



Expérimentation de la priorité bus aux feux
multi-transporteurs
dans le Département du Val d'Oise

Rapport de synthèse

1. OBJET DU DOCUMENT

L'expérimentation menée sur quatre sites du département du Val d'Oise s'est déroulée en trois parties. La première a consisté à définir les spécifications techniques du système de priorité aux feux. Elle s'est concrétisée par deux cahiers des charges, l'un pour le matériel embarqué, l'autre pour le matériel au sol. La seconde partie a consisté en la mise en place des matériels après consultation par les maîtres d'ouvrages des fournisseurs. La dernière partie a été l'expérimentation sur site proprement dite. Celle-ci s'est déroulée en deux temps, d'abord en mettant en jeu les deux transporteurs TVO et LACROIX, puis en intégrant le troisième transporteur : la RATP.

Ce document est le rapport de synthèse, établi en fin d'expérimentation.

Le corps du document présente les enseignements que l'on peut tirer du retour d'expérimentation. En annexe, on trouvera l'historique de cette expérimentation, les documents produits ainsi que le détail des analyses des données recueillies.

Cette synthèse est accompagnée par la mise à jour des documents de spécifications des matériels, cette mise à jour permettant d'aborder la suite donnée à cette expérimentation qui consistera en une généralisation sur des lignes pilotes.

Les données recueillies sont également diffusées sous forme d'une base ACCESS, chaque table étant associée à un transporteur (3) ou à un site (4).

2. DEMARCHE DE L'EXPERIMENTATION.

Cette expérimentation devait se dérouler sur un temps le plus réduit possible. Sa durée initiale était prévue sur 14 mois. La mise au point des contrats associés aux consultations, puis des matériels sur site, l'a finalement amenée à une durée de 15 mois.

Plusieurs partenaires (les maîtres d'ouvrages) ont participé à cette expérimentation qui s'est déroulée dans le département du Val d'Oise. Un de ces partenaires est en même temps le copilote de l'opération : il s'agit du Conseil Général du Val d'Oise. Il a assuré la maîtrise d'ouvrage des modifications réalisées sur les quatre carrefours de l'expérimentation. Nous reviendrons plus loin sur sa participation financière à l'opération. Coté transporteurs, ils ont été trois :

- les cars LACROIX, entreprise disposant d'une flotte de 140 bus,
- la RATP, forte d'une flotte de 4 000 bus,
- les cars TVO, disposant 125 bus, filiale de CGEA Connex avec une flotte de 1 500 bus sur l'Ile de France.

Une des grandes difficultés était de définir les spécifications du système en quatre mois. Plusieurs événements importants ont fait évoluer ces spécifications durant cette phase. Un premier élément a été la volonté des maîtres d'ouvrage de faire une scission claire et parfaitement opérationnelle dans les équipements entre le matériel embarqué et le matériel du terrain. Nous reviendrons plus en détail sur ce point et ses implications dans le suivi de la priorité des bus au franchissement des carrefours à feux. Un autre élément a été de souhaiter, dans un esprit de généralisation, intégrer le plus possible des fonctionnalités liées à la priorité aux contrôleurs de carrefours.

De ces spécifications ont été déduits les cahiers des charges ayant servis à réaliser les consultations pour les différents matériels. Ces consultations ont été menées par les quatre maîtres d'ouvrages. Les transporteurs s'étaient orientés vers des choix liés à un contexte plus vaste que la simple prise en compte de la priorité aux feux. Ainsi pour les cars LACROIX, celle-ci n'était qu'un élément d'un système SAEIV intégrant également une partie monétique déjà opérationnelle. La RATP pour sa part a fait évoluer son BDLG (Boîtier de Localisation Généralisé). TVO était en phase de préparation de consultation pour un SAEIV.

Coté terrain, il avait été décidé en réunion de pilotage de tester, dans la mesure du possible les trois principaux constructeurs de contrôleurs de carrefour présents en Ile de France : FARECO, SAGEM et SOFREL. Afin de faciliter l'intégration des fonctionnalités dans les contrôleurs de carrefour, la consultation ne s'est adressée qu'aux constructeurs, à charge de ces derniers de fournir l'ensemble des matériels et prestations associés, y compris l'installation et la maintenance.

Le matériel installé sur le terrain devait répondre à deux exigences particulières, en dehors de celles nécessaires et dues au titre de la réglementation. La première de ces exigences était la capacité du contrôleur de carrefour à dialoguer avec l'Unité de Gestion du département (DDE95) en télésurveillance DIASER. La seconde exigence consistait à homologuer le contrôleur de carrefour sur son aptitude à prendre en compte les bus avec ses algorithmes.

Un outil de test commun a été mis à disposition des maîtres d'ouvrages et utilisé pour valider les installations. L'expérimentation a ensuite pu démarrer. Les deux temps (sans la RATP puis avec la RATP) se sont déroulés sur les quatre carrefours.

Les cars LACROIX ont équipés 10 bus avec le système de demande de priorité aux feux.

TVO a mis deux bus en service à Argenteuil, un sur l'intersection Cachin / Lénine, l'autre au carrefour Allemane / Guillot.

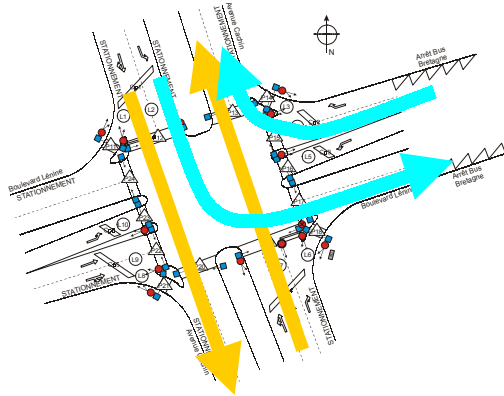
La RATP a équipé 8 bus sur la ligne 164 traversant l'intersection Cachin / Lénine.

3. LOCALISATION

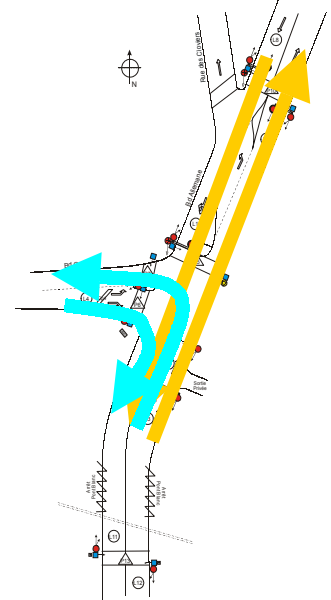
3.1.1. Argenteuil

Les deux carrefours de la commune d'Argenteuil sont situés :

- intersection Cachin / Lénine (ci-dessous),
- intersection Allemane / Guillot (ci-contre).



