

# Ritmi temporali nell'area di Châtelet-Les Halles

G.Melchiorre(\*), A.Bazzani(\*,#), M.Capriotti(\*)  
B.Giorgini(\*,#), G.Servizi(\*,#), S.Rambaldi(\*,#) G.Turchetti(\*,#)

(\*) Dipartimento di Fisica e Univesit di Bologna,

(#) INFN sezione di Bologna e Centro Intedipartimentale L.Galvani

## Abstract

In questo lavoro analizziamo le relazioni temporali tra i flussi di utenti registrati da contatori posti all'entrata e all'uscita di stazioni della metropolitana e della suburbana parigina nell'area di Châtelet-Les Halles. In particolare introduciamo una metodologia di confronto tra i flussi registrati nei giorni feriali dell'anno 2001 per mettere in evidenza quali sono i ritmi d'uso dell'area durante la settimana. Le relazioni temporali ottenute consentono una clusterizzazione dei contatori che viene discussa in base alla loro collocazione spaziale e al loro bacino di utenza. Inoltre evidenziamo le possibili correlazioni temporali esistenti tra i flussi della metropolitana con quelli della suburbana.

## Introduzione

La trasformazione post-fordista della città degli ultimi decenni ha fatto sì che la mobilità dei cittadini, in relazione alle diverse esigenze, sia *quantitativamente aumentata e qualitativamente cambiata*[1]. Le attività e i servizi sono sempre più ridistribuiti su tutto il territorio urbano in maniera capillare e questo da una parte porta a una maggiore fruibilità dei servizi, ma dall'altra scompaiono quei luoghi urbani ben definiti e delimitati, scenari di una mobilità urbana di tipo origine destinazione. Nasce un tipo di mobilità zigzagante che si snoda su tutto il tessuto urbano ed è interpretabile solo attraverso la presenza di aree urbane macroscopiche, sedi di molteplici attività calendarizzate che determinano le richieste di mobilità stesse dette *cronotopi* [2,3].

L'area di Parigi di Châtelet-Les Halles è un esempio particolare di cronotopo grazie alla presenza di attività e servizi di ogni genere aperti con orari diversi durante tutta la giornata e all'enorme flusso di persone che attraversa l'area durante il giorno (da 250.000 a 300.000 cittadini). Lo studio di quest'area risulta di estremo interesse per comprendere la mobilità nelle metropoli moderne.

I contatori posti alle entrate e alle uscite delle stazioni della RER e del Metrò forniscono informazioni sia sulla mobilità di transito nell'area che sulla mobilità di cittadini attratti dalle attività presenti nell'area stessa. I flussi misurati sono il risultato della sovrapposizione di vari tipi di mobilità sistematica e asistematica, che si possono analizzare attraverso lo studio di strutture temporali con caratteristiche di periodicità più o meno marcate [4]. Il naturale raggruppamento delle stazioni basato sulla loro vicinanza spaziale riesce a spiegare solo in parte le correlazioni temporali osservabili dai dati sperimentali. La presenza di differenze significative sia per il numero di utenti che per la forma della distribuzione temporale dei flussi, tra contatori vicini, mostra come le curve di flusso si possano considerare come degli indicatori della complessità soggiacente all'uso del territorio urbano durante il giorno, conseguenza non solo del mezzo di trasporto (RER o Metrò), ma anche delle caratteristiche sociologiche degli utenti, dell'accessibilità delle stazioni e delle attività o servizi presenti vicino alle stazioni. Queste osservazioni sperimentali sono in accordo con la necessità espressa anche in altri lavori [5] di considerare *modelli dinamici microscopici* e non più statici e macroscopici per la mobilità [6,7,8], che sappiano spiegare partendo da interazioni a piccola scala le strutture temporali emergenti

[9]. Il ruolo dei modelli dinamici sarà, a nostro avviso, di grande importanza per il raggiungimento dell'obiettivo di una mobilità sostenibile legata alla *governance* del territorio [1].

## Distribuzione delle stazioni nell'area di Châtelet-Les Halles

L'area di Châtelet-Les Halles è caratterizzata da una mobilità prevalentemente pedonale: grazie alla presenza di negozi e attività con orari diversificati durante l'arco della giornata si può considerare un forte centro attrattivo sia per la popolazione urbana sia per quella extra urbana, ovvero è un *cronotopo forte attivo 24 ore su 24*.

