42		547	-159
KIWEE 2025 1 pl Abt TC	25 km/h/conv 8	0 mn	5 879	220	1 204	642	185	866	42	561	1469	1,22		1346	-124
KIWEE 2025 1 pl Forfait 1 €	25 km/h/conv 8	0 mn	6 053	324	926	468	164	771	36	531	1338	1,44	926	858	446
KIWEE 2025 2 pl Abt TC	25 km/h/conv 8	2 mn	6 022	311	970	499	119	566	24	383	973	1,00		1064	91
KIWEE 2025 2 pl Forfait 1 €	25 km/h/conv 8	2 mn	6 166	402	735	355	108	514	22	360	896	1,22	735	638	477
KIWEE 2030 1 pl Abt TC	30 km/h/conv10	0 mn	5 809	202	1 292	712	172	806	46	489	1341	1,04		1477	136
KIWEE 2030 1 pl Forfait 1 €	30 km/h/conv10	0 mn	5 990	282	1 031	531	141	669	41	471	1181	1,15	1031	965	815
KIWEE 2030 2 pl Abt TC	30 km/h/conv10	2 mn	5 954	259	1 090	567	123	579	27	376	982	0,90		1192	210
KIWEE 2030 2 pl Forfait 1 €	30 km/h/conv10	2 mn	6 113	378	812	408	108	506	25	342	873	1,08	812	732	671
V.A. 2030 1 pl Abt TC	20 km/h	0 mn	5 981	273	1 049	540	141	1007	39	0	1046	1,00		1157	111
V.A 2030 1 pl Forfait 1 €	20 km/h	0 mn	6 133	362	808	388	121	864	31	0	895	1,11	808	715	628
V.A. 2030 2 pl Abt TC	20 km/h	2 mn	6 107	344	852	414	87	621	23	0	644	0,76		898	254
V.A 2030 2 pl Forfait 1 €	20 km/h	2 mn	6 234	440	629	287	71	507	19	0	526	0,84	629	519	622
V.A. 2030 4 pl Abt TC	20 km/h	5 mn	6 285	504	514	236	48	411	15	0	426	0,83		513	87
V.A 2030 4 pl Forfait 1 €	20 km/h	5 mn	6 368	609	326	153	34	291	10	0	301	0,92	326	260	285
V.A. 2040 1 pl Abt TC	30 km/h	0 mn	5 809	202	1 292	712	134	957	52	0	1009	0,78		1477	468
V.A 2040 1 pl Forfait 1 €	30 km/h	0 mn	5 990	282	1 031	531	119	850	42	0	892	0,87	1031	965	1 104
V.A. 2040 2 pl Abt TC	30 km/h	2mn	5 954	259	1 090	567	80	571	30	0	601	0,55		1192	591
V.A 2040 2 pl Forfait 1 €	30 km/h	2mn	6 113	378	812	408	71	507	25	0	532	0,66	812	732	1 012
V.A. 2040 4 pl Abt TC	30 km/h	5 mn	6 160	416	727	361	47	403	20	0	423	0,58		773	350
V.A 2040 4 pl Forfait 1 €	30 km/h	5 mn	6 283	552	468	238	37	317	15	0	332	0,71	468	406	542

Quelles similitudes et quelles différences peut-on constater en comparant ces résultats avec ceux de Meyzieu ?

Les distances à parcourir par les nouveaux services sont en moyenne deux fois plus longues à Saint-Quentin Fallavier : la ZI est plus vaste, et la gare TER est très excentrée. Cela pèse bien évidemment sur le coût des services. A Meyzieu, les navettes sont une solution possible, certainement pas à Saint-Quentin Fallavier, sauf, à la limite, des navettes rapides à fréquence de 10 mn.

Il y a une autre différence importante, mise en évidence dans le tableau ci-contre : le transfert modal permis par les nouveaux services est beaucoup plus important à Saint-Quentin Fallavier. Pour un nombre de voyageurs sensiblement équivalent, le nouveau service, à Meyzieu, permet en majorité l'amélioration des conditions faites aux voyageurs TC, à Saint-Quentin Fallavier, le rapport s'inverse.

	KIWEE dans abonnement TC		
	Maximum voyageurs	Transfert modal VP->TC	Ratio
MEYZIEU	1 278	559	44%
SAINT-QUENTIN-FALLAVIER	1 292	712	55%

Bien que plus coûteux, les nouveaux services, KIWEE ou voitures autonomes, vont générer plus de recettes d'abonnement. Sauf dans le cas du service KIWEE le plus coûteux, les véhicules individuels de 2025, les recettes nouvelles apportées permettent de couvrir le coût des nouveaux services. Mais KIWEE ne pourrait pas être géré par un opérateur privé non subventionné, ce qui pourrait être le cas pour un service de voitures autonomes avec des voitures partagées par deux voyageurs.

On remarquera aussi que, les distances à parcourir étant plus grandes, l'impact d'une augmentation des vitesses est nettement plus marqué à Saint-Quentin Fallavier.

Conclusion pour Saint-Quentin-Fallavier

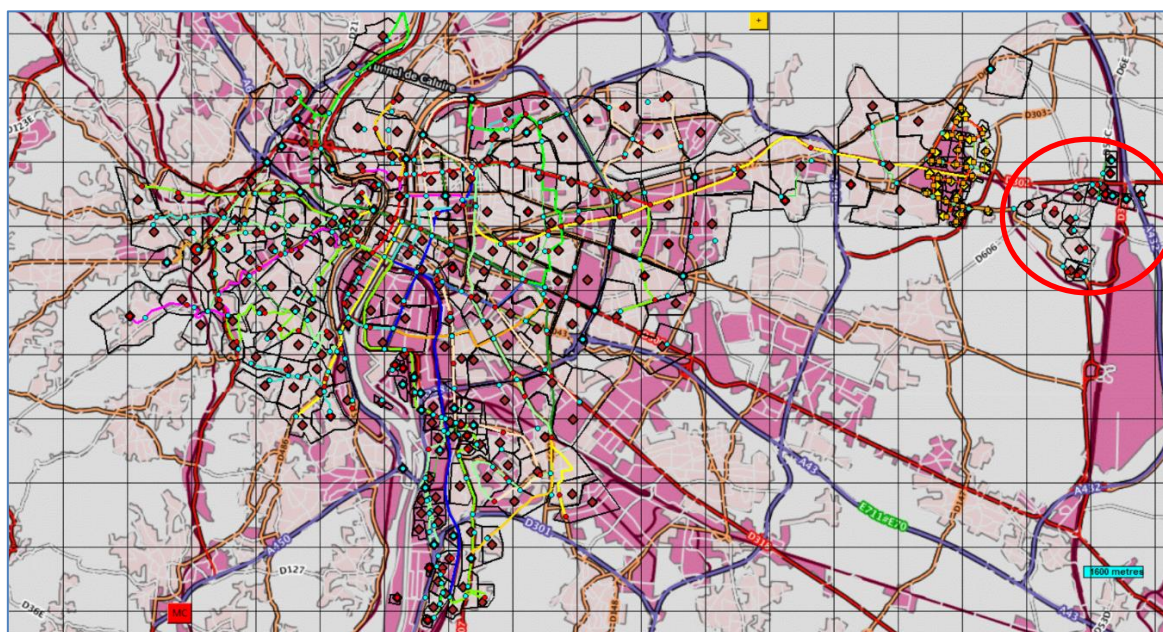
A très long terme, les solutions qui seront permises par des voitures autonomes performantes s'imposeront. Mais dans l'attente, KIWEE, avec des véhicules partagés, fournit une solution efficace. Il serait plus pertinent de retenir un service payant opéré par un opérateur subventionné. Les véhicules KIWEE auront été complètement amortis quand les voitures autonomes partagées pourront envisager de venir les concurrencer.

*

* *

6 – PUSIGNAN et ses deux ZI :

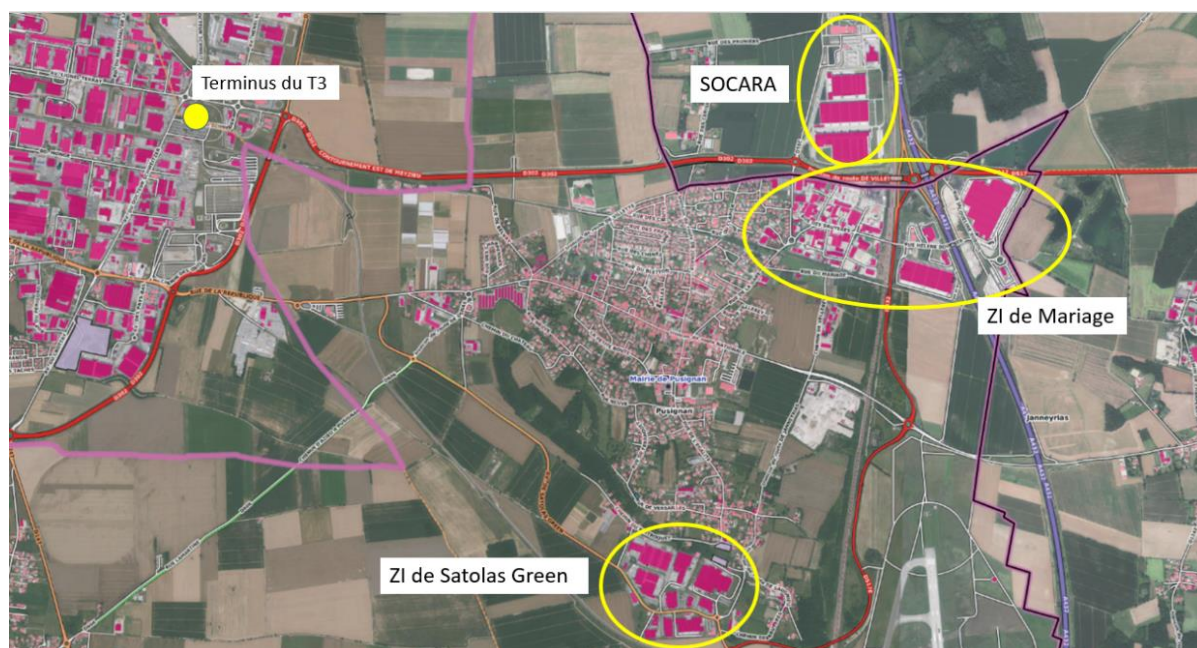
C'est toute la commune de Pusignan qui va être modélisée, nous allons pouvoir en mesurer l'intérêt. Le modèle OPTIREL utilisé pour réaliser les simulations est le modèle de l'agglomération lyonnaise, déjà utilisé pour Meyzieu, et complété par une modélisation très fine de la commune de Pusignan.