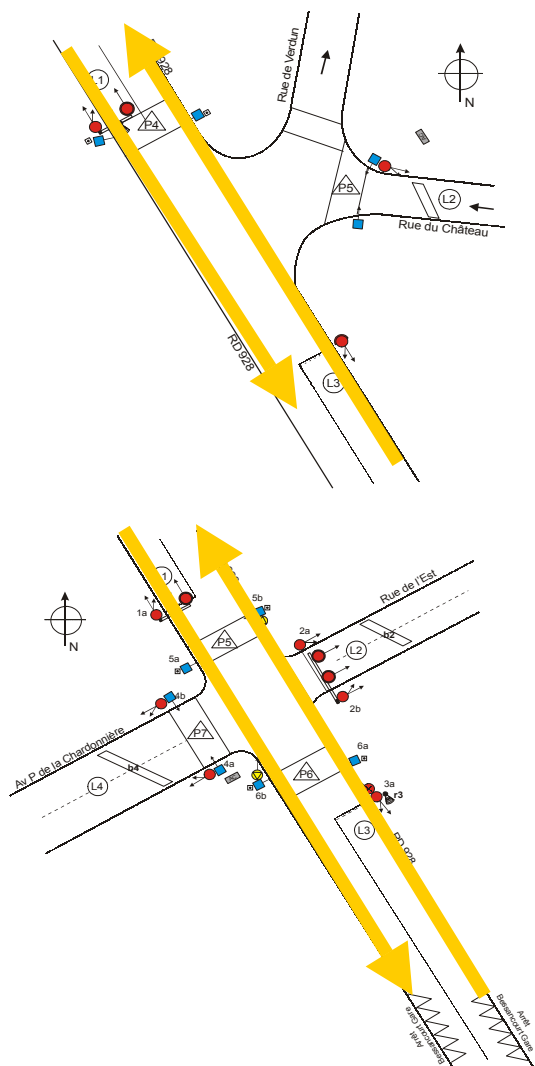
Attention : les deux schémas ne sont pas à la même échelle.



Le carrefour Cachin / Lénine est fréquenté par les bus de TVO (trajets Nord / Est) et par ceux de la RATP (Nord / Sud). Les difficultés de ce carrefour sont liées à son environnement. On trouve des arrêts en entrée de carrefour pour TVO (Est) et RATP (Nord). La partie Nord de l'avenue Cachin est une zone de stationnement intensif perturbant la circulation. Le contrôleur de carrefour ne voit que les bus TVO pendant le premier temps de l'expérimentation.

Le carrefour Allemane / Guillot est traversé par les TVO (Ouest / Sud) et par les cars LACROIX (Nord / Sud). C'est une intersection très fréquentée et le niveau de trafic n'autorise pas une prise en compte des bus pendant la période de pointe du matin. Le contrôleur de carrefour gère également un passage piéton situé 150 mètres au sud. C'est le seul contrôleur sur les quatre sites prenant en charge deux intersections. Toute cette zone est perturbée dans la journée à cause de l'activité des garages par un stationnement anarchique.

3.1.2. Bessancourt



Les deux carrefours de la commune de Bessancourt sont distants de 160 mètres.

Seuls les cars LACROIX les traversent.

Ce site présente l'intérêt de la proximité des deux carrefours.

Ils sont gérés par deux contrôleurs distincts.

Le gros problème de ce trajet est la gestion du Tourne à Gauche entre les deux carrefours avec une seule voie de circulation par sens.

Le matin et le soir la progression sur le RD928 se fait au pas (moins de 6 Km/h).

Vers 16h00 la sortie de l'école induit des perturbations considérables avec la traversée des enfants.

Toutes ces perturbations devraient avoir un effet nettement amoindri avec l'ouverture prochaine de la jonction A115 / A104.

4. ARCHITECTURE

4.1. SCHEMA FONCTIONNEL

La problématique pour le bus est de faire la demande de priorité quand il le faut (plutôt en cas de retard) et au bon carrefour, voire à plusieurs s'ils sont rapprochés. Cela implique que le bus soit correctement localisé. Par principe il dispose d'une intelligence embarquée. Au sol, le contrôleur de carrefour doit pouvoir recevoir des demandes de plusieurs bus. Il doit également gérer ces demandes pour plusieurs intersections. Il n'y a pas forcément un contrôleur par carrefour, un contrôleur pouvant gérer plusieurs carrefours.

Le MDPF (module de demande de priorité aux feux) sert d'interface entre la logique embarquée dans le bus (localisation et décision de demande de priorité) et le reste du système. En entrée il dispose à tout moment de la localisation du bus, en mémoire de la position des feux à franchir sur la ligne et d'un état de l'avance / retard du bus avec la stratégie à appliquer (quand demander). En sortie le module fournit des messages au format DIASER à transmettre au sol.

L'encodeur va transformer le langage DIASER en trames MOBITEX. DIASER est un langage de relativement haut niveau. Il n'est pas caractérisé par sa concision. Une des clés du système est sa capacité à utiliser correctement les canaux hertziens, donc à les occuper au minimum. La mise au format MOBITEX s'accompagne d'un encodage de la trame en émission. Et donc d'un décodage en réception.

Le modem radio GSMK transmet et reçoit les trames. Il gère strictement l'occupation air. On trouve la même fonction dans le bus et au sol.

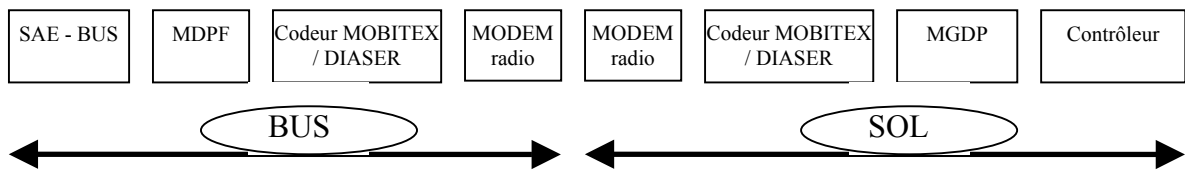
De même, coté sol, un encodeur / décodeur va transformer la trame MOBITEX en trame DIASER. DIASER est la seule interface série normalisée au niveau des contrôleurs de carrefours. MOBITEX est un standard décrivant les données échangées.

La fonction MGDGP (module de gestion des demandes de priorité) traite les messages reçus (format DIASER) en provenance de tous les bus en approche des intersections gérées par le contrôleur de carrefour. Il assure la transformation de la distance en temps de parcours jusqu'à la ligne de feux du trajet suivi par chaque bus. Cette information « temps » est transmise au contrôleur de carrefour sous forme d'un verbe DIASER.

Le contrôleur prend en charge les demandes de priorités et les intègre dans sa logique. En fonction des algorithmes programmés (paramétrage) il accorde la priorité suivant les niveaux et les possibilités de prise en compte. Il mémorise les actions réalisées et les transmet au bus en réponse au message de franchissement de la ligne de feux.

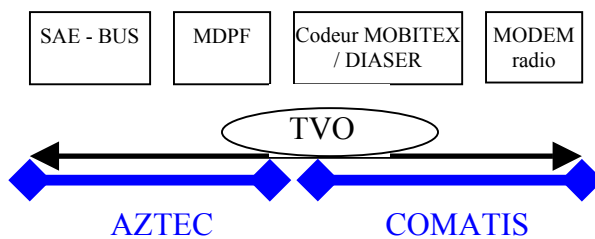
4.2. REPONSES TECHNIQUES

La description fonctionnelle abouti au schéma logique suivant :



Les diverses consultations auprès des fournisseurs ont données des réponses techniques différentes, tout en respectant ce schéma fonctionnel.

