

# PUMAS

Projet labellisé par le Pôle de Compétitivité Mov'eo Plateforme Urbaine de Mobilité Avancée et Soutenable

## Objectifs de PUMAS

L'objet du projet PUMAS est de créer une plateforme de **renseignement de temps de parcours** pour les villes et les agglomérations.

Les principaux objectifs visés sont :

- Mettre sur le marché international une nouvelle génération de logiciels de production de temps de parcours, correspondant mieux aux attentes des utilisateurs automobilistes.
- Créer des emplois à haute valeur ajoutée, en devenant une référence internationale dans le domaine des plateformes intégrées de temps de parcours.
- Participer à l'émergence de l'économie soutenable où les réseaux de transports publics sont une alternative aux réseaux routiers par une meilleure information des conditions de circulation.

Le **projet** valorise un brevet fondé sur la *dématérialisation des capteurs de trafic, le recueil des données et leur traitement dans un logiciel de reconstruction de trafic*, brevet déposé par ARMINES (Claude Laugeau, Arnaud de la Fortelle, Bruno Steux) suite aux expériences acquises dans deux STREP européens REACT et COM2REACT.

## Inscription du projet dans la stratégie des pôles de compétitivité

### Intérêt stratégique pour le pôle Mov'eo

Ce projet s'inscrit clairement dans les axes stratégiques 2 et 4 du DAS Mobilité et Services de Mov'éo à savoir :

- Optimiser les infrastructures existantes, par définition du projet
- Accroître l'accessibilité des systèmes de transport.

PUMAS propose une nouvelle approche, efficace, flexible pour la collecte de données, la reconstruction du trafic et l'aide à la mobilité.

### Intérêt stratégique pour le pôle Advancity

Une des voies de l'amélioration des conditions de mobilité en ville est celle de la responsabilisation des acteurs collectifs et individuels en les mettant en capacité d'exercer une prise d'une décision éclairée. Ceci passe par la mise à disposition des citoyens d'une information de temps de parcours fiable, détaillée et juste pour tous leurs déplacements, et entre autres ceux effectués en véhicules individuels. Cette information est évidemment à intégrer de façon multimodale.

PUMAS concerne la réalisation des outils logiciels et matériels pour le recueil des données de temps de parcours en milieu urbain à partir de véhicules traceurs dans la suite d'autres projets ANR sur ce thème comme SINERGIT. Le déploiement s'opère en plate-forme sur un territoire urbain à un coût tout à fait commensurable avec les capacités d'une agglomération puisque l'infrastructure sol est inexistante et que les systèmes embarqués nécessaires sont limités à l'installation sur des flottes " captives " d'un usage quasi exclusif sur le territoire considéré.

PUMAS propose un procédé breveté à partir de remontées d'information de véhicules (un millier environ pour une agglomération comme Rouen) disposant d'un équipement embarqué muni d'un GPS, d'une cartographie et d'une capacité de prétraitement du temps de parcours. Les données prétraitées sont ensuite analysées selon des algorithmes innovants dans un centre serveur pour produire des informations prédictives des temps de parcours redistribuées par serveur web.

La solution est développée dans des conditions de compatibilité avec les normes connues ou en préparation pour l'information de mobilité, pour les systèmes embarqués ou pour les télécommunications. PUMAS, à ce niveau, est compatible avec l'agrégation avec des données issues des transports collectifs ou d'autres modes doux. Elle fait appel, lors des expérimentations sur l'agglomération de Rouen, à des solutions contingentes aux conditions des télécommunications ou des systèmes embarqués encore insuffisamment ouvertes mais PUMAS est suffisamment générique pour pouvoir suivre les évolutions qui permettront de minimiser la complexité des dispositifs matériels ad hoc.

PUMAS est un projet de R&I rattaché au Domaine d'action stratégique *NUM Nouveaux usages et mobilités* Axe **Services d'aide à la décision individuelle de mobilité** relatif à la responsabilisation des conducteurs par le partage des conditions de trafic et l'aide à la gestion du trafic par les autorités responsables en milieu urbain.

## Adéquation au FUI

PUMAS est clairement un projet très collaboratif avec la participation d'acteurs économiques couvrant la totalité de la chaîne de valeur :

- une autorité organisatrice des transports sur une agglomération ;
- une ingénierie de la mobilité et des transports ;
- un industriel des systèmes embarqués
- un industriel des services numériques en plateforme dans le domaine des transports ;
- un industriel des logiciels de traitement ;
- et la participation de 4 acteurs académiques de premier plan.