Comme on l'a déjà constaté, ce modèle ne couvre pas tout le territoire, et Pusignan est très à l'Est : seulement 44 % des déplacements en origine ou à destination de Pusignan sont modélisés, mais 87 %

des déplacements effectués en TC sont modélisés. Dans leur très grande majorité, les déplacements non modélisés sont des déplacements effectués en VP, sans réelle alternative TC possible. De ce constat, il est possible de déduire que les résultats qui vont être présentés ci-dessous seront légèrement sous-estimés.

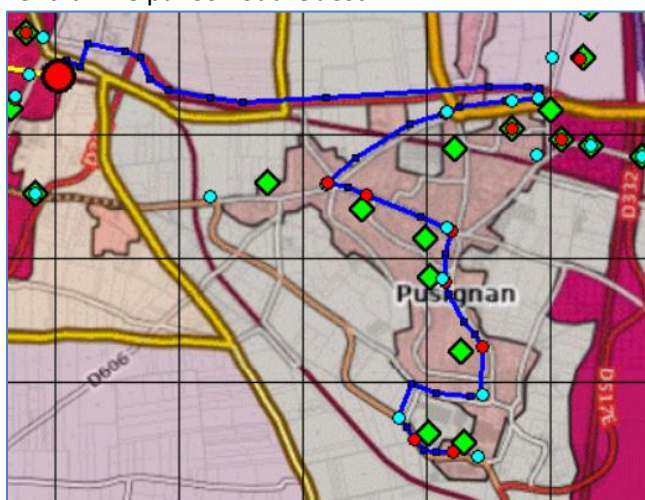
La carte ci-dessous montre où sont localisées les deux ZI, la ZI de Mariage et la ZI de Satolas Green. On remarque aussi la présence de la SOCARA (filiale du groupe Leclerc), juste au Nord de la ZI de Mariage, située sur la commune de Villette d'Anthon. Ces ZI sont à entre 3,5 et 4 km du terminus du T3.



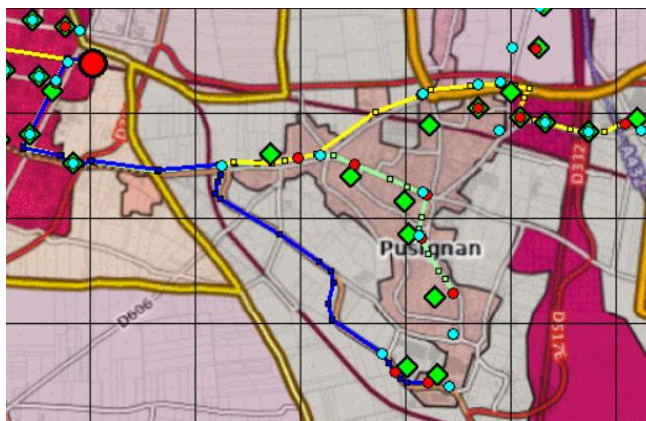
La ZI de Satolas Green compte quelques 1300 emplois, celle de Mariage 1 100, la SOCARA 600, et 600 emplois sont répartis dans le reste de la commune, essentiellement autour de la mairie, et à la pointe ouest de la commune. Il y a 1850 actifs parmi la population de Pusignan, dont 20 % travaillent dans la commune et 50 % dans la métropole lyonnaise.

Pour aller de Pusignan à Meyzieu, on peut emprunter, au Nord, la D302, route aménagée à 4 voies, ou, au Sud, l'ancienne route nationale 517, qui dessert directement le centre-ville, et qui permet de rejoindre Satolas Green en contournant rapidement la ville par son Sud-Ouest.

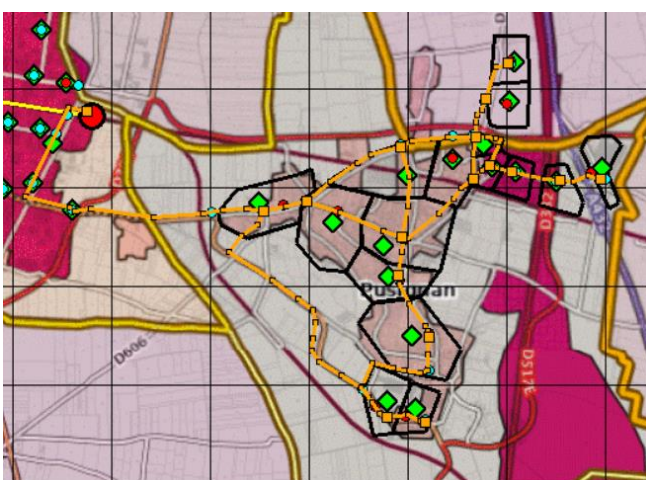
La capture d'écran ci-contre montre le tracé de la ligne de bus 47 qui relie le terminus du T3 à Pusignan. C'est une ligne qui emprunte la D302, rapide, puis serpente dans Pusignan, puis poursuit sa route vers l'aéroport Saint-Exupéry. La ligne 47 a une fréquence horaire. La capture d'écran montre aussi, symbolisé par un gros rond rouge, le très important P+R situé au terminus du T3. Le calage du modèle (avec un temps d'attente perçu de 25 mn pour le bus 47) a permis de retrouver, répartis entre la ligne de bus et les utilisateurs du P+R, les voyageurs TC recensés par MOBPRO.



Desservir Pusignan et ses ZI par des navettes autonomes n'a rien d'évident. Nous avons retenu l'hypothèse que les navettes autonomes pourraient rouler au mieux à 20 km/h, plus vraisemblablement à 15 km/h. Cela ne leur permet pas d'emprunter la D302. Nous ferons tourner le modèle avec trois lignes, qui emprunteront l'ancienne route nationale, puis partiront l'une vers le sud (bleue), la seconde vers le centre (vert) et la troisième vers le nord (jaune). Un test a été effectué avec une ligne centrale, et des correspondances ; mais ce test n'a pas été concluant.



Pour le service KIWEE, tout comme pour les voitures autonomes, il est exclu d'emprunter la D302. Sur l'ancienne route nationale, comme sur la route du sud vers Satolas Green, nous pouvons retenir l'hypothèse que les véhicules KIWEE pourront rouler à leur vitesse maximale de 45 km/h. Pour les voitures autonomes, formuler une hypothèse de vitesse sur route est aujourd'hui assez hasardeux ; nous associerons à la vitesse de 20 km/h en ville une vitesse de 30 km/h sur route, et à la vitesse de 30 km/h en ville une vitesse de 50 km/h sur route.



Le tableau de la page suivante compare les résultats des simulations obtenues avec les services et sous les hypothèses présentées plus haut. La toute première ligne simule une situation sans la ligne de bus 47, tandis que la première des deux lignes « Bus classique » représente la situation actuelle, sur laquelle le modèle a été calé. La colonne VP correspond aux voyages en VP de bout en bout, la colonne T3 avec P+R indique les utilisateurs du P+R, tandis que la colonne Marche à pied correspond à des déplacements internes au sein de Pusignan. Les services de mobilité qui vont être simulés vont prendre des voyageurs à ces trois catégories.

Comme pour Meyzieu ou Saint-Quentin Fallavier, le transfert modal VP->TC se traduit par un accroissement des recettes des opérateurs TC, qu'il est possible de comparer au coût des services de mobilité déployés. Le transfert modal P+R -> TC ne génère aucune nouvelle recette d'abonnements.

Dans le tableau qui suit, les bilans financiers sont donnés en euros pour une séquence domicile-travail correspondant à une demi-journée. L'ensemble des services, bus, navettes, KIWEE et voitures autonomes sont autant dédiés aux zones industrielles qu'au reste de la ville, si bien que les déplacements en dehors du domicile-travail sont beaucoup plus importants (aux visiteurs, déplacements inter-entreprises, déplacements à l'heure du déjeuner s'ajoutent des déplacements de la population, étudiants, courses...). On considèrera que les déplacements domicile-travail prennent en compte 3/5^{ème} des amortissements.

