

**CODATU XI**

**Congrès Mondial de Bucarest 22-24 Avril 2004**

---

**MODELE DE SIMULATION DE FLUX DE VOYAGEURS POUR L'ETUDE ET  
L'EXPLOITATION DES STATIONS DE TRAMWAY ET DE BUS  
ET DE LEURS EQUIPEMENTS**

**COMPORTEMENT DES VOYAGEURS, ORGANISATION DES STATIONS, GESTION DES FLUX**

---

**Communication de Philippe CASANOVA et Nikola TEOFILOVIC**

---



Application de Techniques Nouvelles

Application de Techniques Nouvelles

15 rue du Louvre 75001 PARIS T 01 53 40 52 20 F 01 53 40 52 25 e mail : [www.atn-france.com](http://www.atn-france.com)

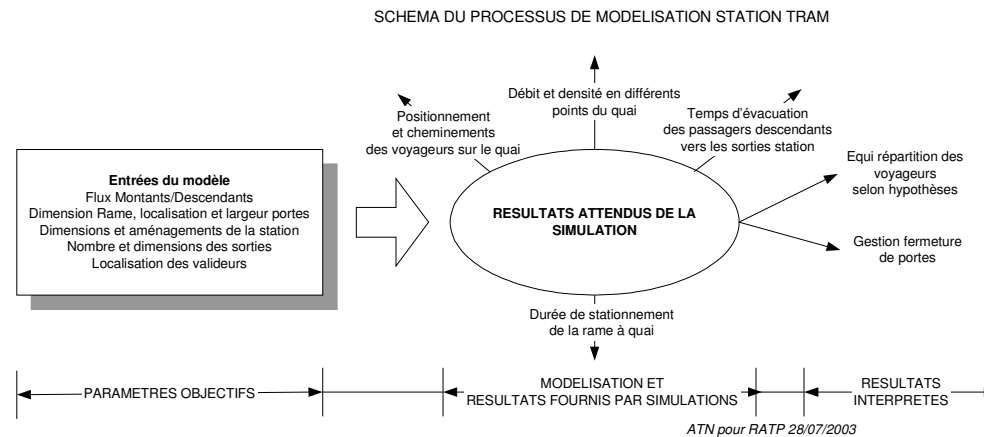
## SOMMAIRE

<b>I. PREAMBULE</b>	<b>3</b>
<b>II. METHODOLOGIE GENERALE DE DEVELOPPEMENT DU MODELE DE SIMULATION</b>	<b>3</b>
<b>III. STRUCTURE DU MODELE</b>	<b>5</b>
<b>IV. PRESENTATION DE SIMULATIONS TRAMWAY</b>	<b>5</b>
<b>V. RESTITUTION DES RESULTATS DE SIMULATION</b>	<b>6</b>
V.1 Indicateur de débit	6
V.2 Indicateur de densité	7
V.3 Temps de parcours	7

## I. PREAMBULE

La présentation qui est faite ici rapporte quelques résultats de la recherche réalisés par ATN pour la RATP dans le cadre d'un programme Prédit. Ces travaux s'inscrivent dans la perspective d'une nouvelle forme d'exploitation des réseaux de bus et de tramway de surface. Le but des travaux de recherche est de construire un outil de simulation de flux de voyageurs qui renseigne les Concepteurs de travaux d'aménagement de stations et les Exploitants de tramway sur les dispositions à mettre en oeuvre, par différents indicateurs de densité de voyageurs sur quai, de temps d'évacuation, de débits.

Le schéma ci-dessous explicite le processus de modélisation qui constitue la trame des travaux de recherche.