PUMAS aura des conséquences positives et directes sur l'emploi et l'activité des partenaires. Il en aura aussi sur les conditions de circulation dans les agglomérations équipées.

Compte tenu des activités internationales d'EGIS Mobilité, la diffusion européenne puis internationale est possible. Elle est d'ailleurs nécessaire dans un marché qui est d'abord international du fait de

l'universalité de la solution proposée (sans infrastructures sol et indépendante des morphologies urbaines et des pratiques de mobilité).

## Apports de la solution PUMAS

### La solution classique du recueil de données au sol pour l'estimation des temps de parcours

La mesure du trafic routier s'effectue essentiellement par comptage des véhicules qui circulent sur une voie de chaussée. La principale technologie est la boucle magnétique qui est enfouie sous la chaussée et qui détecte le passage des véhicules. Les informations sont collectées localement dans un boîtier et acheminées vers un centre de gestion du trafic où elles sont agrégées. Les modèles d'exploitation s'appuient sur la mémorisation du passé de l'information.

Les technologies de calcul de temps de parcours à base de boucles magnétiques sont fiables mais elles correspondent à une technologie vieille de plus de cinquante ans et demeurent assez onéreuses car elles nécessitent des travaux de génie civil et d'entretien. Ainsi, elles ne sont présentes que dans les pays économiquement avancés et encore dans les seules grandes métropoles.

Signalons qu'une technologie alternative est la mesure du débit par caméra vidéo. La méthodologie d'exploitation reste la même car elle est basée sur des débits et les caméras sont positionnées sur l'infrastructure de manière définitive.

A l'exception du capteur, ces deux approches sont similaires car elles s'appuient **sur l'infrastructure et non sur les véhicules**. Lorsque le positionnement des boucles ou des caméras est fait, il est définitif et les mesures ne se feront que là où l'infrastructure est équipée.



Une technologie plus récente a été proposée à partir des travaux de l'Université de Berkeley et a donné naissance à une start-up, [SENSYS Networks](#), qui a industrialisé et commercialisé déjà la solution. Cette approche originale utilise des capteurs magnétiques enfouis dans la chaussée, les technologies RFID (Radio Fréquence Identification) et les réseaux de capteurs sans fil. Toutefois, si elle allège les travaux de génie civil et donc les coûts d'installation, elle reste liée à l'infrastructure et manque de flexibilité par rapport à la solution que nous proposons dans le projet **PUMAS**.

## La solution innovante proposée dans PUMAS

L'innovation proposée dans PUMAS se décompose en quatre parties :

- Le point de référence : le PUMAS Point
- Le collecteur de temps de trajet : la PUMAS Box
- Les boîtes aux lettres virtuelles : le PUMAS Spot
- La modélisation de réseau urbain maillé par une approche temps de trajet : le PUMAS Server.

### Le PUMAS Point

Le PUMAS Point est un point de coordonnées GPS sur une carte numérique. Les PUMAS Points peuvent donc être multipliés ou déplacés sans coût à l'infini, offrant ainsi une flexibilité totale pour mailler une agglomération ou un territoire en zone rurale. Ils seront placés à priori sur les routes au niveau de toutes les intersections. On construit ainsi une carte numérique en forme de graphe dont les boucles magnétiques virtuelles sont les sommets et les routes sont les arrêtes. Les arrêtes peuvent être parcourues dans les deux sens ou dans un seul sens dans le cas des sens interdits.

Les PUMAS Points sont des triplets (latitude, longitude, altitude) dans une carte numérique vectorielle. Elles constituent donc une représentation numérique allégée de la cartographie numérique classique ayant une faible empreinte mémoire. Par exemple la ville de Paris comptait 6088 rues en 1997, en comptant en moyenne trois intersections par rue et 6 octets par PUMAS Point cela ne fait que 110 Kilo octets pour 18264 boucles magnétiques virtuelles.



Maillage PUMAS Point en zone urbaine à Paris



Maillage PUMAS Point en zone rurale en Bretagne

## La PUMAS Box

Le **collecteur de temps de trajet** correspond à un boîtier embarqué (PDA, ou ultérieurement à un équipement de série dans le véhicule...) assurant au minimum les fonctions de **localisation** et de **communication**. On les appelle le plus souvent OBU (On Board Unit) ou PUMAS box dans le cadre du projet.

La PUMAS box contient en mémoire les attributs de position des boucles magnétiques virtuelles. Le processeur de la PUMAS Box scrute les coordonnées GPS du véhicule quand celui-ci se déplace, réalise l'opération de mise en correspondance (" map matching ") et crée un tableau des temps de trajet  $TT(i,j)$  entre les boucles magnétiques virtuelles.