SERVICE DE MOBILITE	Conditions d'exploitation		Partage modal des 1662 voyageurs						Analyse économique du service (en € pour une séquence domicile-travail d'une demi-journée)								
	VITESSE COMMERCIALE (sauf routes rapides)	Fréquence (pour TC) / temps d'attente	VP	T3 avec P+R	Marche à pied	T3 + nouveau service	TRANSFERT MODAL P+R->TC	TRANSFERT MODAL VP->TC	NOMBRE DE VEHICULES	Coût de possession	Coût d'énergie	Coût de conduite	COUT TOTAL	COUT PAR VOYAGEUR	Recette du service	Recette des nouveaux abonnements	BILAN GLOBAL
PAS DE SERVICE			1 526	104	32												
BUS CLASSIQUE	18 km/h	1 h / 15 mn	1 445	104	30	83	0	81	1	33	70	75	178	2,14		142	-36
	18 km/h	30 mn / 10 mn	1 351	68	24	219	36	175	2	67	175	150	392	1,79		306	-86
NAVETTES AUTONOMES 2025	15 km/h	10 mn/ 5mn	1 397	68	27	170	36	129	16	460	35	0	495	2,91		226	-269
	15 km/h	5 mn/ 2,5mn	1 373	54	25	210	50	153	29	834	71	0	905	4,31		268	-637
NAVETTES AUTONOMES 2030	20 km/h	10 mn/ 5 mn	1 349	43	24	246	61	177	12	345	35	0	380	1,54		310	-70
	20 km/h	5 mn/ 2,5mn	1 316	31	23	292	73	210	22	632	71	0	703	2,41		368	-336
KIWEE 2025 1 pl Abt TC	25 km/h/conv 8	0 mn	1 032	5	13	612	99	494	109	439	39	285	763	1,25		865	102
KIWEE 2025 1 pl Forfait 1 €	25 km/h/conv 8	0 mn	1 102	10	14	536	94	424	99	401	35	241	677	1,26	536	742	601
KIWEE 2025 2 pl Abt TC	25 km/h/conv 8	2 mn	1 092	9	2	559	95	434	78	311	24	192	527	0,94		760	233
KIWEE 2025 2 pl Forfait 1 €	25 km/h/conv 8	2 mn	1 150	8	12	492	96	376	75	304	23	176	503	1,02	492	658	647
KIWEE 2030 1 pl Abt TC	30 km/h/conv10	0 mn	1 018	9	4	631	95	508	103	409	40	225	674	1,07		889	215
KIWEE 2030 1 pl Forfait 1 €	30 km/h/conv10	0 mn	1 088	8	11	555	96	438	94	375	36	240	651	1,17	555	767	671
KIWEE 2030 2 pl Abt TC	30 km/h/conv10	2 mn	1 068	13	7	574	91	458	73	293	24	182	499	0,87		802	303
KIWEE 2030 2 pl Forfait 1 €	30 km/h/conv10	2 mn	1 136	11	15	500	93	390	69	278	22	165	465	0,93	500	683	718
V.A. 2030 1 pl Abt TC	20 km/h	0 mn	1 098	9	9	546	95	428	94	588	41	0	629	1,15		749	120
V.A. 2030 1 pl Forfait 1 €	20 km/h	0 mn	1 165	17	9	471	87	361	87	544	35	0	579	1,23	471	632	524
V.A. 2030 2 pl Abt TC	20 km/h	2 mn	1 145	13	11	493	91	381	61	381	25	0	406	0,82		667	261
V.A. 2030 2 pl Forfait 1 €	20 km/h	2 mn	1 210	24	14	414	80	316	56	350	21	0	371	0,90	414	553	596
V.A. 2030 4 pl Abt TC	20 km/h	5 mn	1 214	24	18	406	80	312	41	308	18	0	326	0,80		546	220
V.A. 2030 4 pl Forfait 1 €	20 km/h	5 mn	1 273	40	20	329	64	253	39	293	16	0	309	0,94	329	443	463
V.A. 2040 1 pl Abt TC	30 km/h	0 mn	1 009	5	8	640	99	517	75	469	48	0	517	0,81		905	388
V.A. 2040 1 pl Forfait 1 €	30 km/h	0 mn	1 079	8	9	566	96	447	71	444	42	0	486	0,86	566	782	862
V.A. 2040 2 pl Abt TC	30 km/h	2mn	1 059	6	16	581	98	467	47	294	28	0	322	0,55		817	495
V.A. 2040 2 pl Forfait 1 €	30 km/h	2mn	1 128	12	14	508	92	398	45	281	25	0	306	0,60	508	697	899
V.A. 2040 4 pl Abt TC	30 km/h	5 mn	1 133	11	11	507	93	393	30	225	22	0	247	0,49		688	441
V.A. 2040 4 pl Forfait 1 €	30 km/h	5 mn	1 199	21	11	431	83	327	28	210	19	0	229	0,53	431	572	774

Ce tableau permet de constater des différences très importantes avec les deux cas déjà étudiés de la ZI de Meyzieu et de la ZI de Saint-Quentin Fallavier :

- Les distances à parcourir sont en moyenne deux fois plus importantes qu'à Saint-Quentin Fallavier, presque quatre fois plus grandes qu'à Meyzieu : il en résulte inévitablement des coûts d'exploitation plus élevés.
- Il est ici totalement illusoire d'imaginer utiliser des navettes autonomes : comme elles ne pourront pas aller vite, elles généreront un faible transfert modal, et comme les distances sont assez longues, il en faudra beaucoup. Ce sera un gouffre financier.
- Un nouveau service de mobilité efficace va générer à Pusignan un transfert modal VP->TC beaucoup plus important que dans les deux cas précédents. Et il va rendre presque inutile le parking-relai.
- Pour KIWEE, comme pour les voitures autonomes, une différence majeure est que, à Pusignan, il y a des flux de voyageurs dans les deux sens, ce qui conduit à des coûts de redistribution très inférieurs. Les trois tableaux qui suivent comparent la redistribution de KIWEE à Meyzieu, à Saint-Quentin Fallavier et à Pusignan : à Meyzieu, tous les flux de voyageurs sont à sens unique, du terminus du T3 au lieu de travail, si bien que la redistribution consomme 57 % des véhicules-kilomètres ; à Saint-Quentin Fallavier, il y a quelques flux à double sens, la redistribution consomme 50 % des véhicules kilomètres ; à Pusignan, il y a beaucoup de flux à double-sens, la redistribution descend à 30 % des véhicules kilomètres.

	KIWEE dans abonnement TC		
	Maximum voyageurs	Transfert modal VP->TC	Ratio
MEYZIEU	1 278	559	44%
SAINT-QUENTIN-FALLAVIER	1 292	712	55%
PUSIGNAN	631	508	81%

Nombre de chauffeurs nécessaires	11.00
VK véhicules conduits par les voyageurs	1501.63
VK véhicules en remorques	0.00
VK véhicules vides (hors remorques)	1637.99
VK véhicules conduits par les chauffeurs	374.24
VK redistribution/VK total	0.57

Meyzieu

Nombre de chauffeurs nécessaires	15.00
VK véhicules conduits par les voyageurs	3037.70
VK véhicules en remorques	0.00
VK véhicules vides (hors remorques)	2714.91
VK véhicules conduits par les chauffeurs	329.01
VK redistribution/VK total	0.50

Saint-Quentin Fallavier

Nombre de chauffeurs nécessaires	7.00
VK véhicules conduits par les voyageurs	2782.62
VK véhicules en remorques	22.03
VK véhicules vides (hors remorques)	1047.60
VK véhicules conduits par les chauffeurs	134.48
VK redistribution/VK total	0.30

Pusignan

- Dans la configuration géographique de Pusignan, nous avons retenu l'hypothèse que les véhicules KIWEE, conduits par les voyageurs, pourraient, dans la perspective 2030, être plus rapides que les voitures autonomes sur une bonne partie des parcours. KIWEE génère plus de transfert modal, et l'écart constaté dans les autres simulations en ce qui concerne les coûts de redistribution se trouve réduit : dans le bilan économique, KIWEE fait beaucoup mieux que les voitures autonomes. Ce n'est que dans la perspective 2040, si les voitures autonomes peuvent rouler vite, qu'elles feront mieux que KIWEE.

Conclusion pour Pusignan

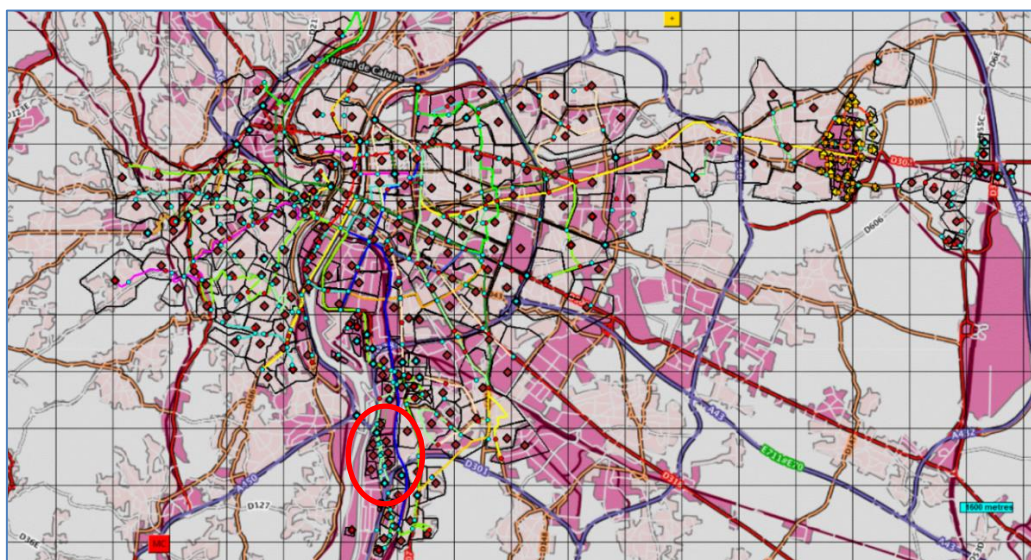
KIWEE est incontestablement la solution la plus pertinente pour la configuration géographique assez particulière de Pusignan. Dans tous les cas, une option intégrant KIWEE dans le service TC générerait suffisamment de recettes d'abonnements pour financer le service. Dans la situation la plus performante, KIWEE pourrait s'autofinancer avec un abonnement mensuel de 40 €. Il faudra attendre des voitures autonomes très performantes pour faire mieux.

*

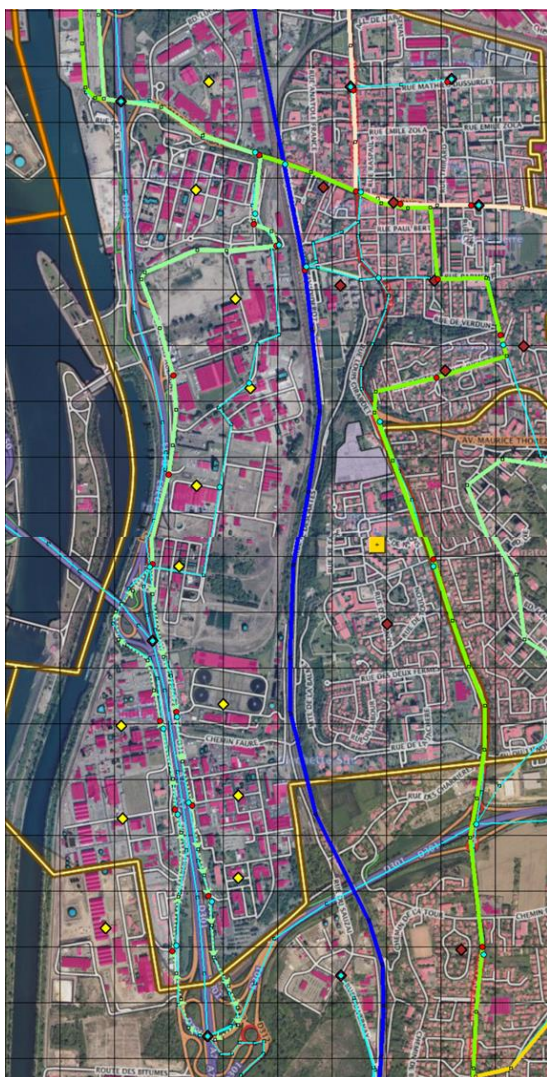
* *

7 – La ZI de SAINT-FONS (Vallée de la Chimie) :

Le modèle OPTIREL utilisé pour réaliser les simulations est le modèle de l'agglomération lyonnaise, complété par une modélisation très fine de la commune de Saint-Fons.