L'area è attraversata da quattro linee della metropolitana e da due linee della rete suburbana così che Les Halles oltre a essere un'area commerciale è anche un importante nodo di interscambio. I flussi analizzati sono stati registrati da contatori, detti *frullini*, posti in ogni stazione del Metrò e della RER. Questi frullini hanno registrato il numero di utenti che transita attraverso l'entrata o l'uscita di una stazione, in intervalli temporali di 10 minuti.

I frullini relativi alla suburbana (RER) e alla metropolitana (Metrò) hanno una collocazione spaziale molto diversa. Per entrambi i mezzi di trasporto sono stati analizzati i dati relativi a 13 frullini. I dati RER corrispondono a 9 stazioni distinte e per 4 stazioni sono stati registrati sia gli utenti in entrata sia quelli in uscita. I dati per il Metrò corrispondono a 13 stazioni distinte e hanno registrato solo i dati in entrata. Le linee della suburbana sono *RER-A*, che attraversa la città da Est a Ovest, e *RER-B*, che l'attraversa da Nord a Sud fino all'aeroporto *Aéroport Charles-de Gaulle*, si incrociano nell'area del mercato. I frullini possono essere raggruppati spazialmente in tre gruppi distinti, collocati rispetto al mercato uno a Ovest, uno a Sud e uno a Est. Quest'ultimo rappresenta un grosso nodo di interscambio tra le diverse linee della RER e del Metrò [10].

I frullini del Metrò sono distribuiti in un'area molto più ampia rispetto all'area di Les Halles e rispecchiano la struttura complessa e articolata della rete metropolitana che comprende le *linee 1, 3, 4, 7 e 14*. In questo caso possiamo raggruppare i frullini in due gruppi distinti. Un primo gruppo composto da due, 12M e 13M, posti a Nord di Les Halles, in corrispondenza di *Rue Rambuteau* (le stazioni corrispondenti sono indicate sulle diverse linee col nome di stazione di *Châtelet-Les Halles*). Un secondo gruppo costituito da tutti gli altri frullini (corrispondente alla stazione indicata col nome di *Châtelet* sulle diverse linee) ricopre l'area a Sud del mercato, tra Les Halles e la Senna. I frullini 1M e 2M sono posti vicino a *Boulevard de Sebastopol*. I frullini da 3M a 9M sono disposti lungo *Rue de Halles* e *Rue de Rivoli*, caratterizzate da una notevole mobilità pedonale e veicolare durante tutto il giorno per la presenza di molti negozi. I frullini 10M e 11M sono posti all'incrocio tra *Rue de Rivoli* e *Rue du Renard-Rue Beaugourg*. I frullini sono connessi tra loro da diversi passaggi sotterranei.

## Analisi dei flussi

Per ridurre gli effetti delle fluttuazioni all'interno del mese si è costruita una *settimana lavorativa media mensile* mediando i flussi giornalieri. Tenuto conto che i dati sono stati presi nel 2001, il mese di settembre è un mese particolare e presenta dei risultati anomali nell'analisi poiché la metropolitana è stata più volte chiusa per motivi di sicurezza. In questo modo si possono confrontare tra loro i flussi medi giornalieri relativi ai diversi giorni della settimana e analizzare le differenze nei ritmi d'uso dell'area tenendo conto delle differenze mensili. In base alla collocazione spaziale dei frullini si possono spiegare sia i valori quantitativi dei flussi registrati sia le eventuali correlazioni temporali esistenti tra i flussi di mobilità nell'area tra i flussi della RER e del Metrò.