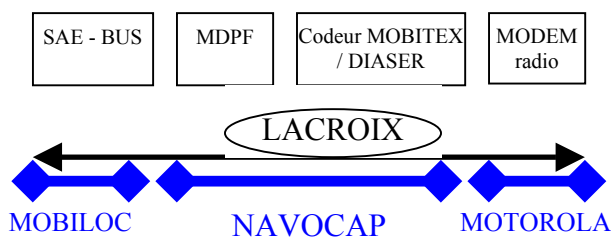
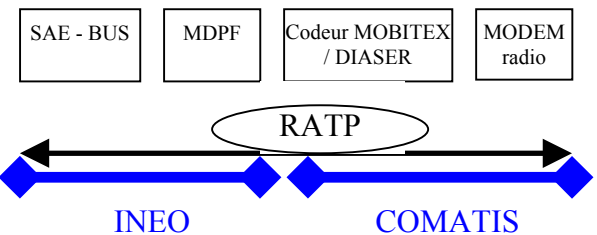
4.2.1. Transporteurs



TVO s'est adressée à la société AZTEC / DIGIGRAM pour la fourniture du matériel embarqué. Le module comprend une partie localisation basée uniquement sur GPS, et le logiciel de demande de priorité aux feux.

La partie encodeur plus modem est réalisée par la société COMATIS.

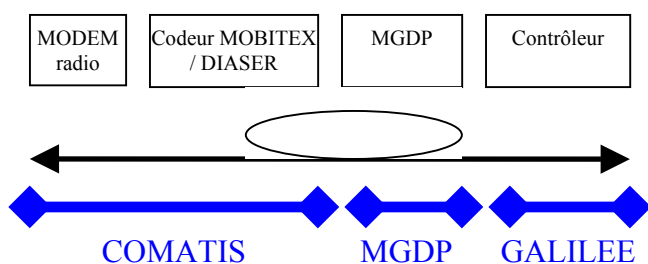
La RATP a effectué une modification de son boîtier de localisation (BDLG). Cette modification a été confiée à la société INEO, qui a intégré la fonction MDPF. Comme pour TVO le codeur MOBITEX / DIASER ainsi que le modem sont issus de COMATIS.



Les cars LACROIX utilisent une localisation par boîtier MOBILOC. La société NAVOCAP a réalisé la fonctionnalité MDPF et encodeur MOBITEX dans un module ayant d'autres fonctions (en particulier interface avec le pupitre monétique).

Le modem radio est un MOTOROLA.

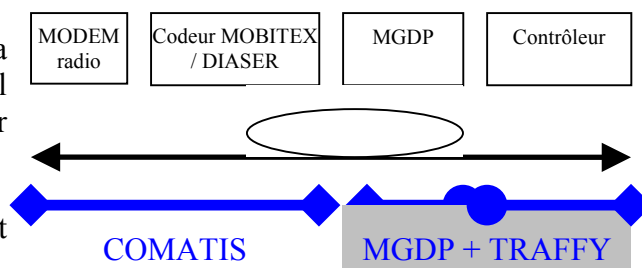
4.2.2. Terrain



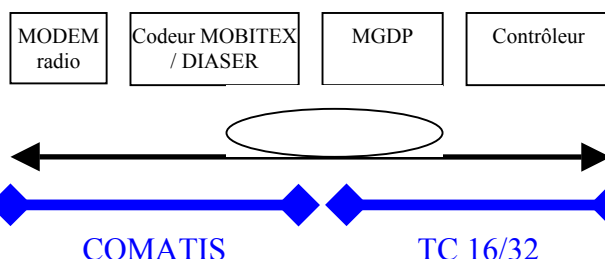
La société FARECO a développé sur une base matériel existante les fonctionnalités du MGDP. Ce matériel s'interface au contrôleur de carrefour via une liaison série.

La partie encodeur / modem est une fourniture de la société COMATIS.

La société SOFREL a réalisé la fonctionnalité MGDP sur un matériel connecté directement à son fond de panier (bus interne du contrôleur de carrefour).



Le modem / encodeur est également une fourniture COMATIS.



La société SAGEM a intégré la fonctionnalité MGDP dans son contrôleur de carrefour.

Le modem / encodeur vient de COMATIS.

4.2.3. Commentaires

Les solutions techniques sont liées aux spécifications et aux délais impartis pour la réalisation des adaptations nécessaires des matériels existants. Entre les résultats des consultations (donc des commandes) et la mise en œuvre il s'est écoulé quatre mois incluant la période de congés annuels. La partie critique du projet se situe à la frontière entre le sol et l'embarqué. Elle est donc liée au protocole MOBITEX et normes ETSI associées aux modems.

Il faut également prendre en compte les quantitatifs de cette expérimentation. Cela représentait au maximum 26 modems. Mais associés à des consultations distinctes et pas forcément synchronisées.

Des différents intégrateurs et constructeurs consultés (MAXON, NIROS, AB Communications, COMATIS, SAGEM, ERICSSON, MOTOROLA), le plus actif a été COMATIS qui a proposé aux entreprises d'intégrer encodeur et modem. De ce fait, aucun fabricant de contrôleur n'a développé le codage MOBITEX, s'appuyant sur la fourniture COMATIS. On trouve le même raisonnement pour la RATP (INEO) et TVO (AZTEC).

Les cars LACROIX, avec leur fournisseur NAVOCAP, ont permis d'éviter de se retrouver dans une situation mono source pour cette interface. La société NAVOCAP a intégré dans sa fourniture la partie encodeur, utilisant en sortie un simple MODEM de chez Motorola pour réaliser la transmission hertzienne. Cette diversité suffit pour arriver à un niveau d'interopérabilité satisfaisant pour l'expérimentation et pour la généralisation. Le risque d'une offre limitée à ces deux fournisseurs de modems réside dans le fait que les consultations restant sur des quantités faibles, elles n'intéressent ni les intégrateurs ni les constructeurs de modems.

Deux constructeurs de contrôleurs avaient prévu d'intégrer la fonction MGD. SAGEM a réalisé cette intégration, sous forme d'un prototype, dès le début de la mise en œuvre. SOFREL l'a réalisée partiellement ; son matériel est spécifique car connecté au bus interne de son matériel, mais pas complètement intégré. SOFREL annonce l'intégration dans les mois qui viennent. Le troisième constructeur, FARECO, ayant fait un développement limité sur son contrôleur actuel, prévoit de mettre rapidement (quatrième trimestre 2003) sur le marché un nouveau contrôleur intégrant la fonction MGD. Les échanges entre le bus et le sol s'appuient dans tous les cas sur la normalisation DIASER.

5. COUTS

Le coût de l'opération (document Commission des investissements du STIF en date du 13 novembre 2001) est de 388 253,95 euros. Cette somme ne concerne que l'expérimentation elle-même.

Chaque maître d'ouvrage a fait l'estimation du projet et fourni un budget pour la réalisation.

La répartition est donnée par le tableau suivant :

Maître d'Ouvrage	Embarqué	Ingénierie	Terrain	TOTAL
CARS LACROIX	22 257,56 10 bus	36 587,76	Néant	58 845,32 €
Conseil Général 95	Néant	38 160,00	33 000,00 2 carrefours	71 160,00 €
RATP	44 210,22 10 bus	135 679,62	Néant	179 899,84 €
TVO	15 244,90 2 bus	31 099,60	32 014,29 2 carrefours	78 358,79 €

Ces investissements couvrent les études, développements, fournitures et installations de tous les matériels embarqués.

Le Conseil Général a participé à l'opération pour un montant complémentaire, hors campagnes de mesures, de 194 210,07 €. Ce complément est lié à la mise en conformité, pour partie, des carrefours concernés.

Nous donnons ci-dessous les coûts unitaires des fournitures et prestations liées à la priorité aux feux dans le cadre de l'expérimentation.