Saint-Fons est au sud de Lyon, à la limite du territoire modélisé. 56 % des déplacements à destination de la commune sont modélisés, mais 85 % des déplacements effectués en TC. Dans leur très grande majorité, les déplacements non modélisés sont des déplacements effectués en VP, sans réelle alternative TC possible – sauf en ce qui concerne les communes plus au sud, desservies par le TER



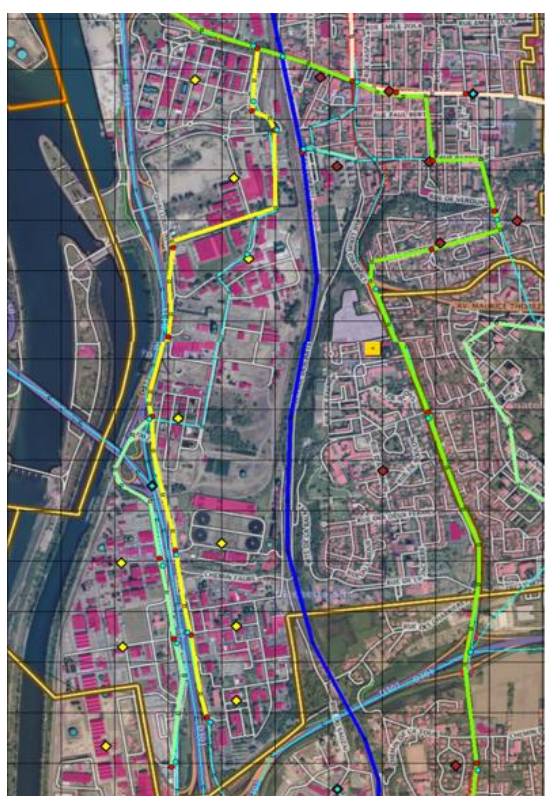
(Chasse-sur-Rhône, Vienne). De ce constat, il est possible de déduire que les résultats présentés ci-dessous sont légèrement sous-estimés.

La géographie de Saint-Fons et de sa ZI est très particulière. La voie ferrée coupe la commune en deux : à l'est la zone d'habitation, à l'ouest la ZI. Celle-ci, au nord, d'abord coincée entre l'autoroute et la voie ferrée, se trouve coupée en deux par l'autoroute dans sa partie sud.

Le nord de Saint-Fons est bien desservi par les transports publics : outre le TER (en bleu), qui vient de Perrache par Jean-Macé, le C12 (en beige), qui vient également de Jean-Macé, et relie le sud de Lyon à Vénissieux, en passant par la Mairie de Saint-Fons, toute proche de la gare TER.

Deux importantes lignes du bus complètent le dispositif : la ligne 60 (en vert), relie la station Gerland de la ligne de métro B à Feyzin en passant à l'est de la voie ferrée, et la ligne 64 (en vert pale), part de la station Jean Jaurès de la même ligne B, dessert, comme la ligne 60, la partie nord de la ZI de Saint-Fons, puis va desservir le sud de la ZI, et parcourant une longue boucle, de part et d'autre de l'autoroute.

Le zoom ci-dessous montre que la gare TER est, par rapport à la ZI, du mauvais côté de la voie ferrée. Il y a un passage piéton sous la voie ferrée, qui intéresse aussi les voyageurs qui empruntent le C12 (400 m. de marche).



Tout ceci fixe les conditions de la desserte de la ZI par les services de mobilité, actuels ou futur. Deux connexions sont possibles avec le réseau TC de base : l'arrêt commun aux bus 60 et 62 du nord de la ZI, un arrêt accessible à pied depuis la gare TER ou l'arrêt du C12. Et ces deux connexions sont nécessaires.

Pour les simulations, nous comparerons les résultats obtenus avec l'actuelle ligne 64 – dont le tracé est certainement le meilleur possible – avec des navettes autonomes représentées sur la carte de la page précédente : une ligne de navettes (en jaune) reprend le parcours de la ligne 64 à l'est de l'autoroute, une seconde dessert la partie ouest, obligeant les voyageurs à changer de véhicule (mais la correspondance peut ci être réalisée sans perte de temps).

Pour le service KIWEE et les voitures autonomes partagées, les stations seront placées aux arrêts des navettes, situées au plus proche des accès aux bâtiments les plus importants.

Le tableau ci-dessous compare les résultats des simulations obtenues avec les services, sous les hypothèses présentées plus haut et avec la même méthodologie. La fréquence de la ligne 64 étant de 20 mn, c'est la deuxième des deux lignes « Bus classique » qui représente au plus près la situation actuelle.

SERVICE DE MOBILITE	Conditions d'exploitation		Partage modal des 1669 voyageurs				Analyse économique du service (en € pour une séquence domicile-travail d'une demi-journée)								
	VITESSE COMMERCIALE	Fréquence (pour TC) / temps d'attente	VP	TC Str. + marche à pied	TC Str. + service mobilité	TRANSFERT MODAL VP->TC	NOMBRE DE VEHICULES	Coût de possession	Coût d'énergie	Coût de conduite	COUT TOTAL	COUT PAR VOYAGEUR	Recette du service	Recette des nouveaux abonnements	BILAN GLOBAL
PAS DE SERVICE			1260	409											
BUS CLASSIQUE	20 km/h	1 h / 15 mn	1166	349	154	94	1	53	61	75	189	1,23		165	-25
	20 km/h	20 mn / 10 mn	1083	321	265	177	2	107	152	150	409	1,54		310	-99
NAVETTES AUTONOMES 2025	15 km/h	10 mn/ 5mn	1124	324	221	136	5	192	10	0	202	0,91		238	36
	15 km/h	5 mn/ 2,5mn	1046	307	316	214	9	345	20	0	365	1,16		375	10
NAVETTES AUTONOMES 2030	20 km/h	10 mn/ 5 mn	1104	320	245	156	3	115	10	0	125	0,51		273	148
	20 km/h	5 mn/ 2,5mn	1025	304	340	235	6	230	30	0	260	0,76		411	151
KIWEE 2025 1 pl Abt TC	25 km/h/conv 8	0 mn	957	286	426	303	66	370	13	237	620	1,46		530	-90
KIWEE 2025 1 pl Forfait 1 €	25 km/h/conv 8	0 mn	975	305	389	285	55	310	12	211	533	1,37	389	499	355
KIWEE 2025 2 pl Abt TC	25 km/h/conv 8	2 mn	991	308	370	269	37	205	7	122	334	0,90		471	137
KIWEE 2025 2 pl Forfait 1 €	25 km/h/conv 8	2 mn	997	314	358	263	37	205	7	128	340	0,95	358	460	478
KIWEE 2030 1 pl Abt TC	30 km/h/conv10	0 mn	947	285	437	313	53	295	13	189	497	1,14		548	51
KIWEE 2030 1 pl Forfait 1 €	30 km/h/conv10	0 mn	966	307	396	294	51	285	12	169	466	1,18	396	515	445
KIWEE 2030 2 pl Abt TC	30 km/h/conv10	2 mn	977	294	398	283	37	205	8	130	343	0,86		495	152
KIWEE 2030 2 pl Forfait 1 €	30 km/h/conv10	2 mn	989	314	366	271	37	205	8	108	321	0,88	366	474	519
V.A. 2030 1 pl Abt TC	20 km/h	0 mn	972	289	408	288	52	433	12	0	445	1,09		504	59
V.A 2030 1 pl Forfait 1 €	20 km/h	0 mn	987	307	375	273	41	342	12	0	354	0,94	375	478	499
V.A. 2030 2 pl Abt TC	20 km/h	2 mn	1005	309	355	255	26	217	7	0	224	0,63		446	222
V.A 2030 2 pl Forfait 1 €	20 km/h	2 mn	1009	314	346	251	26	217	7	0	224	0,65	346	439	561
V.A. 2030 4 pl Abt TC	20 km/h	5 mn	1044	321	304	216	14	140	4	0	144	0,47		378	234
V.A 2030 4 pl Forfait 1 €	20 km/h	5 mn	1043	334	292	217	14	140	4	0	144	0,49	292	380	528
V.A. 2040 1 pl Abt TC	30 km/h	0 mn	947	285	437	313	40	333	14	0	347	0,79		548	201
V.A 2040 1 pl Forfait 1 €	30 km/h	0 mn	966	307	396	294	30	250	12	0	262	0,66	396	515	649
V.A. 2040 2 pl Abt TC	30 km/h	2mn	977	294	398	283	25	208	8	0	216	0,54		495	279
V.A 2040 2 pl Forfait 1 €	30 km/h	2mn	989	314	366	271	19	158	7	0	165	0,45	366	474	675
V.A. 2040 4 pl Abt TC	30 km/h	5 mn	1022	321	326	238	10	100	4	0	104	0,32		417	313
V.A 2040 4 pl Forfait 1 €	30 km/h	5 mn	1023	330	316	237	10	100	4	0	104	0,33	316	415	627

Ce tableau permet de dresser les constats qui suivent :

- On remarquera tout d'abord que, si la ligne de bus actuelle est déficitaire, son coût est couvert à 75 % par les recettes des nouveaux abonnements liés au transfert modal. C'est beaucoup mieux que Meyzieu (40%) ou Saint-Quentin-Fallavier (15 %).
- Le bilan des navettes autonomes est très satisfaisant : si elles ne drainent pas beaucoup plus de clientèle que la bonne ligne de bus classique, elles se révèlent beaucoup plus économiques, surtout si elles peuvent rouler à bonne vitesse.
- Le bilan du service KIWEE est bien plus contrasté que celui que nous avons constaté dans les simulations précédentes : comme les stations sont alignées, le taux de remplissage s'améliore quand on passe des véhicules individuels aux véhicules partagés. Mais surtout, comme le montre

le tableau suivant, la perte de trafic liée à la tarification de 1 € est beaucoup plus faible que dans les simulations précédentes :

	KIWEE dans abonnement TC			KIWEE avec forfait 1 €			Perte de voyageurs	
	Maximum voyageurs	Transfert modal VP->TC	Ratio	Maximum voyageurs	Transfert modal VP->TC	Ratio	Perte totale de voyageurs	Perte de transfert modal
MEYZIEU	1 278	559	44%	1110	464	42%	13%	17%
SAINT-QUENTIN-FALLAVIER	1 292	712	55%	1031	531	52%	20%	25%
PUSIGNAN	631	508	81%	555	438	79%	12%	14%
SAINT-FONS	437	313	72%	396	294	74%	9%	6%

- Sans surprise, ce sont les services de voitures autonomes qui présentent les meilleurs bilans, y compris avec les véhicules de 4 places : ils ne sont pas trop pénalisés par le long temps d'attente, et ils se remplissent bien, car tous les voyageurs partent dans la même direction.