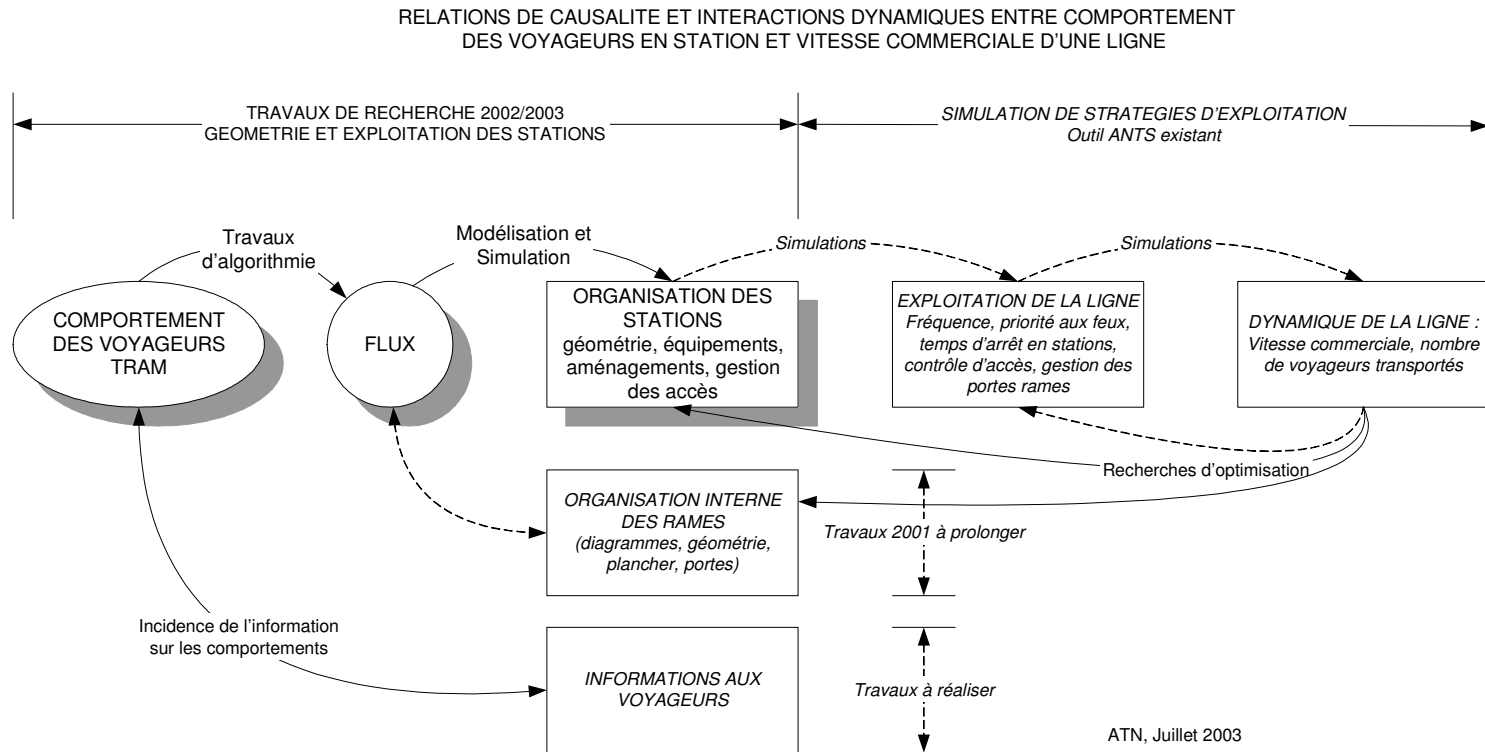


## II. METHODOLOGIE GENERALE DE DEVELOPPEMENT DU MODELE DE SIMULATION

Ces travaux de recherche s'inscrivent dans le cadre des travaux conduits depuis plusieurs années par ATN pour tenter de comprendre les comportements de systèmes complexes aux fins de simulations, et étudier ces systèmes afin d'en optimiser leur exploitation pour une Qualité de service définie. Le but de nos travaux consiste à identifier et qualifier les relations d'interactions et de causalité existant entre les comportements de mobiles (ici, des voyageurs), l'organisation des éléments constituant le « système » (stations, rames, mode d'exploitation, voyageurs...) dans lesquels ils se meuvent et la « dynamique » de celui-ci, pour en mesurer les effets. Nos modèles de simulation constituent des outils d'analyse et de compréhension qui mettent en évidence les multiples phénomènes dont le système est le siège. Ils permettent, *in fine*, d'en dimensionner et organiser les composantes.

La vitesse commerciale des lignes étant pour l'Exploitant un objectif stratégique vers lequel doit tendre l'organisation des stations, la gestion des flux et l'exploitation des lignes de Tram, nous avons orienté les travaux de recherche « Stations » dans cette perspective en travaillant à l'élaboration d'algorithmes<sup>1</sup> de simulation impactant cet objectif : temps de transaction aux portes (qui conditionne le temps d'arrêt de la rame en station), densités sur quai (fonction de la surface des quais et donc, de leur géométrie), débits aux accès des stations (fonction de leur dimension et du mode de contrôle).