	FARECO	SAGEM	SOFREL	Cout moyen
Module MGD	2 000,00	780,00	1 820,00	1 533,00 €
Modem RTC MGD	317,00	135,00	366,00	273,00 €
Modem Radio et son antenne	2 000,00	1 462,00	1 371,00	1 611,00 €
Paramétrage et mise en service	1 200,00	5 157,00	1 637,00	2 665,00 €
Rédaction du cahier de recette spécifique	480,00	1 848,00	500,00	943,00 €
Essai et recette site	2 200,00	4 890,00	2 488,00	3 193,00 €

Pour mémoire, la société SAGEM a réalisé un cahier de recette ayant servi de référence pour les autres constructeurs. Il est également rappelé que les contrôleurs de carrefours dialoguent en langage DIASER (version homologuée de septembre 2002).

6. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le premier résultat obtenu le fut au moment de la mise en service des matériels. Il permettait de mettre en évidence l'interopérabilité des solutions.

	Bessancourt - SOFREL carrefours 121 et 122	Argenteuil – FARECO carrefours 197 et 198	Argenteuil – SAGEM carrefour 196
LACROIX NAVOCAP	Ligne 95-03	Ligne 95-19	
RATP INEO			Ligne 164
TVO AZTEC		Ligne 1	Ligne 8

L'interopérabilité est directe (solutions modems MOTOROLA de NAVOCAP et COMATIS de TVO) pour SOFREL et FARECO, et se réalise par transitivité avec SAGEM (via TVO).

Les résultats chiffrés sont présentés par carrefour dans les annexes.

Les éléments à retenir sur les données sont :

- lorsque la transmission fonctionne correctement, plus de 95% des messages aboutissent et sont acquittés,
- les gains sur les carrefours sont de l'ordre d'une vingtaine de secondes par ligne de bus (en sommant les gains sur les deux trajets),
- la mise en œuvre de la priorité aux feux rend les temps de parcours réguliers, en diminuant l'incertitude sur le temps de franchissement.

Nous excluons les périodes de mise au point des matériels en embarqué et au sol. Elles ont été pénalisantes pour l'expérimentation, mais restent dans les limites de ce qui est acceptable vis-à-vis des délais du déploiement. Les perturbations rencontrées ont porté sur :

- La connectique. Ce fut une des premières causes de panne, pas toujours immédiatement décelée. Elle interféra sur les antennes GPS et modems radio.
- Le positionnement. Les trois transporteurs en ont connus. LACROIX a eu avec MOBILOC des délocalisations liées à la proximité de l'utilisation des fréquences sur la zone de Cergy entre TDF et DOLPHIN. TVO, avec un système uniquement basé sur le GPS, est positionné avec une erreur parfois supérieure à 35 mètres. La RATP a revu le filtre de positionnement, l'accéléromètre embarqué induisant des variations trop importantes (passages piétons surélevés).

- La transmission hertzienne. C'est comme nous l'avons dit l'élément sensible du système. Par rapport aux spécifications il y a déjà eu une entorse afin de faire dialoguer les modems MOTOROLA et COMATIS. La synchronisation (MOBITEX) se fait normalement sur 4 octets (2 pour la synchro bit, et 2 pour le synchro trame). Il a fallu allonger la synchronisation bit à 52 octets. Tous les émetteurs étaient calés sur une puissance de 1 W. Des essais devaient avoir lieu à des puissances plus faibles (100 mW, 250 mW et 500 mW). Ils ne purent être accomplis dans les délais impartis. La position de l'antenne peut être un facteur de disfonctionnement. Cela s'est vu sur celle installée au carrefour RD928/rue de l'Est à Bessancourt.

La priorité aux transports en commun, est un atout important dans les gains de temps de parcours et d'amélioration de vitesses commerciales. Pourtant dans de nombreux cas, elle ne se suffit pas à elle-même et il reste nécessaire de réaliser des aménagements plus importants pour améliorer les conditions de circulation.

La mise en place d'aménagements spécifiques doit être pesée par rapport au nombre de bus empruntant ces aménagements. Il semble démesuré de créer une voie Bus pour le passage d'un VTC par demi heure en heure e pointe, par exemple. Le bon sens reste un excellent guide.

7. CONCLUSION

7.1. EXPERIMENTATION

Les objectifs fixés par l'expérimentation ont été atteints. La solution mise en œuvre est multi transporteurs et s'appuie sur des normes et standards du marché. La mise au point du système a cependant décalé le séquencement des tests. Les premiers tests ont été réalisés la troisième semaine de novembre. La première partie de l'expérimentation a duré jusqu'à mi janvier. La seconde partie avec la RATP a repris début février.

Sur le plan technique, seules des solutions existantes ont été mises en œuvre. Il a fallu les intégrer pour en faire un ensemble cohérent.

Les résultats sont au rendez-vous avec des gains supérieurs à 20 secondes par intersection. Ces gains sont à répartir sur les différents trajets.

L'élément le plus pertinent de l'expérimentation, après sa faisabilité, est le constat de régularité du franchissement des différentes lignes de feux. Ainsi, même si les gains ne sont forcément extraordinaires, ils sont répétitifs et réguliers. C'est un facteur appréciable dans l'élaboration des horaires pour les transporteurs. Le raisonnement poussé à l'extrême milite pour la mise en place de la priorité même si les gains potentiels semblent faibles a priori.

La contrepartie est qu'il faut surveiller le système de priorité, aussi bien en embarqué qu'au niveau de la voirie. La mise en place d'un système de priorité passe obligatoirement par l'élaboration de procédures et la mobilisation de moyens humains permettant de la maintenir opérationnelle et de recueillir les données associées.

7.2. ET APRES

Les transporteurs souhaitent continuer dans la même voie.

- La RATP considère les résultats obtenus comme probants. Elle voudrait une mise en œuvre sur une ligne complète pour valider les gains sur tout le parcours. Le choix de la ligne sera fait en concertation avec le STIF.
- Les cars LACROIX souhaitent également s'engager sur une ligne complète, a priori la 95-03 (sur le RD928).
- TVO est déjà engagée sur l'axe prioritaire d'Argenteuil.

Ces projets impliquent le STIF et les responsables de voirie concernés (CG95, commune d'Argenteuil, ...).

Le Conseil Général du Val d'Oise s'est engagé dans une démarche d'amélioration du trafic sur 12 itinéraires du département. Cette amélioration passe par une prise en compte des transports en commun (Aménagements, priorités aux feux, ...).

Les spécifications du système de priorité sont rendues publiques et leur application est une clé du soutien financier du STIF et de la Région à l'investissement. Ces spécifications seront transmises à l'association OPTILE pour information et commentaires éventuels.

8. ANNEXE : REFERENCES DOCUMENTAIRES

Documents produits depuis le début du projet et numéro de version associée.