Conclusion pour Saint-Fons

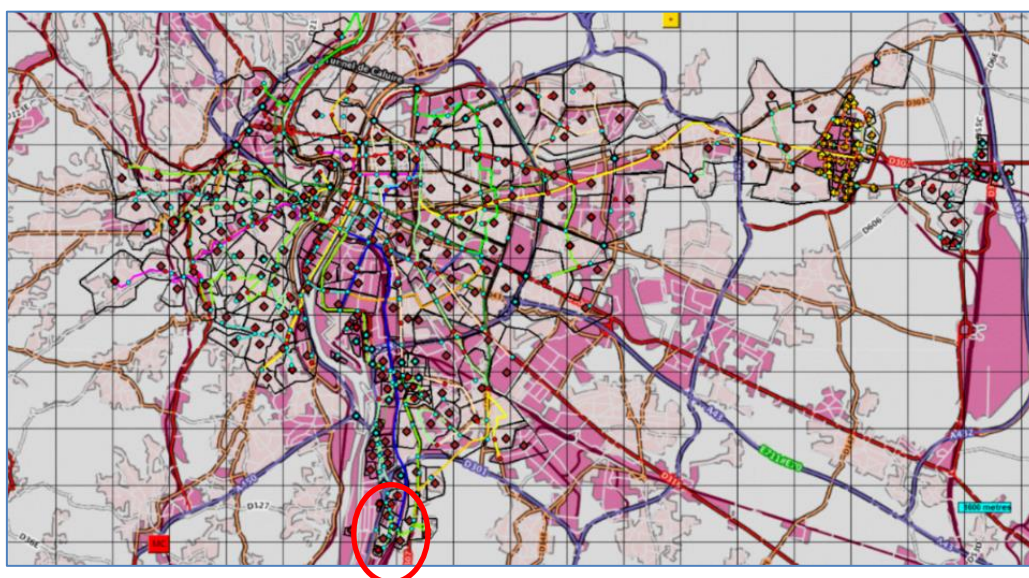
Dans notre échantillon, Saint-Fons présente un contexte géographique qui permet à un nouveau service de mobilité de générer un très bon transfert modal, y compris avec un service payant. Comme les stations sont en bon alignement, les navettes autonomes sont ici performantes ; KIWEE l'est moins, la longueur des parcours augmentant les coûts de redistribution. A terme, les voitures autonomes partagées, y compris de grande taille, se substitueront avantageusement aux navettes autonomes.

*

* *

8 – La ZI de FEYZIN (Vallée de la Chimie) :

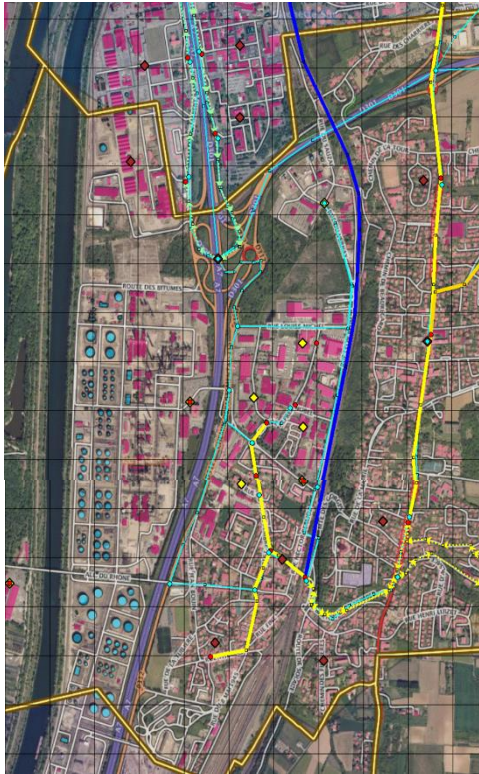
Le modèle OPTIREL utilisé pour réaliser les simulations est le modèle de l'agglomération lyonnaise, complété par une modélisation très fine de la commune de Feyzin.



Feyzin est très au sud de Lyon, à l'extrême limite du territoire modélisé. 42 % des déplacements à destination de la commune sont modélisés, mais 75 % des déplacements effectués en TC, c'est moins que dans tous les autres cas étudiés. Mais, comme dans les autres cas, dans leur très grande majorité, les déplacements non modélisés sont des déplacements effectués en VP. L'alternative TC est possible pour les communes plus au sud, desservies par le TER (Chasse-sur-Rhône, Vienne), ou pour des voyageurs très éloignés pouvant prendre le TER en correspondance à Lyon Perrache. Les résultats présentés ci-dessous sont probablement sous-estimés.

La ZI de Feyzin est complètement enclavée entre la voie ferrée et l'autoroute. La gigantesque raffinerie occupe tout l'espace entre le Rhône et l'autoroute, accessible par un pont enjambant l'autoroute. Les zones habitées de Feyzin se situent, en majeure partie à l'est de la voie ferrée, en petite partie, tout au sud, entre la voie ferrée et l'autoroute. Il n'y a pas de synergie possible entre des service de mobilité desservant la ZI et des services desservant les zones d'habitation.

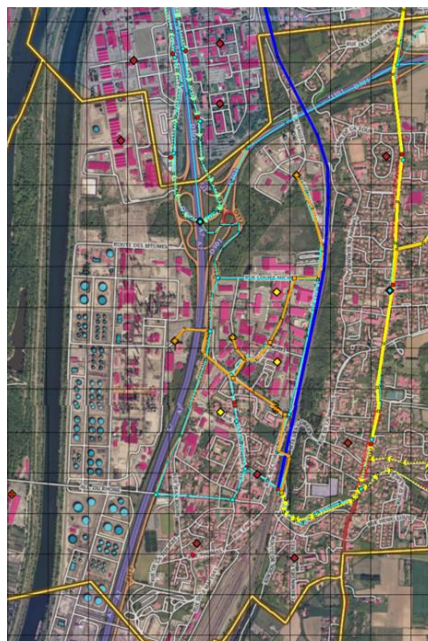
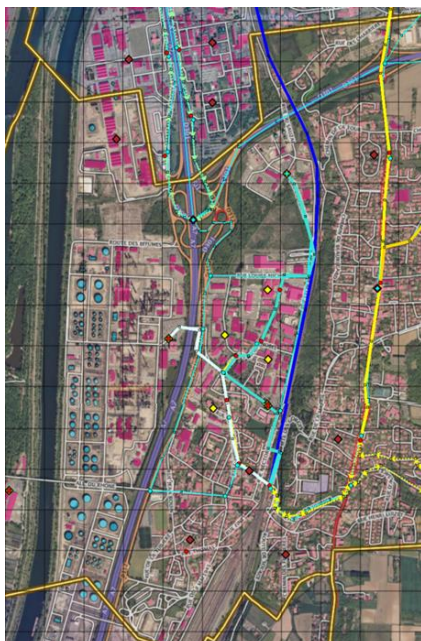
L'accès en TC de la ZI se fait par le sud, par la gare TER, et par la ligne de bus 60 (en jaune), qui vient du métro Gerland, et dessert ensuite toute les zones d'habitation de Saint-Fons et de Feyzin qui bordent la voie ferrée à l'est. Une fois qu'elle a franchi la voie ferrée, à la gare de Feyzin, la ligne 60 se dédouble. Elle fonctionne avec une fréquence de 10 mn en heure de pointe, et un bus sur trois, en période de pointe, se dirige vers la ZI.



Il est difficile d'imaginer une meilleure desserte avec une ligne de bus classique ; elle pourrait peut-être être prolongée vers la raffinerie, ou vers les zones d'emplois plus au nord, mais on va vite constater qu'il va se produire des effets de seuil, obligeant à augmenter le nombre de bus nécessaires pour faire fonctionner la ligne.

Il est difficile de trouver des parcours convaincants pour des lignes de navettes autonomes. La capture d'écran d'OPTIREL, à gauche, représente le meilleur compromis trouvé : une courte ligne (blanche), qui rejoint au plus court la raffinerie, une ligne plus longue (bleu clair) dont les arrêts sont situés au plus près des autres principaux générateurs de trafic. Le réseau dessiné pour KIWEE ou les voitures autonomes partagées (à droite) place les stations au plus près de ces générateurs de trafic.

On remarquera une situation contraire à celle de Saint-Fons : comme pour Saint-Fons, la grande masse des voyageurs susceptibles d'être intéressée par les services du dernier kilomètre vient de la grande agglomération lyonnaise, au nord. Mais à Saint-Fons, le réseau TC dessert bien le nord de la ZI, et les services du dernier kilomètre prolongent le réseau vers le sud. Alors qu'à Feyzin, le réseau TC permet



d'accéder au sud de la ZI, et les services du dernier kilomètre obligent à remonter vers le nord, alors que l'accès par les voitures particulières se fait facilement par le grand échangeur autoroutier situé au nord de la ZI. C'est donc une situation qui, nous le verrons, va rendre très difficile l'obtention d'un transfert modal VP->TC important.