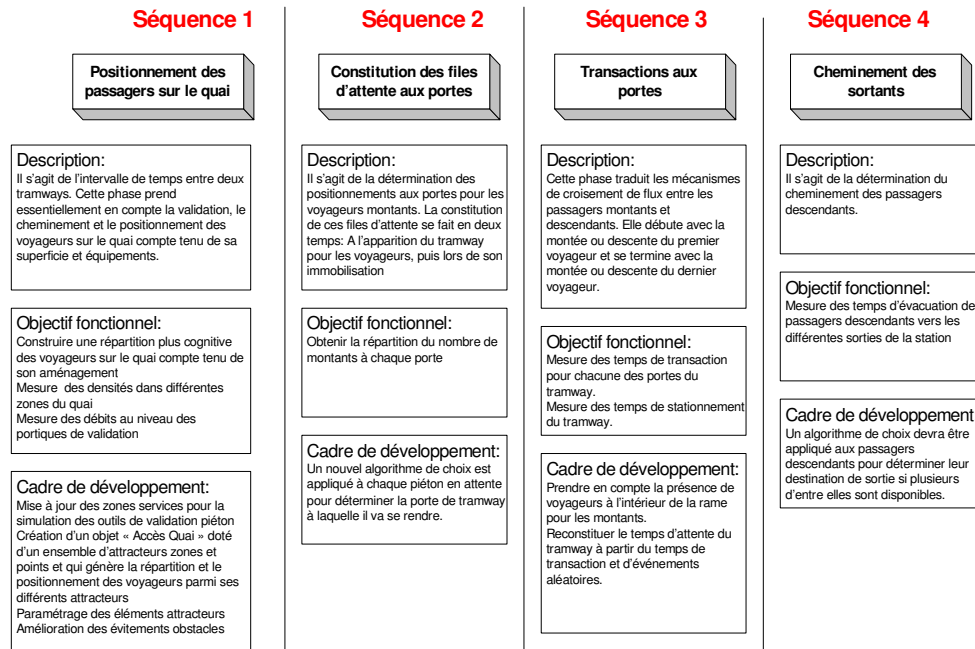
Le schéma ci-après situe cette recherche dans le cadre global des travaux ATN.



<sup>1</sup> Algorithmes : Ensembles des règles opératoires spécifiques à un processus, propres à un calcul ou à un traitement informatique.

### III. STRUCTURE DU MODELE<sup>1</sup>

La structure du modèle a été définie en considérant un cycle complet de mouvements des voyageurs entre le moment où les voyageurs entrant accèdent à la station et celui où les voyageurs descendant la quitte. Quatre séquences ont été étudiées.



### IV. PRESENTATION DE SIMULATIONS TRAMWAY

Lors de la communication, une présentation de résultats de simulations dynamiques sera réalisée par l'intervenant. Les participants pourront comparer Situation réelle sur une ou deux stations et Simulations de ces mêmes situations avec modifications de variables d'exploitation.

<sup>1</sup> Modèle : Par définition, représentation simplifiée d'un processus, d'un système afin d'en étudier plus commodément le comportement.

## V. RESTITUTION DES RESULTATS DE SIMULATION

Les résultats des simulations sont accessibles sous deux formes :

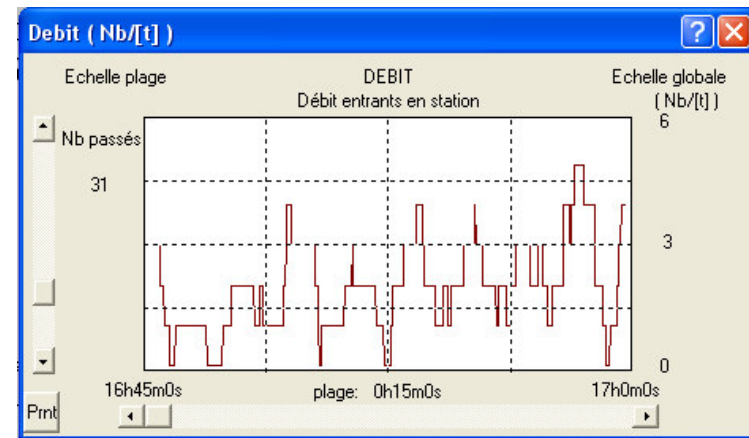
- par animation en 2D, grâce aux logiciels développés par ATN,
- par des jauges de mesure pouvant être appliquées en tout point de l'espace de simulation et à des classes distinctes de voyageurs (entrants, sortants, en transit ...), et pour différents indicateurs (débits, densité, nombre, temps de parcours, vitesse).