8.1. PLAN QUALITE

DOC_QUA_Qualite_V02_DRO

8.2. DOCUMENTS TECHNIQUES

DOC_TEC_001_Architecture_mat_V01_DRO

DOC_TEC_002_Limites_resp_V03_DRO

DOC_TEC_003_Situation_Actuelle_Bessancourt_V02_DRO

DOC_TEC_004_Situation_Actuelle_Lenine_Cachin_V01_DRO

DOC_TEC_005_Situation_Actuelle_Allemanne_Guillot_V01_DRO

DOC_TEC_006_MGDP_Priorites_Controleur_V02_DRO

DOC_TEC_007_Infos_localisation_V01_DRO (Document obsolète)

DOC_TEC_008_MDPF_Module_embarque_V02_DRO

DOC_TEC_009_Interface_Modem_V03A_DTI

DOC_TEC_010_Recueil_Donnees_V01_DRO

DOC_TEC_011_Gestion_Priorité_Carrefour_V01_DRO

DOC_TEC_012_Fct_Car_Lenine_Cachin_Argenteuil_V01_DRO

DOC_TEC_013_Fct_Car_Allemanne_Guillot_Argenteuil_V01_DRO

DOC_TEC_013_Fct_Car_Allemanne_Guillot_Argenteuil_V01_DRO

DOC_TEC_014_Fct_Car_RD928_Est_Bessancourt_V01_DRO

DOC_TEC_015_Fct_Car_RD928_Verdun_Bessancourt_V01_DRO

DOC_TEC_016_Descriptif_Experimentation_V02_DRO

8.3. PLAN D'EXPERIMENTATION

CG95 : Plan_Expérimentation_CG95_V1_3

8.4. DOSSIERS DE CONSULTATION

DCE_BUS_CCTP_embarque_V02
DE_Detail_estimatif_mat_bus_V01
DCE_SOL_CCTP_CTRL_MGDP_V02
DE_Detail_estimatif_mat_sol_V01
DCE_SOL_evolution_MGDP_V01

8.5. COMPTES RENDUS DE REUNIONS

REU_PRO_001_MERCUR_2002_01_08_V01_DRO
REU_PRO_002_RATP_2002#01#23_V01_DRO
REU_PRO_003_TVO_2002#01#24_V01_DRO
REU_PRO_004_MERCUR_2002#01#28_V02_DRO
REU_PRO_005_LACROIX_2002#01#30_V01_DRO
REU_PRO_006_Argenteuil_2002#02#01_V02_DRO
REU_PRO_007_Sofrel_2002#02#11_V01_DRO
REU_PRO_008_Sagem_2002#02#13_V01_DRO
REU_PRO_009_GTMH_2002#02#14_V01_DRO
REU_PRO_010_Garbarini_2002#02#15_V01_DRO
REU_PRO_011_AZTEC_2002#02#21_V01_DRO
REU_PRO_012_THALES_2002#02#25_V01_DRO
REU_PRO_013_ART_2002#03#22_V01_DRO
REU_PRO_014_Nancy_2002#03#26_V01_DRO
REU_PRO_015_CG95_2002#04#18_V01_DRO
MERCUR : CR réunion transporteurs version 2.doc
REU_PRO_016_MenS_Carrefours_V01_DRO
REU_PRO_018_MenS_MGDP_V01_DRO

8.6. REUNIONS DE PILOTAGE

REU_PIL_001_Pilotage_2002#01#15_V01_DRO
REU_PIL_002_Pilotage_2002#02#12_V02_DRO
REU_PIL_003_Pilotage_2002#03#01_V02_DRO
REU_PIL_004_Pilotage_2002#03#13_V01_DRO
REU_PIL_005_Pilotage_2002#04#03_V01_DRO
REU_PIL_006_Pilotage_2002#04#18_V01_DRO
REU_PIL_007_Pilotage_2002#05#23_V01_DRO
REU_PIL_008_Pilotage_2002#06#20_V01_DRO
REU_PIL_009_Pilotage_2002#07#24_V02_DRO
REU_PIL_010_Pilotage_2002#09#10_V01_DRO
REU_PIL_011_Pilotage_2002#10#08_V01_DRO
REU_PIL_012_Pilotage_2002#11#14_V01_DRO
REU_PIL_013_Pilotage_2002#12#17_V01_DRO
REU_PIL_014_Pilotage_2003#01#21_V01_DRO
REU_PIL_015_Pilotage_2003#02#26_V01_DRO
REU_PIL_016_Pilotage_2003#03#27_V01_DRO

9. ANNEXE : EXPERIMENTATION

9.1. CADRE DE L' EXPERIMENTATION

La priorité aux feux est devenue au fil du temps une nécessité pour les gestionnaires de transports en commun. Améliorer la qualité de service, passe par un respect des horaires ou de la fréquence de passage des bus. En dehors des phénomènes liés à la circulation des véhicules en général, la régularité dans les transports nécessite de contrôler les aléas et temps perdus. Ces derniers sont dus essentiellement aux temps d'attente en station et aux arrêts aux feux. S'il n'est pas très facile d'agir sur les temps d'attente en station, en revanche les temps d'arrêts aux feux se prêtent bien à une action volontariste et concertée.

En Ile de France, les transporteurs sont multiples et les responsables de voirie encore plus nombreux. La solution se résout à chaque fois ponctuellement, avec des moyens à chaque fois différents et des matériels non compatibles d'un endroit à l'autre. Suivant la puissance vocale (et financière) des uns et des autres, des territoires plus ou moins grands ont été l'objet d'expérimentations diverses et variées, dont la reproductibilité était plus qu'incertaine. Cependant, à chaque fois, les résultats obtenus ont été plutôt satisfaisants.

Après réflexions et concertations il est apparu une volonté forte de la part de l'autorité responsable des transports en Ile de France, le STIF, de mettre en œuvre des solutions qui seraient à même de couvrir l'ensemble du territoire de sa responsabilité. C'est l'objet de l'expérimentation menée conjointement avec le Conseil Général du Val d'Oise sur quatre carrefours de ce département.

Le but recherché est d'obtenir, in fine, un document permettant une généralisation de l'opération, dans un premier temps sur le département du Val d'Oise, puis à l'ensemble de l'Ile de France.

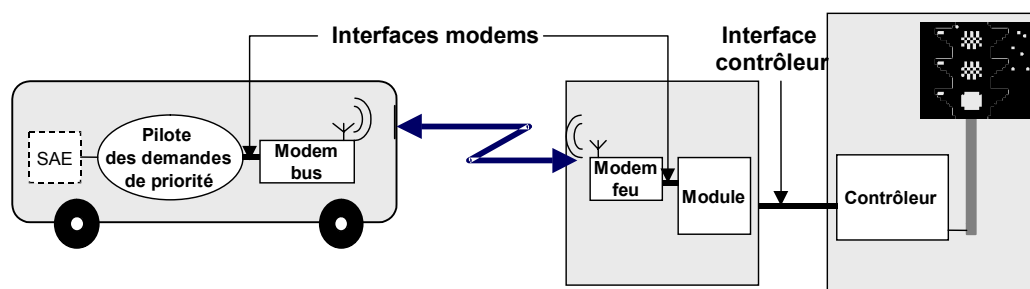
DEFINITION

....., pour l'installation d'un site test de système de priorité aux bus « multi-transporteurs » sur quatre carrefours dans le département du Val d'Oise.

La technologie du système de priorité à développer est celle d'une priorité locale fonctionnant avec la prise en compte d'une demande de priorité transmise directement par le bus vers le contrôleur du carrefour.

Ce type de solution repose sur les outils de localisation des bus en temps réel, outils aujourd'hui en cours de généralisation chez les transporteurs dans le cadre du développement des systèmes d'aide à la sécurité, à l'exploitation et à l'information des voyageurs.

Les caractéristiques fonctionnelles du système projeté peuvent être résumées par le schéma suivant :



Les villes d'Argenteuil et de Bessancourt, dans le département du Val d'Oise, ont été identifiées comme des territoires sur lequel les conditions de mise en œuvre du projet pouvaient être réunies.