<b>BMV(i)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>.....</b>	<b>n-1</b>	<b>n</b>
$TT(i-1,i)$		$TT(1,2)$	$TT(2,3)$			$TT(n-1,n)$
$V(i)$	$V1$	$V2$	$V3$		$Nn-1$	$Vn$

Ce tableau représente la connaissance de l'état du trafic sur le trajet emprunté par le véhicule au jour et à l'heure où celui-ci circule, dans la zone urbaine ou rurale considérée. On pourra aussi transmettre des données supplémentaires provenant de la géolocalisation continue du véhicule (par exemple, des vitesses, des positions à vitesse faible dénotant l'entrée dans une congestion, ...). Nous appelons cette information un message PUMAS. Chaque message PUMAS a un en-tête et un numéro.

## Le PUMAS Spot

Les **boîtes aux lettres** ou **PUMAS Spots** sont des emplacements réels ou virtuels où les messages trafic sont collectés puis acheminés vers un serveur de gestion de trafic : le PUMAS Server.

Il sera déployé dans l'Agglomération un certain nombre de PUMAS Box sur des points fixes. Ces bornes fixes formeront un réseau mesh (réseau maillé). Ce réseau mesh comptera donc des points fixes et des points mobiles. Il sera relié en plusieurs points à des accès à des réseaux haut débit (de type ADSL simplement).

Bien que les PUMAS Box puissent communiquer avec les PUMAS Spot, les cartes embarquées contiendront la localisation des PUMAS Spots afin de préparer les PUMAS Box à déposer les messages de temps de parcours dans ces boîtes aux lettres. Les PUMAS Spots collectent ainsi les messages trafic de tous les véhicules qui passent dans leur voisinage immédiat. A intervalles de temps déterminés, chaque PUMAS Spot établit une liaison monodirectionnelle avec le PUMAS Server (centre de gestion du trafic) auquel il transmet les messages trafic qui seront agrégés dans les algorithmes de reconstruction et de prévision de trafic.

Une évolution ultérieure possible sera d'établir un lien descendant du PUMAS Server vers les PUMAS Spots permettant de diffuser directement des temps de parcours aux véhicules. Cette version du système n'est pas visée dans le présent projet (cf. § 2.5 Evolutions futures de PUMAS).

- NB1 : Pour pallier l'existence de zones où le maillage en PUMAS Spots ne serait pas suffisant (zones blanches), on examinera la possibilité d'une remontée directe des PUMAS Messages du véhicule vers le PUMAS Server via une liaison longue distance type SMS, GPRS ou 3G à partir d'une certaine durée d'absence d'émission de données par la PUMAS Box.
- NB2 : Une évolution du système pourra consister à permettre le partage des PUMAS Messages directement entre véhicules de façon à accélérer la transmission des informations des véhicules retardés dans leur approche de PUMAS Spots (mécanisme dit de " pollinisation ", où certains véhicules jouent le rôle de " facteurs ") Cette évolution, qui sera possible, n'est pas visée dans le projet.



L'Agglo de Rouen équipée en PUMAS Points et PUMAS Spots

## Les avantages de la solution PUMAS par rapport à d'autres systèmes de véhicules traceurs

L'utilisation d'une flotte spécialisée permet, par rapport, à l'utilisation de véhicules traceurs banalisés comme obtenus par le suivi de GSM, ou le suivi de GPS :

- La disposition immédiate et bien maîtrisée d'un nombre suffisant de véhicules traceurs
- L'indépendance vis-à-vis de la vitesse de pénétration des équipements embarqués dans le parc automobile
- L'indépendance vis-à-vis des opérateurs mobiles.

Les autres avantages concernent :

- La précision apportée par la géolocalisation GPS, par rapport au suivi de GSM (qu'il s'agisse de la gestion des hand-over, peu onéreuse mais incapable de fournir un temps de parcours en réseau urbain dense<sup>11</sup> ou de la localisation par triangulation, plus précise mais fragile - propagation d'échos - et plus coûteuse) sans l'hypothèque de la nécessité de l'obtention d'un accord formel de traçage lorsqu'il s'agit de conducteurs de véhicules non professionnels
- Le recours aux transmissions de proximité Wifi, plus robustes que les transmissions longue distance et autorisant des débits importants
- La flexibilité apportée par l'utilisation du GPRS pour la transmission de la géolocalisation GPS lorsque le véhicule n'a pu transmettre ses données à un PUMA Spot depuis un certain temps

## La modélisation de réseau urbain maillé par une approche temps de trajet

Dans la gestion de temps de parcours avec les méthodes classiques, les données de sorties normales sont des débits exprimés en nombre de véhicules par heure sur une voie.