Le tableau ci-dessous compare les résultats obtenus par les simulations des mêmes services que ceux qui ont été testé dans les autres cas d'études.

Pour les bus classiques, la ligne 60 ne desservant que très partiellement la ZI, il est difficile d'évaluer le surcoût de son prolongement, et de l'augmentation de la fréquence des services vers la ZI. On peut toutefois constater la faiblesse du transfert modal VP->TC que cette ligne peut permettre.

SERVICE DE MOBILITE	Conditions d'exploitation		Partage modal des 1084 voyageurs				Analyse économique du service (en € pour une séquence domicile-travail d'une demi-journée)									
	VITESSE COMMERCIALE	Fréquence (pour TC) / temps d'attente	VP	TC Str. + marche à pied	TC Str. + service mobilité	TRANSFERT MODAL VP->TC	NOMBRE DE VEHICULES	Coût de possession	Coût d'énergie	Coût de conduite	COUT TOTAL	COUT PAR VOYAGEUR	Recette du service	Recette des nouveaux abonnements	BILAN GLOBAL	
PAS DE SERVICE			779	305												
BUS CLASSIQUE	18 km/h	1 h / 15 mn	749	154	181	30										
	18 km/h	30 mn / 10 mn	728	168	188	51										
NAVETTES AUTONOMES 2025	15 km/h	10 mn/ 5mn	721	156	207	58	3	115	7	0	122	0,59		102	-21	
	15 km/h	5 mn/ 2,5mn	681	128	275	98	6	230	13	0	243	0,88		172	-72	
NAVETTES AUTONOMES 2030	20 km/h	10 mn/ 5 mn	712	148	224	67	3	115	7	0	122	0,54		117	-5	
	20 km/h	5 mn/ 2,5mn	670	122	292	109	5	192	13	0	205	0,70		191	-14	
KIWEE 2025 1 pl Abt TC	25 km/h/conv 8	0 mn	654	163	267	125	33	185	5	130	320	1,20		219	-101	
KIWEE 2025 1 pl Forfait 1 €	25 km/h/conv 8	0 mn	685	190	209	94	30	170	4	110	284	1,36	209	165	90	
KIWEE 2025 2 pl Abt TC	25 km/h/conv 8	2 mn	675	177	232	104	26	145	3	89	237	1,02		182	-55	
KIWEE 2025 2 pl Forfait 1 €	25 km/h/conv 8	2 mn	703	209	172	76	22	125	3	69	197	1,15	172	133	108	
KIWEE 2030 1 pl Abt TC	30 km/h/conv10	0 mn	648	162	274	131	32	175	6	112	293	1,07		229	-64	
KIWEE 2030 1 pl Forfait 1 €	30 km/h/conv10	0 mn	681	188	215	98	28	155	4	88	247	1,15	215	172	140	
KIWEE 2030 2 pl Abt TC	30 km/h/conv10	2 mn	671	173	240	108	24	135	3	73	211	0,88		189	-22	
KIWEE 2030 2 pl Forfait 1 €	30 km/h/conv10	2 mn	699	208	177	80	21	115	3	63	181	1,02	177	140	136	
V.A. 2030 1 pl Abt TC	20 km/h	0 mn	661	168	255	118	18	150	5	0	155	0,61		207	52	
V.A 2030 1 pl Forfait 1 €	20 km/h	0 mn	692	201	191	87	15	125	3	0	128	0,67	191	152	215	
V.A. 2030 2 pl Abt TC	20 km/h	2 mn	683	181	220	96	12	100	3	0	103	0,47		168	65	
V.A 2030 2 pl Forfait 1 €	20 km/h	2 mn	709	215	160	70	9	75	2	0	77	0,48	160	123	206	
V.A. 2030 4 pl Abt TC	20 km/h	5 mn	711	207	166	68	6	60	2	0	62	0,37		119	57	
V.A 2030 4 pl Forfait 1 €	20 km/h	5 mn	728	237	119	51	5	50	2	0	52	0,44	119	89	156	
V.A. 2040 1 pl Abt TC	30 km/h	0 mn	648	162	274	131	15	125	6	0	131	0,48		229	98	
V.A 2040 1 pl Forfait 1 €	30 km/h	0 mn	681	188	215	98	12	100	5	0	105	0,49	215	172	282	
V.A. 2040 2 pl Abt TC	30 km/h	2mn	671	173	240	108	9	75	3	0	78	0,33		189	111	
V.A 2040 2 pl Forfait 1 €	30 km/h	2mn	699	208	177	80	7	58	3	0	61	0,34	177	140	256	
V.A. 2040 4 pl Abt TC	30 km/h	5 mn	700	200	184	79	5	50	2	0	52	0,28		138	86	
V.A 2040 4 pl Forfait 1 €	30 km/h	5 mn	722	229	133	57	4	40	2	0	42	0,32	133	100	191	

Ce tableau permet de dresser les constats qui suivent :

- Le bilan des navettes autonomes est bien médiocre : les plus rapides et fréquentes vont intéresser pour un peu moins de 2/3 des voyageurs TC qui terminent leur parcours à pied, et pour un gros tiers seulement, elles vont générer un transfert modal VP->TC. Les recettes d'abonnement ne permettent dans aucun cas de couvrir le coût du service.
- Pour KIWEE, comme pour les voitures autonomes partagées, l'introduction d'une tarification forfaitaire provoque une forte baisse du trafic. Les coûts de redistribution sont élevés. Les recettes ne parviennent à couvrir les dépenses dans aucune configuration.
- Il n'y a ici que les services de voitures autonomes qui présentent de bons bilans, pour des services individuels, ou avec deux voyageurs par véhicule bilans, amis pas avec des véhicules de 4 places, trop pénalisés par le long temps d'attente.

Conclusion pour Feyzin

Feyzin présente un contexte géographique qui rend très difficile le transfert modal. Ni les navettes autonomes, ni le service KIWEE ne sont ici pertinents. Il faudra attendre les voitures autonomes pour envisager une desserte du dernier kilomètre de la ZI de Feyzin.

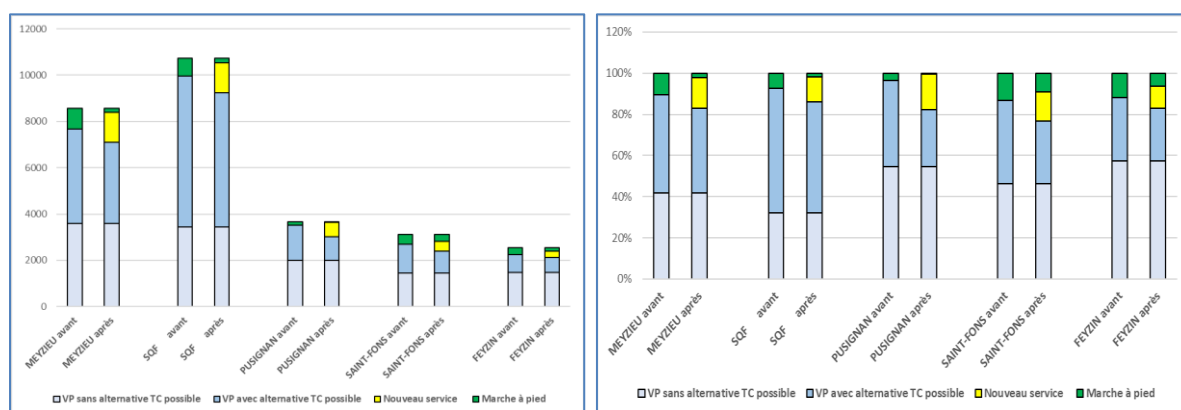
9 – Comparaisons entre les cinq configurations :

Il est possible à présent de mettre coté à coté les résultats des cinq configurations étudiées, de tirer les conclusions des comparaisons, et d'analyser les convergences comme les divergences.

Nombre de voyageurs :

Nous commençons par comparer le nombre de voyageurs intéressés par les nouveaux services de mobilité. Les graphiques qui suivent se réfèrent à la solution KIWEE 2030, véhicules individuels inclus dans l'abonnement TC, qui est celle qui génère le niveau d'utilisation les plus élevé – mise à part l'hypothétique utilisation de véhicules autonomes rapides.

Le graphique de gauche donne les valeurs absolues, celui de droite le transpose en valeurs relatives. Pour chacune des configurations, la colonne de gauche donne la situation sans service du dernier kilomètre, la colonne de droite fait apparaître, en jaune, les utilisateurs du nouveau service.



En jaune, les voyageurs utilisant KIWEE 2030 – Valeurs absolues à gauche, valeurs relatives à droite

Il s'impose d'abord de remarquer que la voiture particulière conserve son écrasante domination : dans le meilleur des cas, Pusignan, le taux d'utilisation de KIWEE 2030 monte à 17 % ; il s'établit à 15 % pour Meyzieu, 14 % pour Saint-Fons, 12 % pour Saint-Quentin Fallavier et 11 % pour Feyzin : **l'efficacité du service du dernier kilomètre dépend avant tout de la qualité de l'offre de TC en amont.**

Ces graphiques permettent aussi d'observer avec attention comment le nouveau service de mobilité prend son trafic, d'un côté par le transfert modal VP->TC, de l'autre en se substituant aux parcours terminaux effectués en marche à pied. Et ceci dépend de la manière dont les emplois se répartissent en fonction des distances qui les séparent des points de connexion au réseau TC :

- A Saint-Fons, et dans une moindre mesure à Feyzin, un sombre important d'emplois est situé à proximité des arrêts TC, et la marche à pied reste le mode le plus pertinent pour les rejoindre. La part des déplacements qui se terminent à pied passe, à Saint-Fons, de 13 % à 9 %, et à Feyzin de 12 % à 6 %
- A Meyzieu, comme à Saint-Quentin Fallavier, la part des emplois facilement accessible en marche à pied est plus faible, et de ce fait la part des déplacements qui se terminent à pied passe, à Meyzieu, de 11 % à 2 %, et à Saint-Quentin Fallavier de 7 % à 2 %.
- A Pusignan, nous sommes dans un cas assez différent, puisque nous avons introduit dans le modèle la possibilité, pour les habitants de la ville, d'utiliser le P+R de Meyzieu. En y ajoutant les quelques voyageurs qui peuvent rejoindre à Pied leur lieu de travail, nous n'avons, au départ, que 4 % de non-utilisateurs de la VP ; avec le nouveau service de mobilité, ils disparaissent complètement.