Il est donc considéré comme acquis, pour l'expérimentation, que tous les bus savent se positionner. Cela ne présage en rien de la manière dont cette localisation est effectuée. Les deux grands principes rencontrés sont (non limitatifs) :

- localisation sur une ligne (suivi par odomètre, accéléromètre, GPS, ...)
- localisation dans un plan (GPS ou autre système type Mobiloc)

Un autre préalable à l'expérimentation est que les bus disposent d'une puissance de calcul suffisante pour effectuer des traitements, a priori simples, et gérer une liaison série vers une interface de transmission Sol Bus. Enfin le dernier impératif, lié au délai, est que les matériels mis en œuvre doivent exister et ne demander que peu de modifications.

9.2. PREMIER TEMPS D'EXPERIMENTATION

L'attribution des deux fréquences nécessaires à l'expérimentation a été officiellement notifiée au STIF en date du 01 août 2002. La bande de fréquence retenue est celle des 406-407 MHz. Les fréquences attribuées sont 406,4250 et 406,4500 MHz à une puissance maximale de 1 Watt.

Avant de commencer l'expérimentation, une campagne de mesure a été réalisée par le Conseil Général du Val d'Oise afin d'avoir une vue initiale des différents sites. Cette campagne de mesure a été effectuée sur la deuxième quinzaine de septembre.

Début octobre les contrôleurs de carrefours ont été installés à Argenteuil (FARECO et SAGEM) et à Bessancourt (SOFREL).

Les essais des matériels installés ont été réalisés respectivement :

- Le 20 novembre 2003 pour le site d'Argenteuil Cachin Lénine,
- Les 30/31 novembre pour Argenteuil Allemane / Guillot et Bessancourt Verdun.

Ces essais matériels ont été réalisés soit avec TVO, soit avec les cars LACROIX.

Les premiers recueils de données sont datés de cette période (20/11).

Au fil du recueil de données, un certain nombre de difficultés ont été mises en évidence. Elles ont été signalées aux différents intéressés dès identification de la cause.

Sur le carrefours Cachin / Lénine (Argenteuil), le MGDGP (SAGEM) n'enregistrait pas la totalité des approches des bus. Ceci a été corrigé et mis en place le 06 décembre.

Les bus arrivés à proximité de la ligne de feux envoyaient des messages avec une distance nulle. D'après les spécifications cela correspond à une perte de localisation du système embarqué, donc à un abandon du traitement de la priorité de ce bus. La correction a été apportée le 06 décembre, le bus reste avec une distance positive tant qu'il n'a pas franchi la ligne de feux.

A Bessancourt, le MGDGP saturait, et donc n'acquittait plus les trames, sur réception d'un nombre important de messages d'approche (cas d'une congestion par exemple). Ceci n'a pu être mis en évidence qu'après analyse des informations bus (LACROIX). Le correctif a été apporté par SOFREL le 17 décembre.

Sur le carrefour Allemane / Guillot, l'horodatage des événements était incorrect ainsi que les acquittements des bus. Ce contrôleur gère deux carrefours, en incluant le passage piéton situé au sud. Le phénomène constaté était que, dès réception d'un acquittement pour un de ces deux carrefours, le bus était retiré de la file de traitement, donc n'avait plus droit au franchissement prioritaire sur la deuxième intersection. Tout a été remis en ordre le 20 décembre.

Un problème restait en suspend concernant la localisation des cars LACROIX. Un émetteur MOBILOC est situé sur le même site qu'un émetteur DOLPHIN. Les fréquences en sont trop proches et les puissances d'émission trop fortes, ce qui se traduit par une délocalisation sur tout le site de Cergy. Ce problème a été réglé fin décembre.

La localisation uniquement basée sur un décodeur GPS introduit des fluctuations de positionnement (d'un passage de bus à un autre) dépassant les 35 mètres. Les positionnements des points d'appel et des points d'acquiescement ont été revus pour intégrer ces variations.

En janvier, des défauts ont été notés pour deux véhicules LACROIX. La société NAVOCAP doit intervenir. Les données bus sont enregistrées dans un fichier circulaire. La capacité de mémorisation fait que les plus anciennes sont écrasées en une dizaine de jours. Cela oblige à un relevé toutes les semaines. Deux bus (576 – 592) n'ont pas fonctionné correctement (aucun acquiescement reçu des MGDGP).

Un car TVO a fonctionné jusqu'au 10 décembre, l'autre à partir de cette date après intervention sur l'antenne GPS.

Ce premier temps de l'expérimentation s'est terminé le 18 janvier 2003.

9.3. DEUXIEME TEMPS D' EXPERIMENTATION

Ce deuxième temps a démarré avec la mise en œuvre de la priorité pour la RATP.

La RATP a eu un bus prêt le 03 février et à partir du 10 février huit (8) bus ont été en circulation sur la ligne 164 (carrefour Cachin / Lénine). Le fournisseur a gardé pour ses tests deux équipements de transmissions. Durant l'expérimentation, la RATP devait faire au moins deux relevés avec le système CABI (enregistrement des passages de bus par des balises à partir des informations émises par des badges infrarouge embarqués) : un avec le système de priorité activé et un sans. De même il devait y avoir également des chronométrages réalisés par des agents.

Fin janvier, TVO ne disposant que de deux bus équipés, il s'est avéré qu'un seul était opérationnel, mais pas toujours le même. Les difficultés rencontrées tenaient essentiellement à la connectique. Le système embarqué ne disposant pas d'un diagnostic permanent du niveau de service, seul le recueil de données révélait les dysfonctionnements.

La RATP a installé une évolution de son logiciel qui devrait être moins sensible aux pertes instantanées de localisation.

LACROIX a rencontré les mêmes difficultés que TVO avec ses 10 bus équipés. Il y en a deux ou trois qui posent problèmes, ceux-ci détectés a posteriori. Le logiciel embarqué a été modifié pour permettre un traitement dissocié de carrefours rapprochés. Avec les versions précédentes, si l'un des carrefours de Bessancourt ne répondait pas, il y avait arrêt de la transmission pour les deux carrefours.

A fin février, sur Bessancourt, il a été noté de fréquents passages au clignotant. SOFREL imputait ces défaillances à la qualité de l'alimentation, pas toujours correcte. Le traitement des perturbations dues à l'alimentation a été renforcé. Le carrefour de la rue de l'Est a fait l'objet d'une attention particulière. Une analyse sur site a permis de repositionner l'antenne et de mettre le poteau à la terre. En même temps, un diagnostic de la communication a identifié un problème de localisation sur certains bus LACROIX. La séquence d'appel intervenait à une distance de 600 à 700 mètres (au lieu des 400 prévus).

SAGEM, avec l'arrivée de la RATP, a dû remédier à un bogue pénalisant le recueil de données. Le fonctionnement n'était pas mis en cause, seule la disponibilité des données s'avérait défaillante. Il y a eu quelques jours de perdus.

FARECO procédait elle-même au recueil. La logique d'accès ne supportait pas tous les modems, et d'ailleurs n'en admettait qu'un seul (un SAGEM 1242). Ce souci corrigé, un autre problème est apparu lorsque le nombre de messages devenait trop important ; il a donné lieu à une évolution du logiciel. En outre, il y a un phénomène étonnant qui est le petit nombre (environ 65 %) d'acquittements transmis sur le franchissement. Ce point reste à l'étude. Il semblerait que ceci soit lié au traitement de deux carrefours par le même contrôleur.