Ce type de résultat donne toute satisfaction à l'exploitant de l'infrastructure qui est intéressé à connaître le taux de saturation de son infrastructure.

S'il s'agit de l'exploitant d'ouvrages à péage tels que des autoroutes, des ponts ou des tunnels, le débit est la grandeur adéquate puisqu'elle est liée directement au rendement financier de l'exploitant.

$Q_{in}$	$N$	$Q_{out}$
----------	-----	-----------

Entre deux boucles magnétiques réelles qui délimitent un tronçon de route contenant  $n$  voitures, on peut écrire une équation de conservation qui sur le temps  $dt$  est représentée par l'équation :

$$\frac{dN}{dt} = Q_{in} - Q_{out}$$

Cette approche a donné lieu à l'algorithme BRP (Bonvallet-Robin-Prévallée) qui est d'usage courant en France pour estimer les temps de parcours sur tronçons urbains à partir des comptages<sup>21</sup>.

D'autres algorithmes de calcul des temps de parcours, basés sur la vitesse, fournissent les indications que l'on trouve sur les panneaux à message variable sur le périphérique de Paris :



Mais ce qui intéresse le citoyen usager de l'infrastructure, c'est le temps qu'il mettra pour effectuer le parcours qu'il désire, par exemple sa liaison domicile travail. C'est précisément le type d'information qui est au cœur de l'approche proposée dans PUMAS. Mais les messages de trafic doivent être agrégés et fusionnés le cas échéant avec d'autres types de données.

Il faudra des modèles de trafic et un savoir-faire pour prédire non pas les temps de trajet délivrés dans les messages trafic qui sont les données alimentant les modèles, mais les temps de parcours entre deux points quelconques du réseau.

Pour ce faire, nous avons développé une approche originale qui s'appuie sur le modèle de Ising en physique statistique et une discrétisation du trafic dans l'espace temps sur lequel on définit une méthode d'inférence basée sur la " Belief Propagation " (voir fig. ci-dessous). Par ailleurs, une approche utilisant la fusion entre les données PUMAS et les données de comptage sera développée ; elle permettra d'obtenir des estimations de temps de parcours améliorées en cas de perturbations non récurrentes.

Ces temps de trajet seront communiqués à l'usager selon les modalités propres à l'Agglomération (panneaux à messages variables, site Web, ...).



# Etude comparée de la solution classique de temps de parcours et de la solution PUMAS

	Recueil des données	Remontées des informations	Traitements des données trafic	Descente des informations vers l'usager
Solution classique	Boucles magnétiques dans la chaussée, onéreuses, fixes en nombre limité	Câbles ou fibres optiques dans la chaussée	Mesure de débit et des vitesses. Usage de modèles prédictifs pour remonter aux temps de trajet	PMV : Panneau à Messages Variables Info trafic RDS TMC
Solution PUMAS	On Board Unit dans le véhicule avec PUMAS Points. Aucun travaux sur l'infrastructure. Flexibilité totale	Communications sans fil : WIFI 802.11 p et GPRS Concept de boîte aux lettres virtuelle	Mesure directe des temps de trajet. Complémentarité avec les boucles traditionnelles	Idem Données au format TPEG

## Le périmètre du projet PUMAS

## Evolutions futures de PUMAS

L'évolution naturelle de PUMAS, basée sur son principe de flotte spécialisée de véhicules traceurs et orienté B2G (Business to Government), est de donner le jour à une version-sœur basée sur des véhicules traceurs banalisés et pouvant être orientée B2B (Business to Business) ou même B2C (Business to Customers). Cette perspective sera intégrée dès la phase des spécifications.

La même ouverture sera naturellement recherchée dans le domaine des communications, où le réseau mesh, justifié pour l'expérimentation et permettant des connections compatibles avec le déplacement des véhicules, pourra être remplacé par le GSM.

## Description des éléments de la solution

### La PUMAS Box

Le dispositif complet requiert de recueillir et de traiter dans le véhicule un certain nombre de données avant de les remettre dans les boîtes aux lettres ou de les transmettre au serveur central.