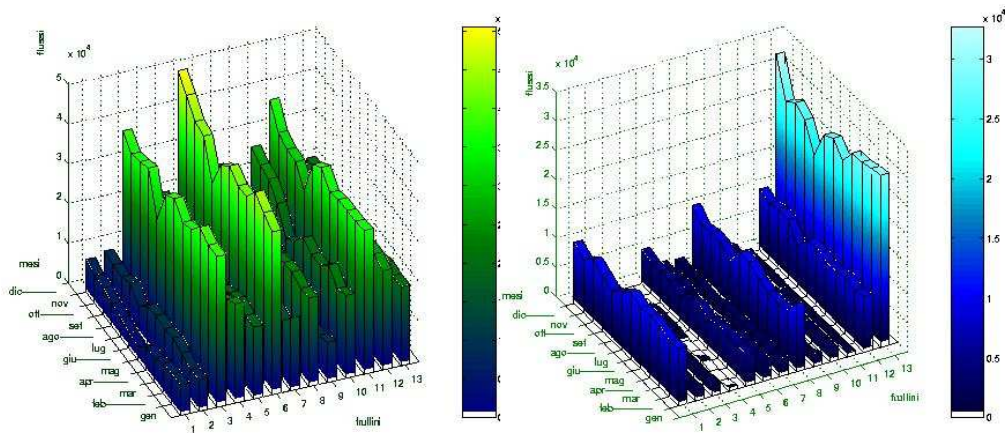


Fig.1 Flussi medi mensili registrati dai frullini della RER (sinistra) e del Metrò a destra durante il 2001: l'asse delle x indica i frullini, l'asse delle y indica i mesi dell'anno, l'asse delle z i flussi registrati.

Si può vedere che il flusso medio registrato da ogni frullino presenta delle regolarità durante l'anno (figura 1) sia per la RER (sinistra) sia per il Metrò (destra), ad eccezione di agosto, dove il flusso registrato può essere inferiore anche del 25% rispetto al flusso medio in concomitanza alle vacanze estive, e di dicembre, in cui il flusso tende ad aumentare, in maniera più evidente per la RER che per il Metrò con l'arrivo del periodo natalizio. I flussi dei frullini della RER e del Metrò presentano delle differenze significative a livello *quantitativo* e *qualitativo* interpretabili in base alla diversa scala spaziale dei bacini di utenza che al differente utilizzo dei due mezzi di trasporto[11]. Il numero di passeggeri che quotidianamente utilizzano la RER fluttua da 5.000-6.000, per i frullini 1RE e 2RE, a 50.000, per il frullino 6RE. Nel caso del Metrò il numero di passeggeri va da 100, per il frullino 4M, a 10.000 per i frullini 1M, 8M e 12M . Fa eccezione il frullino 13M che registra oltre 30.000 passaggi. Per un frullino il flusso può essere numericamente diverso da mese a mese ma resta però invariato in *forma*. Dunque la forma della distribuzione del flusso mensile caratterizza il frullino e dipende dal mezzo di trasporto [4]. La forma dei flussi registrati indica la presenza due tipologie di utenti: coloro i cui spostamenti si interpretano attraverso una mobilità sistematica, di tipo origine-destinazione, per esempio i cittadini lavoratori legati a un luogo di lavoro fisso e a un orario rigido, e coloro i cui spostamenti assumono una struttura *zigzagante*, *mobilità asistemica*, priva di luoghi precisi di destinazione, per esempio cittadini che lavorano nell'area con orari flessibili, turisti e i cosiddetti *city-users*[12]. Queste due tipologie di mobilità possono essere studiate attraverso la presenza o assenza di strutture periodiche nella forma del flusso. Se il flusso si presenta con uno o più massimi di ampiezza variabile ma ben localizzati, entro un intervallo di tempo che può essere compreso tra i 20 minuti e 1 ora, durante i diversi giorni feriali, si può ipotizzare che il tipo di mobilità coinvolta sia sistematica, ossia coinvolga pendolari che si recano nell'area e residenti che si spostano dall'area per motivi di lavoro o studio. Al contrario se il flusso si presenta come una gaussiana con un'ampiezza che si estende su tutto l'arco della giornata lavorativa, una forma di questo tipo può essere interpretata come indice di una mobilità asistemica legata ai city users, dove il massimo di flusso si raggiunge nel pomeriggio. In generale una possibile interpretazione della forma dei flussi si ottiene pensando a una sovrapposizione di tre curve gaussiane: una con ampiezza che si estende dalle 8:00 alle 19:00, con il massimo tra le 14.00 e le 15.00, e altre due più strette responsabili dei massimi localizzati al mattino e al pomeriggio. Per i frullini della RER i flussi presentano due massimi con un orario ben definito: un

massimo la mattina, che oscilla tra le 7:10 e le 7:30 e un massimo nel pomeriggio che oscilla tra le 17:00 e le 18:00. Questi due massimi possono essere tra loro numericamente confrontabili ma anche molto diversi. Nei casi in cui abbiamo i dati relativi sia all'entrata sia all'uscita dalla stessa stazione, si può osservare che il flusso degli utenti in entrata è speculare rispetto a quello degli utenti in uscita, la mobilità coinvolta è di tipo *sistematico*.