Cette question de la marche à pied pour le parcours terminal est très importante pour apprécier l'efficacité et la pertinence sur le plan économique d'un nouveau service de mobilité. Elle se dédouble en deux-sous questions :

- Si le service est inclus dans l'abonnement TC, la collectivité va dépenser de précieuses ressources seulement pour permettre à ces utilisateurs des TC de gagner un peu de temps sur leur parcours terminal. Cela en vaut-il la peine ?
- Si le service est payant, la théorie économique sous-jacente justifie le transfert modal par la valeur du temps économisé par la dépense effectuée. Mais la théorie est-elle ici pertinente : autrement dit, les voyageurs sont-ils réellement prêts à dépenser 40 € par mois pour gagner quelques minutes par jour ?

Nous pourrions mesurer dans la suite que cette question de l'alternative entre marche à pied et nouveau service de mobilité est lourde d'enjeux pour les bilans économiques.

Impact de la tarification :

Dans le tableau qui suit, nous allons comparer les trafics obtenus avec l'intégration du nouveau service de mobilité dans l'abonnement TC et sa facturation forfaitaire au coût de 1 € par voyage -soit un abonnement mensuel de 40 €.

Les différences sont très importantes. Plus la perte est importante, plus le nombre de voyageurs en situation d'indécision est élevé : le choix du nouveau service, inclus dans l'abonnement, résulte d'un faible écart des coûts généralisés de la VP et du nouveau service.

Impact de la tarification	Service dans l'abonnement TC (nb de voyageurs)					Service au tarif forfaitaire de 1 € (perte en %)				
	MEYZIEU	SAINT-QUENTIN-FALLAVIER	PUSIGNAN	SAINT-FONS	FEYZIN	MEYZIEU	SAINT-QUENTIN-FALLAVIER	PUSIGNAN	SAINT-FONS	FEYZIN
KIWEE 2025 1 pl	1 248	1 204	612	426	267	13%	23%	12%	9%	22%
KIWEE 2025 2 pl	1 117	970	559	370	232	14%	24%	12%	3%	26%
KIWEE 2030 1 pl	1 278	1 292	631	437	274	13%	20%	12%	9%	22%
KIWEE 2030 2 pl	1 148	1 090	574	398	240	14%	26%	13%	8%	26%
V.A. 2030 1 pl	1 201	1 049	546	408	255	14%	23%	14%	8%	25%
V.A. 2030 2 pl	1 071	852	493	355	220	14%	26%	16%	3%	27%
V.A. 2030 4 pl	875	514	406	304	166	15%	37%	19%	4%	28%

Nous avons vu que la ZI de Saint-Fons est dans une position géographique très favorable au transfert modal (les voyageurs viennent du nord, et l'accès par le réseau de TC se fait aussi par le nord), alors que celle de Feyzin est dans une position géographique à l'opposé très défavorable (les voyageurs viennent du nord, mais l'accès au réseau TC se fait par le sud).

Les situations de Meyzieu et de Pusignan sont assez voisines de celle de Saint-Fons - le parcours terminal, qui allonge les parcours TC, allonge aussi les parcours VP. La ZI de Saint-Quentin Fallavier est très bien desservie par le réseau routier, il est beaucoup plus difficile d'obtenir un véritable avantage compétitif pour le nouveau service.

Le tableau suivant détaille, pour KIWEE 2030 analysé à la question précédente, comment les voyageurs utilisant ce service se partagent entre transfert modal VP->TC et abandon de la marche à pied ; puis quel est l'impact, sur ces deux groupes de voyageurs, de l'introduction de la tarification forfaitaire :

Impact de la tarification (détail)	KIWEE 2030 dans abonnement TC			KIWEE 2030 avec forfait 1 €			Perte de voyageurs		Perte de voyageurs (en %)		
	Voyageurs	Transfert modal VP->TC	Abandon marche à pied	Voyageurs	Transfert modal VP->TC	Abandon marche à pied	Perte de transfert modal	Retour à la marche à pied	Voyageurs	Perte de transfert modal	Retour à la marche à pied
MEYZIEU	1278	559	719	1110	464	646	95	73	13%	17%	10%
SAINT-QUENTIN-FALLAVIER	1292	712	580	1031	531	500	181	80	20%	25%	14%
PUSIGNAN	631	508	123	555	438	117	70	6	12%	14%	5%
SAINT-FONS	437	313	124	396	294	102	19	22	9%	6%	18%
FEYZIN	274	131	143	215	98	117	33	26	22%	25%	18%

Impact des temps d'attente :

Dans la logique de l'utilisation des coûts généralisés pour déterminer le partage modal, l'introduction des temps d'attente provoque un effet similaire à celui de la tarification, et, pour des temps d'attente de 2 mn, des pertes de trafic du même ordre de grandeur que celles qui sont générées par l'introduction de la tarification forfaitaire. On notera que, pour les voitures autonomes partagées de 4 places, l'hypothèse retenue d'un temps d'attente de 5 mn pour permettre l'organisation du regroupement des voyageurs par véhicule se traduit par une très forte perte de trafic.

Impact des temps d'attente (perte de trafic en %)	MEYZIEU	SAINT- QUENTIN- FALLAVIER	PUSIGNAN	SAINT-FONS	FEYZIN
Impact temps d'attente de 2 mn -KIWEE 2025	10,5%	19,4%	8,7%	13,1%	13,1%
Impact temps d'attente de 2 mn -KIWEE 2030	10,2%	15,6%	9,0%	8,9%	12,4%
Impact temps d'attente de 2 mn -V.A. 2030	10,8%	18,8%	9,7%	13,0%	13,7%
Impact temps d'attente de 5 mn -V.A. 2030	27,1%	51,0%	25,6%	25,5%	34,9%

Bilans économiques comparés :

Pour terminer cette étude, il reste à comparer les bilans économiques des différents services étudiés. Il est rappelé que ces bilans sont établis, en mettant en dépenses les coûts d'exploitation des différents services, et, en recettes, d'une part les nouveaux abonnements TC générés par le transfert modal VP->TC, d'autre part, le cas échéant, les recettes produites par la tarification forfaitaire.

Bilan pour les navettes autonomes :

Nous avons fait l'hypothèse que les services de navettes autonomes seraient inclus dans les abonnements TC, l'introduction d'une tarification spécifique étant techniquement pratiquement impossible à réaliser. Le tableau ci-dessous montre que la solution des navettes autonomes est à écarter pour Saint-Quentin Fallavier, pour Pusignan et pour Feyzin ; qu'elle est particulièrement pertinente pour Saint-Fons ; qu'elle ne sera justifiée pour Meyzieu que dès lors que leur vitesse pourra être élevée.

Bilans comparés - Services de navettes autonomes	MEYZIEU	SAINT- QUENTIN- FALLAVIER	PUSIGNAN	SAINT-FONS	FEYZIN
NAVETTES AUTONOMES 2025 - 10mn	-12	-206	-269	36	-21
NAVETTES AUTONOMES 2025 - 5mn	-15	-536	-637	10	-72
NAVETTES AUTONOMES 2030 - 10mn	97	-1	-70	148	-5
NAVETTES AUTONOMES 2030 - 5mn	174	-159	-336	151	-14

Il est aussi intéressant de noter que le passage d'une fréquence de 10 mn à une fréquence de 5 mn, qui se traduit d'un côté par une augmentation du transfert modal VP->TC, de l'autre par une augmentation des coûts d'exploitation – augmentation du nombre de navettes nécessaires – se traduit par une dégradation du bilan dans tous les cas, sauf les deux cas (Meyzieu et Saint-Fons) qui présentent déjà le meilleur bilan à la fréquence de 10 mn.

Bilan pour les services KIWEE :

Les comparaisons sont données dans le tableau suivant :

Comparaison des bilans économiques globaux des services KIWEE	Service dans l'abonnement TC					Service au tarif forfaitaire de 1 €				
	MEYZIEU	SAINT- QUENTIN- FALLAVIER	PUSIGNAN	SAINT-FONS	FEYZIN	MEYZIEU	SAINT- QUENTIN- FALLAVIER	PUSIGNAN	SAINT-FONS	FEYZIN
KIWEE 2025 1 pl	-343	-124	102	-90	-101	665	446	601	355	90
KIWEE 2025 2 pl	-19	91	233	137	-55	831	477	647	478	108
KIWEE 2030 1 pl	-93	136	215	51	-64	884	815	671	445	140
KIWEE 2030 2 pl	98	210	303	152	-22	985	671	718	519	136

Il est remarquable que, dans tous les scénarios étudiés, le service proposé avec une tarification forfaitaire de 1 € dégage des recettes (nouveaux abonnements TC et forfait) qui font mieux que couvrir les coûts d'exploitation du service. Sauf pour Feyzin, la marge dégagée est importante (il faut multiplier par 500 les coûts à la demi-journée ici affichés pour obtenir une évaluation annuelle).

Il est aussi remarquable de constater que c'est Pusignan qui offre le meilleur bilan quand le service KIWEE est inclus dans l'abonnement TC. Cela s'explique, nous l'avons vu, par une situation qui permet des coûts de redistribution très allégés par rapport aux autres configurations.

Les services avec 2 voyageurs par véhicule génèrent une perte de trafic, mais aussi d'importantes économies d'exploitation : baisse du nombre de véhicules nécessaires, diminution du temps de conduite pour la redistribution par convois. Dans tous les cas – à une exception près, Saint-Quentin Fallavier – l'économie réalisée est très supérieure à la perte de recettes.

Bilan pour les voitures autonomes partagées :

Comme nous pouvions l'anticiper, ce sont les voitures autonomes qui permettent d'obtenir le meilleur bilan économique. Même dans le cas le plus défavorable de Feyzin, les recettes générées par les nouveaux abonnements TC couvrent les coûts d'exploitation du service.