Les caractéristiques du boîtier embarqué sont les suivantes :

- Capacité de recueillir des données, au moins la position GPS et l'horodatage
- Capacité de stocker temporairement et de traiter ces données
- Capacité de stocker des données de référence (p. ex. cartographie)
- Capacité de communiquer des données à un serveur : au minimum GPRS et WiFi, ou/et

ultérieurement CALM

- Alimentation électrique (allume-cigare ou installation)
- Possibilité de lecture d'autres capteurs (prise OBD2, CAN)
- Fonctionnalité de mise à jour automatique des logiciels

En raison de son expérience en gestion de flotte, INDUCT dispose déjà de boîtiers utilisés pour d'autres applications et du savoir-faire pour leur installation et leur maintenance. Toutefois, l'évolution rapide des technologies fait qu'INDUCT doit concevoir et développer une nouvelle gamme de boîtiers assurant en particulier une communication multimodale.

INTEMPORA a une expérience dans la création, l'installation et la maintenance de logiciels embarqués pour le traitement temps réel de flux de données multi-capteurs. La suite logicielle RT MAPS assure l'acquisition datée et synchronisée de données temps réel multi-capteurs.

Ces deux partenaires sont complémentaires pour spécifier et réaliser une famille modulaire au sens matériel et logiciel de boîtiers de recueil et de transmission automatique de données trafic.

Au niveau des standards, qui évoluent très vite et ne sont pas encore tous stabilisés, nous attachons une grande importance à ne pas avoir une solution propriétaire mais à disposer d'une plateforme logicielle ouverte accueillant les standards aussitôt qu'ils sont stabilisés...d'où l'importance d'une mise à jour automatique des logiciels.

En particulier, compte tenu des décisions récentes de la Commission Européenne (attribution de la bande 5.9 Ghz) pour les Systèmes de Transports Intelligents, nous proposerons d'emblée des PUMAS Box bimode avec une liaison 802.11p type WAVE et une liaison longue distance type GPRS ou 3G. De même, nous respecterons le protocole TPEG pour l'échange de données, IPV6 pour l'adressage, et CALM pour l'interopérabilité des modes de communication.

Ces engagements constituent un argument important pour les PME françaises qui doivent se préparer au futur au moment où la Commission Européenne annonce le déploiement de IPV6 pour 2010.

## Le PUMAS Server

Le serveur doit accomplir, a minima, les tâches suivantes :

- Recueillir les informations envoyées par les PUMAS Box
- Filtrer ces données
- Enregistrer ces données dans une Base de Données (BD) " brute "
- Traiter ces données " brutes " pour produire la BD " journalière "
- Traiter les données de la BD " journalière " pour produire la reconstruction prédiction
- Traiter les données de la BD " journalière " pour la BD " historique "
- Produire la reconstruction : indices, carte...
- Distribuer ces informations au client Agglomération.

Pour que la production soit efficace et puisse s'améliorer, il faut en plus des traitements mentionnés ci-dessus, les outils suivants :

- Suivi du traitement des données (reporting du traitement)
- Aide à la production des cartes (format OpenStreetMap)
- Aide au placement des PUMAS Points (carte + statistiques)

- Production des mises à jour pour les boîtiers embarqués (invisible par l'utilisateur)
- Administration du PUMAS Server.

# Modèle économique

## L'exemple de l'agglomération de ROUEN

L'agglomération de Rouen rassemble 45 communes et comptait [391 375 habitants en 1999](#). Sachant que le taux de pénétration des véhicules particuliers est de 50% environ en France, on peut en déduire qu'il y a environ 200 000 véhicules dans l'agglomération.

Toutefois, un faible pourcentage de ces voitures circule à un moment donné avec des pics aux heures des trajets domicile-travail.

Nous avançons l'hypothèse que 25% des voitures circulent aux heures de pointe et 5% en dehors, soit respectivement 50 000 et 10 000 voitures.

Avec une approche classique de recueil de données trafic, il faudrait au moins 200 boucles magnétiques pour couvrir un réseau routier pour établir des temps de parcours, soit un investissement de  $12\,500 \times 200 = 2,5$  M€. La maintenance s'élève à 250 000 € par an sans prestation de service à valeur ajoutée.

Avec la solution PUMAS, nous proposons d'équiper 1 000 voitures avec la PUMAS Box dont le coût unitaire serait ramené à 200 € (matériel, logiciel et installation) soit un investissement de 200 000 €.

Les 1000 véhicules seraient choisis avec pertinence de façon à disposer d'un maillage serré de l'espace géographique et d'un flux temporel aussi permanent que possible. On équiperait en priorité les véhicules de transport publics, les taxis, les voitures de La Poste, les voitures de livraison qui circulent beaucoup et en couvrant bien le réseau routier.

Si les boîtes aux lettres sont des RSU 5.9 GHz type 802.11P, le coût d'exploitation en communication peut être négligeable. Dans l'hypothèse d'une communication par réseau GPRS, il pourra être estimé à 5 € par mois et par véhicule soit 60 000 € par an.