L'expérimentation a pris fin avec le mois de mars (le 31/03). Avant cette date il s'est avéré nécessaire de faire une évaluation avec et sans la priorité.

Les résultats de la campagne de mesure réalisée par le Conseil général, avec ce même objectif avec / sans, devaient être confirmés. Ces résultats ont été obtenus à une époque où les problèmes de mise au point n'étaient pas complètement résolus. La campagne de mesure du CG95 a été effectuée sans priorité mi novembre (campagne n°2), et avec priorité début décembre (campagne n°3).

Cette confirmation a été menée sur les deux dernières semaines de mars. Pendant la semaine 12 (du 17 au 22) les données ont été recueillies normalement. La semaine suivante, les plans de feux modifiés dans les contrôleurs n'accordaient plus de priorité aux bus. Le reste de la chaîne fonctionnait à l'identique.

Les résultats partiels des campagnes de mesure CG95 sont annexés à ce document. Une conclusion provisoire est que la priorité aux feux n'est pas perturbante pour les autres usagers. Plus exactement, les perturbations ne sont pas clairement identifiables.

10. ANNEXE : RESULTATS

La masse des informations recueillies pendant l'expérimentation est très importante. Outre la trace de tous les échanges les données fournissent des indications sur le fonctionnement des carrefours. Cependant, malgré le développement de quelques outils de dépouillement, nous n'avons pu aller au bout de l'exploitation de toutes ces données. Ce qui est présenté ci-dessous est extrait de cette masse d'informations.

Il serait cependant intéressant de poursuivre cette analyse, avec des moyens automatiques et des traitements statistiques. A notre connaissance, c'est la première fois qu'un recueil de données permet de suivre simultanément les approches des bus avec un excellent degré de finesse (entre 3 et 5 secondes de pas). Les enregistrements sont disponibles dans les tables au format ACCESS (EXCEL étant trop limité en nombre de lignes).

Nous demandons au lecteur de rester aussi humble que nous devant les résultats présentés. Ils ne doivent surtout pas être retirés de leur contexte et utilisés pour appuyer une argumentation commerciale. Leur but n'est pas là, et de ce fait ne doivent pas être détournés. Ils sont le résultat d'UNE expérimentation limitée dans le temps et dans l'espace. Comme ceci est présenté dans l'historique, la mise au point a connu des hauts et des bas, lesquels se trouvent dans les données recueillies. Nous avons essayés d'éliminer au maximum ces perturbations dans les calculs de temps de parcours.

Les données exploitées pour les carrefours d'Argenteuil sont fournies dans des fichiers EXCEL, lesquels sont annexés à ce document. Les données de Bessancourt sont trop importantes quantitativement pour figurer dans un format EXCEL.

10.1. ARGENTEUIL : ALLEMANE / GUILLOT

Les données présentées ci-dessous portent sur les nombres de bus suivants :

	MOYENNE	AVEC	SANS
Trajet 0	468	30	49
Trajet 1	299	33	45
Trajet 2	104	23	25
Trajet 3	170	35	30

La moyenne porte sur les relevés effectués depuis le début de l'année, AVEC représente la semaine 12 et SANS la semaine 13 (du 24 au 29 mars 2003).

Une difficulté qui reste à résoudre pour FARECO est due au fait qu'un même contrôleur de carrefour gère deux intersections (carrefour 197 : passage piéton, carrefour 198 : Allemane / Guillot). Nous avons éliminé les bus LACROIX (trajets 0 et 1) où l'acquittement n'était pas présent pour les deux intersections. Pour mémoire, TVO (trajets 2 et 3) ne gère qu'un seul appel à la fois, le carrefour 197 est ignoré.

Les temps de parcours relevés donnent les variations suivantes :

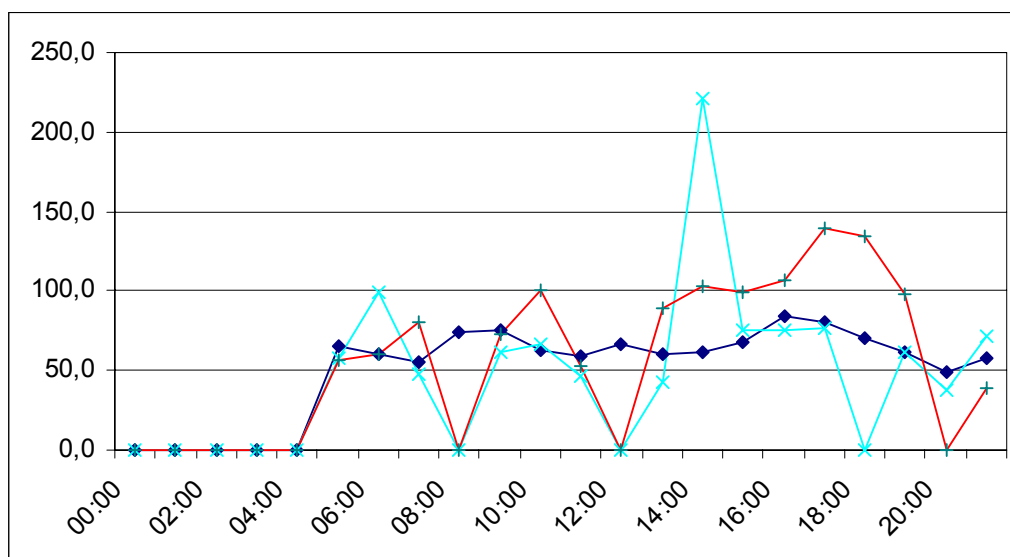
	Moyenne	Avec	Sans	GAINS
TRAJET 0 - LACROIX S -> N				
D3 = 330m	66,5	62,9	91,8	28,9
D2 = 250m	45,4	44,4	72,5	28,1
D1 = 200m	35,6	31,4	54,9	23,5
TRAJET 1 - LACROIX N -> S				
D3 = 420m	60,3	71,7	79,3	7,6
D2 = 380m	51,6	59,5	62,6	3,1
D1 = 200m	24,5	24,4	32,9	8,5
TRAJET 2 - TVO S -> O				
D3 = 363m	85,5	89,2	72,8	-16,4
D2 = 185m	48	49,8	44,1	-5,7
D1 = 120m	39,3	42,8	36,5	-6,3
TRAJET 3 - TVO O -> S				
D3 = 390m	62,9	68,9	80,3	11,4
D2 = 290m	41,5	38,8	53,8	15
D1 = 150m	29,3	27,1	40,2	13,1
Carrefour				
D3	275,2	292,7	324,2	31,5
D2	186,5	192,5	233	40,5
D1	128,7	125,7	164,5	38,8

Globalement le gain est d'une trentaine de secondes sur le carrefour.

Les gains sont spectaculaires sur le trajet 0 : LACROIX du Sud (terminus) vers le Nord.

Les gains sur le carrefour sont pénalisés par la petite performance (euphémisme) du trajet Sud / Ouest de TVO, lequel est plus performant sans priorité.

Le graphique suivant donne une répartition horaire de ces gains pour le trajet 0 et la distance D3 (sans oublier qu'il n'y a pas de priorité le matin en heure de pointe).



En bleu les courbes moyenne (foncé) et avec priorité (clair), en rouge sans priorité.

Les gains sont significatifs durant l'après midi.