Comparaison des bilans économiques globaux des services véhicules autonomes partagés	Service dans l'abonnement TC					Service au tarif forfaitaire de 1 €				
	MEYZIEU	SAINT-QUENTIN-FALLAVIER	PUSIGNAN	SAINT-FONS	FEYZIN	MEYZIEU	SAINT-QUENTIN-FALLAVIER	PUSIGNAN	SAINT-FONS	FEYZIN
V.A. 2030 1 pl	120	111	120	59	52	1 062	628	524	499	215
V.A. 2030 2 pl	303	254	261	222	65	1 128	622	596	561	206
V.A. 2030 4 pl	239	87	220	234	57	946	285	463	528	156
V.A. 2040 1 pl	392	468	388	201	98	1310	1104	862	649	282
V.A. 2040 2 pl	482	591	495	279	111	1390	1012	899	675	256
V.A. 2040 4 pl	349	350	441	313	86	1098	542	774	627	191

On notera que, comme pour KIWEE, l'intérêt de proposer des services avec des véhicules pouvant être partagés par deux voyageurs est majeur. On remarquera par contre que le passage à des véhicules pouvant être partagés par quatre voyageurs se traduit, partout - sauf à Saint-Fons, dans le cas de l'abonnement TC – par une forte, voire très forte, dégradation du bilan économique d'ensemble.

Bilan pour les perspectives 2030 :

Pour terminer ce jeu de comparaisons, il est intéressant de mettre côte à côte les simulations de la perspective 2030 : nous imaginons que le service KIWEE et les navettes autonomes sont arrivés à maturité, et que les voitures autonomes commencent leur déploiement à faible vitesse.

Comparaison des bilans économiques globaux des services KIWEE 2030 et voitures partagées 2030	Service dans l'abonnement TC					Service au tarif forfaitaire de 1 €				
	MEYZIEU	SAINT-QUENTIN-FALLAVIER	PUSIGNAN	SAINT-FONS	FEYZIN	MEYZIEU	SAINT-QUENTIN-FALLAVIER	PUSIGNAN	SAINT-FONS	FEYZIN
NAVETTES AUTONOMES 2030 - 10mn	97	-1	-70	148	-5					
NAVETTES AUTONOMES 2030 - 5mn	174	-159	-336	151	-14					
KIWEE 2030 1 pl	-93	136	215	51	-64	884	815	671	445	140
KIWEE 2030 2 pl	98	210	303	152	-22	985	671	718	519	136
V.A. 2030 1 pl	120	111	120	59	52	1 062	628	524	499	215
V.A. 2030 2 pl	303	254	261	222	65	1 128	622	596	561	206
V.A. 2030 4 pl	239	87	220	234	57	946	285	463	528	156

Dès que les distances à parcourir s'allongent, KIWEE a l'avantage de la vitesse, ce qui génère un meilleur transfert modal. Sur Pusignan, KIWEE fait bien mieux que les voitures autonomes ; sur Saint-Quentin Fallavier et Saint-Fons, les deux services font jeu égal. Sur les plus courtes distances de Meyzieu et de Feyzin, les voitures autonomes partagées reprennent l'avantage. Les navettes autonomes tirent leur épingle du jeu à Meyzieu, et surtout à Saint-Fons.

Conclusion générale :

Pour conclure cette étude, nous pouvons répondre à la question -fictive – posée par les autorités de transport de l'agglomération lyonnaise et présenter nos préconisations pour un déploiement expérimental de nouvelles solutions de mobilité pour améliorer la desserte des zones industrielles périphériques.

La ZI de Feyzin ne peut pas être recommandée comme territoire d'expérimentation : sa localisation et sa configuration géographique rendent très difficile le transfert modal VP->TC dans des conditions économiques acceptables.

*

La ZI de Saint-Fons mérite d'être retenue comme territoire d'expérimentation des navettes autonomes : sa localisation est favorable au transfert modal VP->TC, et son organisation très linéaire se prêt bien à une desserte en ligne. A première vue, il ne doit pas être difficile de sécuriser les parcours de navettes autonomes sur les itinéraires proposés, sur lesquels elles devraient pouvoir circuler à la vitesse moyenne de 20 km/h. 6 navettes pourraient assurer le transport de 350 voyageurs pour les parcours domicile-travail, dont les 2/3 auraient renoncé à l'usage de leur voiture personnelle.

Les autorités de transport feraient aussi l'économie de la très coûteuse ligne de bus qui dessert actuellement la ZI.

*

La ZI de Meyzieu-Jonage et Pusignan, avec ses deux petites ZI, constituent ensemble un territoire idéal pour l'expérimentation du service d'autopartage KIWEE : comme le même service, à Pusignan, peut intéresser tout autant les habitants de la ville que les salariés qui y travaillent, KIWEE y réalise ses meilleures performances économiques ; sur la ZI de Meyzieu-Jonage elle-même, les performances de KIWEE sont très satisfaisantes, dès lors que l'on propose des véhicules pouvant être partagés par deux voyageurs.

La configuration géographique de la ZI, et sa proximité avec Pusignan, présentent aussi le très gros avantage de permettre un déploiement progressif : il est possible d'ouvrir le service, avec une trentaine de véhicules, en ne desservant qu'une partie de la ZI, puis d'élargir progressivement le service sur la ZI en tache d'huile, et enfin de l'ouvrir sur Pusignan. A terme, les déplacements domicile-travail pourraient mobiliser 150 véhicules, pour déplacer 1700 voyageurs, dont 900 auraient abandonné leur voiture personnelle.

Les performances économiques réalisées par KIWEE sur ce territoire que les autorités de transport ont le choix entre intégrer le service dans l'abonnement TC – les recettes d'abonnement générées couvriront le coût du service, ou le concéder à un opérateur privé qui en fixerait le niveau de tarif. Entre ces deux solutions, une délégation de service public, avec un tarif très modeste (ex : abonnement de 10 à 20 € par mois), serait un excellent compromis.

Comme à Saint-Fons, les autorités de transport feraient aussi l'économie de la très coûteuse ligne de bus qui dessert actuellement la ZI.

*

La ZI et la petite ville de Saint-Quentin-Fallavier méritent d'être mises en réserve pour une deuxième vague d'expérimentation du service d'autopartage KIWEE : la configuration du territoire ne permet pas, comme à Meyzieu, d'envisager un déploiement progressif en tache d'huile ; et si le service peut espérer réaliser de bonnes performances économiques, son équilibre économique sera plus fragile.

Le déploiement d'un service KIWEE sur Saint-Quentin Fallavier - une flotte de 125 véhicules pour assurer les déplacements de 1100 voyageurs, dont la moitié renonceraient à l'utilisation de leur voiture personnelle – ne pourrait être envisagé qu'après le constat d'un succès sur l'ensemble Meyzieu-Jonage-Pusignan, et en capitalisant sur les acquis de l'expérience.

On peut aussi noter qu'un service qui se déploierait avec succès à Saint-Quentin-Fallavier pourrait à son tour s'étendre aux communes voisines de La Verpillière et de Villefontaine. Il pourrait satisfaire bien d'autres demandes que le seul domicile-travail, notamment permettre aux habitants de se rendre facilement dans les centres commerciaux. Et de très nombreux lyonnais qui se rendent au Village des Marques pourraient s'y rendre en TER, en terminant leur parcours en KIWEE.

*

Deux remarques pour conclure :

- Cette étude a montré que les voitures autonomes partagées, si elles voient le jour, permettront d'offrir des services dont les performances l'emporteront sur tous les autres dans ces territoires périphériques si difficiles à bien desservir par les transports en commun classiques. Mais ce ne sera sans doute pas, au mieux, avant une dizaine d'années ; et le succès n'est pas garanti. L'exemple de KIWEE montre qu'il est possible d'imaginer des solutions pertinentes, au moins pour une longue période transitoire, pour améliorer les conditions de transport dans ces territoires excentrés. Au mieux, ils prépareront le terrain pour les voitures autonomes qui les remplaceront avantageusement, au pire, ils s'installeront durablement.
- Le succès des services du dernier kilomètre dépend bien sûr de leur qualité et de leur pertinence, mais il dépend aussi pour beaucoup de l'efficacité en amont du réseau de transport public. La transformation en RER des TER qui desservent Saint-Quentin-Fallavier, Saint-Fons ou Feyzin viendrait évidemment booster les performances de services déployés sur les ZI. La coopération entre les promoteurs des services du dernier kilomètre et les autorités de transport est primordiale.

Annexe : Biographie des auteurs

Guy BOURGEOIS

Expert indépendant



Guy BOURGEOIS possède une double formation scientifique (X67) et généraliste (ENA73). Après avoir passé la première partie de sa carrière au Ministère de l'Education nationale, dans des fonctions très variées, il a été recruté comme délégué général de l'UTP (Union des Transports publics) en 1989, et a alors entamé une seconde carrière dans le secteur des transports.

Après 4 années passées à l'UTP et 8 à la RATP, en qualité de responsable de la stratégie et de la recherche, il a été nommé, en janvier 2003, Directeur général de l'INRETS pour un premier mandat, qui a été renouvelé en janvier 2006. Après une nouvelle prolongation, son mandat a pris fin le 31 décembre 2010, à la date de création de l'IFSTTAR, par fusion de l'INRETS et du LCPC.

Depuis le 1^{er} janvier 2011, Guy BOURGEOIS est consultant indépendant, spécialisé dans les domaines Recherche publique et Transport. Après avoir contribué à l'émergence de l'ITE VeDeCoM, il a décidé de consacrer une partie importante de son temps à la modélisation des nouveaux services de mobilité que le développement des véhicules autonomes partagés permet d'imaginer. Son logiciel OPTIREL est l'aboutissement de cinq années de travaux.

Pauline TEPPE

Ingénieure Mobilités



- 2016-2021 : Ingénieure mobilité chez Arcadis : modélisation des déplacements et opportunité du développement de modes émergents (covoiturage pré-arrangé ou dynamique et lignes de car express sur autoroute), stratégie de desserte périurbaine de grandes métropole françaises, intermodalité (P+R vélo etc.).
- 2021 – 2022 : Setec ITS : Etudes amont de projets de transport : opportunité / faisabilité de transports par câble et BHNS. Plan d'action pour la desserte d'un territoire multipolaire et industriel : la plaine Saint Exupéry. Opportunité et potentiel de solutions de desserte innovantes de zones d'activité et zones industrielles (système Kiwee).