Le coût de la plateforme serait établi autour de 200 000 € et le paramétrage du référentiel serait de l'ordre de 100 000 €. La licence de maintenance serait évaluée à 30 000 €.

L'investissement pour une solution intégrée PUMAS, plateforme, boîtiers et paramétrage s'élève à 500 000 €. (Rapport de 1 à 5). La maintenance/exploitation de la solution s'élève à 78 000 €. (Rapport de 1 à 3).

Une équipe d'exploitation de la plateforme développerait une offre de service valorisant l'information " temps de parcours " et intégrerait des données de comptage traditionnel déjà installé afin d'offrir une offre sur mesure à l'Agglomération dans la gestion de trafic pour un prix inférieur à 150 k€.

La nouvelle technologie de capture du trafic s'avère donc particulièrement rentable.

Rouen, première agglomération à être équipée de cette nouvelle technologie, pourra servir de vitrine pour d'autres villes françaises et pour des délégations étrangères souhaitant découvrir les nouvelles

technologies en France.

## L'étendue du marché potentiel

Le recueil automatique de données trafic et la gestion de la mobilité ne se font aujourd'hui que dans les grandes métropoles avec essentiellement la technologie classique des boucles magnétiques.

Il ne s'agit pas de retirer les boucles magnétiques existantes. Elles peuvent servir en phase d'expérimentation à étalonner le système.

Il ne s'agit pas de régler la gestion des feux avec des PUMAS Points. Là encore ce sont les boucles magnétiques ou les caméras de comptage qui sont dédiées à cette tâche.

Le projet PUMAS s'adresse aux nombreuses agglomérations désireuses de répondre aux attentes des voyageurs en matière de temps de parcours et d'état trafic automobile. Cette information est souvent un préalable à un Système d'Information Multimodal dont le but est de favoriser le report modal vers les transports publics.

Il y a en France 39 villes (mais 57 agglomérations urbaines) de plus de 100 000habitants et 122 de plus de 50 000 habitants. ([[http://fr.wikipedia.org/wiki/Grandes\\_villes\\_de\\_France](http://fr.wikipedia.org/wiki/Grandes_villes_de_France)-[http://fr.wikipedia.org/wiki/Grandes\\_villes\\_de\\_France](http://fr.wikipedia.org/wiki/Grandes_villes_de_France)]) Il y aurait environ 3400 villes de plus de 100 000 habitants dans le monde.

Ces données montrent que le marché mondial adressé par une technologie de recueil de données et de gestion de trafic qui serait fiable, flexible et moins onéreuse que les solutions traditionnelles est considérable. L'accessibilité tarifaire de PUMAS est un élément de décision de l'Agglomération contrainte de planifier budget et travaux de génie civil.

Un acteur économique qui disposera de la solution complète (PUMAS Box, PUMAS Spot, PUMAS Server) dispose a priori d'un fort potentiel de développement en France et à l'international.

## Développement de nouvelles activités - Création d'emplois

### Hypothèses en k€

Coût de réalisation d'un système PUMAS (en moyenne) :

1000 PUMAS Box	200
Paramétrage	100
PUMAS Server	200
<b>Solution PUMAS intégrée</b>	<b>500</b>
<b>Maintenance logicielle 15% PUMAS Server</b>	<b>30</b>
<b>Equipe d'exploitation : 2 salariés par an</b>	<b>100</b>
(Hypothèse de contrat d'exploitation dans une ville sur trois)	

### Marché

Pour estimer le marché potentiel nous allons prendre des hypothèses simples pour la France, l'Europe et le monde. Tableau de répartition des agglomérations selon leur taille :

## CA prévisionnel et emplois

Après 2 ans de développement, le CA cumulé de l'ensemble des partenaires du projet de recherche PUMAS et de ses revendeurs (schéma de distribution étudié dans le cadre du projet) démarre en année pleine à 1 M€ et vise 133 M€ au bout de 10 ans.

Il n'existe pas sur le marché de produit logiciel équivalent à PUMAS. Son existence, sa facilité d'implantation (pas de génie civil) et son coût devraient provoquer une percée sur le marché.

Les emplois créés sur la seule commercialisation, la maintenance logicielle et les équipes d'exploitation mises en place dans une ville sur trois, devraient passer de 5 personnes à plus de 350 à 10 ans. Une stabilisation est alors attendue, par l'arrivée d'une concurrence forte.