10.2. ARGENTEUIL : CACHIN / LENINE

Le nombre de bus est de :

	MOYENNE	AVEC	SANS
Trajet 0	218	113	65
Trajet 1	195	100	59
Trajet 2	35	22	18
Trajet 3	26	17	14

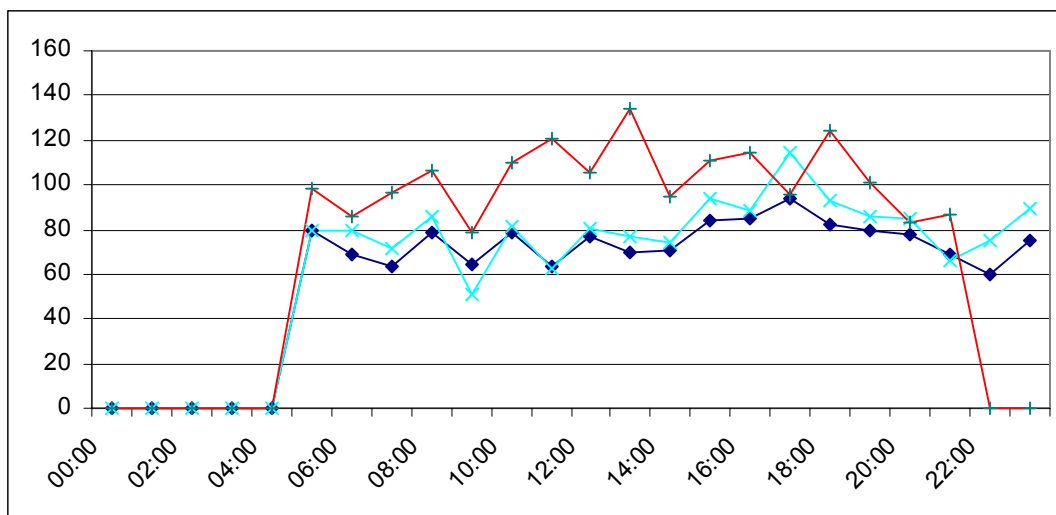
La moyenne porte sur les relevés effectués sur la période du 10 au 22 mars, AVEC représente la semaine 12 et SANS la semaine 13 (du 24 au 28 mars 2003).

Les quantitatifs sont cohérents et compatibles avec le nombre de passages réels effectués.

Les temps de parcours se présentent comme suit :

	Moyenne	Avec	Sans	GAINS
TRAJET 0 - RATP N -> S				
D3 = 250m	78,5	79,0	83,0	4,0
D2 = 120m	60,8	61,1	65,6	4,5
D1 = 70m	49,5	49,9	54,1	4,2
TRAJET 1 - RATP S -> N				
D3 = 450m	76,0	82,0	99,7	17,7
D2 = 350m	48,5	52,9	69,9	17,0
D1 = 150m	30,5	36,2	49,6	13,4
TRAJET 2 - TVO N -> E				
D3 = 250m	92,8	90,5	98,8	8,3
D2 = 120m	61,3	50,5	75,1	24,6
D1 = 70m	27,4	22,5	45,8	23,3
TRAJET 3 - TVO E -> N				
D3 = 330m	75,8	74,7	81,8	7,1
D2 = 200m	42,9	42,6	52,4	9,8
D1 = 30m	25,9	26,6	36,5	9,9
Carrefour				
	323,1	326,2	363,3	37,1
	213,5	207,1	263,0	55,9
	133,3	135,2	186,0	50,8

On retrouve sur la partie N les problèmes de stationnement, avec de faibles améliorations de temps de parcours. La perte de temps (gain limité à 8,3 secondes sur le temps de parcours à 250 mètres, alors qu'il est de 24,6 et 23,3 à 120m et 70m) sur le trajet 2 (TVO) n'est pas expliquée uniquement pas des conditions de trafic.



Trajet 1

La courbe des gains est constante sur toute la journée. Leur importance est plus marquée entre 10h00 et 14h00. Cela correspond effectivement à une situation de trafic fluide.

Les passages TVO s'effectuent entre 06h00 et 09h00.

10.3. BESSANCOURT

Nous avons considéré les deux carrefours de Bessancourt dans leur globalité. La distance les séparant (160m) les rend dépendants l'un de l'autre.

Les données recueillies portent sur 370 bus pour la moyenne sur le mois de mars et 81 pour la période sans priorité.

	MOYENNE	SANS	Gains
122 - Trajet 0 N -> S			
D3 = 400m	84,0	82,1	-1,9
D2 = 260m	53,9	43,0	-10,9
D1 = 160m	35,6	22,7	-12,9
121 - Trajet 0 N -> S			
D3 = 450m	77,7	92,0	14,3
D2 = 210m	43,0	51,6	8,6
D1 = 80m	32,3	44,3	12,0
121 - Trajet 0 S -> N			
D3 = 400m	122,7	130,2	7,5
D2 = 300m	95,2	116,2	21,0
D1 = 80m	33,3	63,3	30,0
122 - Trajet 1 S -> N			
D3 = 420m	113,5	147,2	33,7
D2 = 380m	60,1	109,0	48,9
D1 = 200m	31,9	68,0	36,1
Carrefour			
	397,9	451,5	53,6
	252,2	319,8	67,6
	133,1	198,3	65,2

Le gain sur le sens Nord / Sud reste faible : une dizaine de secondes.

En revanche les gains sur le trajet Sud / Nord sont impressionnants de l'ordre de la quarantaine de secondes. C'est sur ce trajet que le bus est normalement pénalisé par le Tourne à Gauche vers la gare entre les deux carrefours. Cette gêne est prise en compte dans la gestion de la priorité. Les deux carrefours marchent en synchronisation calée sur le passage des bus demandant la priorité.

S O M M A I R E

1. OBJET DU DOCUMENT	1
2. DÉMARCHE DE L'EXPÉRIMENTATION.	3
3. LOCALISATION	5
3.1.1. <i>Argenteuil</i>	5
3.1.2. <i>Bessancourt</i>	6
4. ARCHITECTURE	7
4.1. SCHÉMA FONCTIONNEL	7
4.2. RÉPONSES TECHNIQUES	7
4.2.1. <i>Transporteurs</i>	8
4.2.2. <i>Terrain</i>	9
4.2.3. <i>Commentaires</i>	9
5. COUTS	11
6. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS	12
7. CONCLUSION	14
7.1. EXPÉRIMENTATION	14
7.2. ET APRÈS	14
8. ANNEXE : RÉFÉRENCES DOCUMENTAIRES	16
8.1. PLAN QUALITÉ	16
8.2. DOCUMENTS TECHNIQUES	16
8.3. PLAN D'EXPÉRIMENTATION	16
8.4. DOSSIERS DE CONSULTATION	17
8.5. COMPTES RENDUS DE RÉUNIONS	17
8.6. RÉUNIONS DE PILOTAGE	18
9. ANNEXE : EXPÉRIMENTATION	19
9.1. CADRE DE L' EXPERIMENTATION	19
9.2. PREMIER TEMPS D'EXPÉRIMENTATION	20
9.3. DEUXIÈME TEMPS D' EXPÉRIMENTATION	21
10. ANNEXE : RÉSULTATS	23
10.1. ARGENTEUIL : ALLEMANE / GUILLOT	23
10.2. ARGENTEUIL : CACHIN / LÉNINE	25
10.3. BESSANCOURT	26