Al contrario un frullino del Metrò presenta un flusso come una singola gaussiana che si estende dalle 8:00 alle 19:00, toccando il suo massimo nel pomeriggio. L'assenza di massimi localizzati, ci porta a ipotizzare che la mobilità coinvolta sia prevalentemente *asistematica* a cui si sovrappone un flusso pendolare il pomeriggio. Traccia di mobilità sistematica sono talvolta identificabili da piccoli massimi la cui ampiezza non è confrontabile con quella del massimo principale. A volte in orari serali le curve di flusso presentano dei picchi localizzati con ampiezza dai 20 ai 40 minuti per i quali non si può definire nessuna periodicità ma potrebbero essere in relazione alle attività notturne saltuarie presenti nell'area.

Dopo una prima analisi macroscopica delle strutture temporali proprie dei flussi per poter confrontare tra loro le curve di flusso relative a due giorni feriali distinti e rintracciare delle differenze significative nell'uso dell'area, il flusso di un frullino è stato prima normalizzato, per compensare le variazioni di flusso registrate nei diversi giorni della settimana. Poi, per eliminare le fluttuazioni temporali e filtrare la struttura temporale principale, si è calcolata una media mobile del flusso su un intervallo temporale di 30 minuti, che risulta un compromesso ragionevole tra le necessità di compensare le fluttuazioni statistiche e non distruggere i cambiamenti significativi di flusso. Un intervallo di media più lungo avrebbe ridotto troppo il rapporto segnale/rumore nell'analisi [4]. Dal confronto dei dati di un singolo frullino relativamente a un giorno della settimana con gli altri giorni si sono osservate delle differenze settimanali nell'uso dell'area e si sono osservati delle differenze tra RER e Metrò. Si sono trovati dei risultati interpretabili in base all'attività lavorativa degli utenti, quali l'anticipo del venerdì pomeriggio e il ritardo del lunedì mattina che evidenziano delle differenze nell'uso della RER e del Metrò, e correlazioni temporali dei flussi in orari serali per quei frullini localizzati nei pressi di vie con attività notturne, che non mostrano differenze sostanziali tra RER e Metrò. L'anticipo del venerdì pomeriggio è probabilmente in relazione alla mobilità sistematica dei lavoratori pendolari che sfruttando la flessibilità dell'orario di lavoro offerta dalla settimana di 35 ore lavorative (allora in vigore), anticipano l'inizio del week-end o entrano nell'area per svolgere attività ricreative o di shopping. Il ritardo del lunedì mattina evidenziato dai frullini della RER può essere spiegato con motivazioni analoghe. Per il Metrò la componente sistematica della mobilità il mattino risulta meno evidente rispetto alla componente asistematica, per questo motivo il ritardo del flusso il lunedì mattina è difficilmente osservabile.

Un ulteriore confronto tra le curve di flusso relative ai due mezzi ha messo in evidenza delle correlazioni temporali tra i frullini del Metrò con quelli della RER mediante un anticipo o un ritardo di 20-30 minuti del massimo di flusso registrato da un frullino relativo ad un mezzo rispetto a quello registrato da un frullino relativo ad un altro mezzo. L'analisi in questo caso è stata fatta solo nel pomeriggio, visto che il Metrò raramente presenta dei massimi di flusso il mattino. Una differenza di 20-30 minuti tra i massimi di flusso si può considerare un ragionevole intervallo di tempo per andare da una entrata del Metrò ad una della RER, per esempio, mediante un mezzo di trasporto oppure a piedi visto l'estensione e la logistica dell'area presa in esame. Nel calcolo delle ricorrenze di tali relazioni temporali, che vanno da un minimo del 50% ad un massimo del 90%, si è scelto di escludere dalla statistica i mesi di gennaio, giugno, settembre e novembre poiché questi sono mesi in cui più difficilmente si riescono a trovare dei ritmi d'uso diversificati durante i diversi giorni della settimana.