D'autres emplois sont attendus pour chacun des partenaires, notamment sur le marché de première et de deuxième monte des automobiles avec la maîtrise des technologies 802.11p norme Wifi automobile, l'architecture CALM, la maîtrise du format TPEG et de l'IPv6. Ces emplois ne sont pas chiffrés car non directement liés au projet et au marché de ce projet. Ils intéressent surtout INTEMPORA et INDUCT.

# Retombées

## Retombées scientifiques et techniques

Il faut mentionner en premier lieu le brevet déposé par ARMINES qui a été validé au niveau national et qui est en cours d'extension au niveau européen. Ce brevet qui met en œuvre de manière précise le concept de véhicule traceur (" Floating car data ") est l'aboutissement de deux streps européens dans lesquels les chercheurs des Mines et de l'INRIA ont réfléchi et implémenté des techniques de communication véhicule vers infrastructure (projet REACT), puis les communications mixtes véhicule à véhicule et véhicule à infrastructure (projet COM2REACT).

La reconstruction du trafic à partir du modèle d'Ising issu de la physique statistique et l'algorithme de Belief Propagation constituent des approches nouvelles dans le domaine.

La nouvelle méthodologie de recueil de données constitue une rupture et engendrera de nombreux travaux dans les années à venir dans le domaine de la modélisation et de la gestion du trafic.

## Retombées industrielles du projet

PUMAS rassemble une méthodologie et les outils matériels et logiciels génériques à toute agglomération et plus généralement à tout territoire urbain ou rural. Les retombées sont nationales, européennes et mondiales. Le marché est réel et le retour sur investissement est rapide comme le prouve l'étude sur l'agglomération de Rouen. Il n'existe pas aujourd'hui de société ayant une solution

matérielle et logicielle générique " sur étagère " pour répondre en un temps minimum à des appels d'offre de territoires urbains souhaitant offrir à leurs citoyens des informations de temps de parcours. On sait que les opérateurs de téléphonie mobile, les industriels de la navigation nomade, des géants comme Google conjuguent le recueil de données par localisation des systèmes nomades et fusion de données d'origine diverses, mais il s'agit de solutions complexes comparées à la simplicité de PUMAS qui constitue une véritable rupture.

## Retombées économiques et sociales du projet

La méthodologie PUMAS est complète et cohérente. Ses concepts sont simples à comprendre. On peut imaginer, à l'issue du projet, une co-entreprise industrialisant et commercialisant l'ensemble de la chaîne logicielle et la méthodologie sous l'appellation Puma Mobilité.

Ce savoir faire sera mis de manière prioritaire au bénéfice des partenaires du projet, en particulier d'Egis Mobilité mais pourra aussi apparaître comme fournisseur d'autres acteurs tels que Vinci, Veolia ou d'autres à l'international.

Au niveau des retombées pour les partenaires, Egis leader naturel du projet espère commercialiser d'abord en France puis à l'international la solution Puma.

Induct qui a déjà une expérience de gestion logistique de flotte dans les entreprises a l'opportunité de disposer d'une PUMAS box de nouvelle génération.

Intempora est l'éditeur logiciel de RT MAPS un atelier logiciel puissant d'acquisition et de fusion multi-capteurs largement diffusé pour la mise au point des véhicules du futurs (Renault, PSA, Valeo...) ou des drones (Sagem, EADS, Eurocopter, Thalès, Airbus...). La mise au point sur la PUMAS box d'une version allégée et enfouie constitue un challenge technique mais aussi un réservoir d'applications plus complexes mettant en œuvre le recueil de données sur des capteurs plus sophistiqués : caméra, télémètre laser, centrale inertielle, connexion au bus CAN.

Par exemple une version améliorée de la PUMAS box consisterait à calculer la consommation du véhicule, et à rajouter dans les PUMAS messages, un attribut CO2 dont la consolidation sur le Puma Serveur permettrait d'avoir l'empreinte carbone de la circulation routière dans l'agglomération. Ceci permettrait aux gestionnaires de l'infrastructure de reconsidérer le plan de déplacement urbain.

SODIT qui a l'expérience du projet Synergit va consolider son savoir faire déjà important.

Armines et l'Inria qui ont déposé le brevet et développé les algorithmes de reconstruction sont particulièrement motivés par le succès du déploiement de PUMAS.

Les deux écoles d'ingénieurs de Rouen, l'INSA et l'ESIGELEC vont contribuer au succès d'une première dans leur ville et publié leurs travaux dans les congrès et diffusé auprès des élèves ingénieurs.