Nous fournissons ci-après une définition des indicateurs que nous utiliserons pour interpréter la problématique posée par la RATP.

### V.1 INDICATEUR DE DEBIT

La jauge de débit fournit le nombre de personnes transitant sur une zone suivant plusieurs intervalles de temps. Par exemple au niveau de l'entrée de la station comme montré ci-contre.

Elles permettent de mesurer, dans le pas de temps de simulation qui est d'une seconde, l'écoulement du **nombre** de voyageurs en différentes parties du quai, et de renseigner l'exploitant où le concepteur quant aux performances des équipements, à l'incidence de l'implantation d'un nouvel aménagement, par exemple l'installation d'un portique de validation, ou bien la spécialisation de portes tramway en montée ou sortie uniquement, pour atteindre une Qualité de service déterminée.

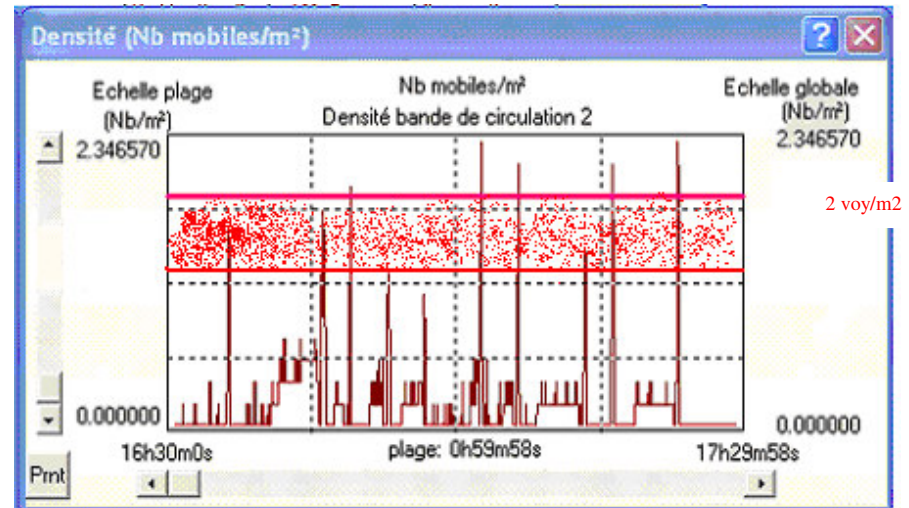


## V .2 INDICATEUR DE DENSITE

Cet indicateur fournit, en continu pour la durée simulée et pour les zones de quai préalablement délimitées, la densité de voyageurs en mouvement et/ou immobiles qui s'y trouvent, par exemple, devant une des portes tramway : Rapportée à un seuil optimum fixé par l'exploitant ou le concepteur, cet indicateur permet d'observer à l'animation, **la qualité de l'écoulement** des voyageurs dans ces zones. Il mesure aussi la durée et l'importance des engorgements pouvant se produire au niveau des portes tramway, ou des accès des stations.

La lecture des jauges se fait sur deux niveaux, par exemple pour connaître la variation de densité devant l'une des portes de la rame :

- **Echelle plage pour cette ouverture de porte (colonne de gauche)** : fournit la densité max (ici 2.339181 voy/m<sup>2</sup>), et la densité moyenne (ici 0.740741 voy/m<sup>2</sup>) de la zone dans la période de temps sélectionnée grâce aux curseurs de zooms (la plage ci contre va de 16h52m14s à 16h52m44s et correspond au temps d'ouverture de la porte).
- **Echelle globale pour la simulation de l'heure de pointe (colonne de droite)** : fournit la densité max et la densité moyenne sur l'ensemble de la durée de simulation (la durée de la simulation va de 16h30m à 17h30m). La densité 2.92 voy/m<sup>2</sup> est celle qui a été enregistrée comme maximum dans cette période.



## V .3 TEMPS DE PARCOURS

Cette information, calculée par le logiciel en tenant compte de la variation de densité dans la zone considérée, densité elle même fonction des obstacles et engorgements, est obtenue entre deux points quelconques de l'espace de simulation repérés sur le plan. En général, les trajets les plus pertinents nécessitant une analyse sont ceux des descendants, depuis les portes du tramway, jusqu'aux accès de sorties de la station.