## Points forts du projet

- Une nouvelle approche innovante de recueil de données trafic s'appuyant sur un brevet et délivrant de manière directe des temps de trajet.
- Un business B2G prometteur



- L'intégration industrielle vers les technologies émergentes : IPV6, CALM, TPEG ? 802.11p assurant la compétitivité des PME partenaires
- Une architecture logicielle commune et intégrée : PUMAS Box, PUMAS Spot et PUMAS Server

## Le partenariat

Les partenaires essentiels au projet sont :

### Les 4 industriels

- Egis Mobilité est le chef de file du Groupement. Elle intervient pour les spécifications métier d'information trafic, les jeux de tests, le suivi du pilote, la validation des résultats obtenus, la définition du modèle économique et du mix produit
- Induct pour la fourniture de la PUMAS Box et l'équipement des voitures
- Intempora pour la fourniture logicielle de la PUMAS Box.
- Sodit pour le développement de la plateforme trafic, le traitement et l'agrégation des données sur le serveur

### Les 4 labos, 2 à Paris, 2 à Rouen.

- ARMINES-INRIA : Ces deux institutions sont regroupées au sein du consortium LaRA. Plus précisément
- ARMINES apporte le brevet sur lequel se fonde PUMAS, développera les composants logiciels de cartographie basée sur open street map pour assurer le positionnement des PUMAS Points, le map matching, la détermination des temps de trajet. ARMINES fournit également une flotte de 4 véhicules C3 équipés pour les premiers essais.
- INRIA assure la reconstruction du trafic à partir des données partielles et réalisera une maquette de serveur avec des services web. Assure le Program Management Office.
- INSA de Rouen : sélectionne les véhicules (méthodologie), organise les campagnes de recueil de données en partenariat avec ARMINES et l'INRIA
- ESIGELEC : examine l'exploitation des flux de données GSM et participe avec l'INSA au recueil et à l'exploitation des données sur l'agglomération de Rouen

Collectivité

- Agglomération de Rouen : ce partenaire fournit le Field Of Test.

## Rôle des partenaires

### Egis Mobilité

- Chef de file du projet avec le PMO délégué à l'INRIA

- Business plan et business model
- Mix produit
- Spécifications fonctionnelles
- Jeu de tests et recette
- Validation des attendus

## **INDUCT**

- Spécification et intégration technique de la PUMAS Box
- Production et de l'installation des PUMAS Box dans les véhicules

## **INTEMPORA**

- Spécification logicielle de la PUMAS Box
- Production et installation du logiciel embarqué dans les PUMAS Box et participation au développement du PUMAS Server.
- Intégration des standards en cours de stabilisation : TPEG, IPV6, CALM, 802.11p

## **SODIT**

- Spécification du PUMAS Server en collaboration avec Egis Mobilité, ARMINES, INRIA
- Développement et mise en exploitation du PUMAS Server avec collecte, traitement et agrégation des données

## **Armines**

- Brevet PUMAS Point
- Intégration des outils de cartographie libre (Open Street Map)
- Cartographie RTK de l'agglomération de Rouen en partenariat avec INSA ESIGELEC
- Mise à disposition des 4 premiers véhicules équipés en PUMAS Box
- Spécifications et développement du PUMAS Server en partenariat avec INRIA, Egis Mobilité et Sodit

## **INRIA**

- Algorithme de reconstruction
- Aide au " placement " des PUMAS Points
- Intégration logicielle du PUMAS Server avec Sodit

## **INSA**

- Développement ad hoc : intégration du PUMAS Server à la démarche de l'Agglomération de Rouen pour la gestion globale de la circulation

- Aide aux expérimentations à Rouen : méthodologie de calcul de représentativité des véhicules traceurs,...

## ESIGELEC

- Développement ad hoc (pour Rouen)
- Suivi opérationnel des expérimentations à Rouen

## Ville de Rouen

- Assistance technique (télécom)
- Appui auprès des AOT

<sup>1)</sup> En effet, la gestion des hand-over (commutations d'une cellule GSM à la cellule adjacente) ne peut fournir que la vitesse moyenne de l'ensemble des véhicules ayant traversé la cellule, ce qui n'est pertinent pour calculer un temps de parcours que dans le cas où la cellule est traversée par un tronçon principal unique concentrant l'essentiel des déplacements de la cellule

<sup>2)</sup> C'est cet algorithme qui sera utilisé au cours du projet pour évaluer la valeur ajoutée de PUMAS par rapport aux techniques classiques à base de données stations

From:

<http://pumas.inria.fr/> - **PUMAS - Plateforme Urbaine de Mobilité Avancée et Soutenable**

Permanent link:

<http://pumas.inria.fr/public/document>

Last update: **2010/06/04 23:22**