## Risultati

I risultati dello studio delle regolarità e correlazioni temporali tra i flussi dei frullini nell'area di Les Halles hanno messo in evidenza tre tipologie di fenomeni: *fenomeni con una periodicità ben definita* che si può legare a una mobilità sistematica, osservati sia per la RER che per il Metrò, *fenomeni per i quali si ha una periodicità meno evidente*, quando la componente di mobilità sistematica è minore-piccola rispetto a quella asistemica, e dei *fenomeni aperiodici*, per i flussi legati a eventi saltuari presenti nell'area di Les Halles.

Nel primo caso rientra un anticipo significativo, di almeno 30 minuti, del massimo di flusso il venerdì pomeriggio rispetto a tutti gli altri giorni feriali che si può evidenziare in tutti i frullini, sia della RER sia del Metrò. Questo dimostra sia che il venerdì pomeriggio i lavoratori pendolari sistematicamente si recano nell'area o lasciano l'area di Les Halles anticipando l'orario usuale e che il venerdì pomeriggio nell'area di Les Halles vi sono degli utenti diversi rispetto agli altri giorni feriali. Un'indicazione in questo senso è il flusso totale registrato il venerdì pomeriggio che in molti casi risulta inferiore del 15%, a volte anche del 20%, rispetto al valore medio settimanale. Il fatto che frullini della RER, quali 4RE e 5RE non presentino la relazione di anticipo il venerdì pomeriggio in modo evidente durante tutto l'anno, consente di ipotizzare la presenza di una mobilità asistemica, di utenti che transitano nell'area e ne approfittano per usufruire delle attività presenti e trascorrervi più tempo. Ipotesi compatibile con l'anticipo osservato per il frullino 11RU, appartenente allo stesso gruppo. Per i frullini del Metrò distinguiamo due grossi gruppi: uno da 1M a 6M che non presenta alcuna relazione di anticipo il venerdì pomeriggio ed uno da 7M a 13M in cui l'anticipo del flusso registrato dai frullini si presenta almeno 8 mesi su 12.

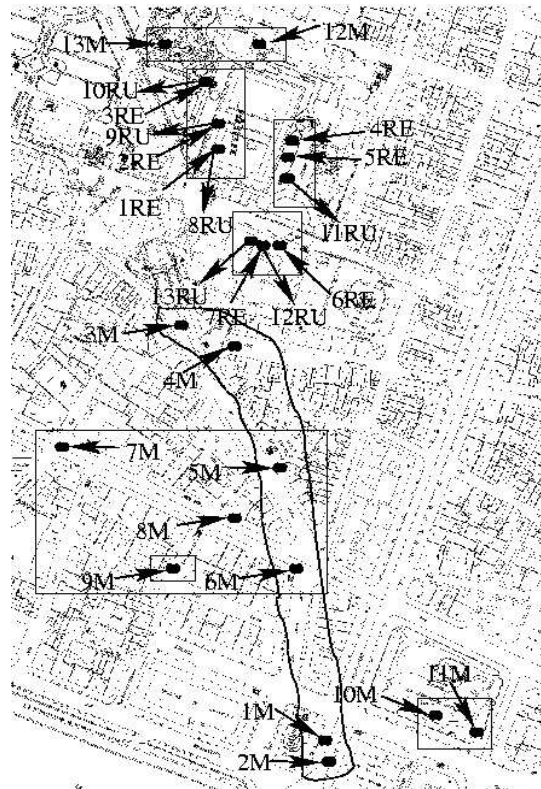
Il ritardo nel flusso di utenti il lunedì mattina si osserva solo per i frullini della RER per i quali la mobilità sistematica è prevalente e rientra nel secondo tipo di fenomeni. Si può supporre che il numero di utenti coinvolti nel ritardo del lunedì mattina sia relativamente piccolo rispetto al totale, infatti non si presenta sistematicamente in tutti i mesi. Degno di nota è l'aumento del flusso totale registrato dai frullini il lunedì superiore rispetto agli altri giorni che può essere del 20% in più. La presenza di un tale ritardo si può imputare alla possibilità di "estendere" il week-end offerta dalla flessibilità degli orari di lavoro.

Un esempio di flussi aperiodici è il flusso serale osservato in alcuni giorni feriali, in coincidenza di eventi eccezionali, come concerti o spettacoli di ogni genere, teatro o cinema, tale fenomeno si presenta per quei frullini posti vicino a strade con attività notturne. Questo ritardo si può manifestare attraverso uno spostamento del massimo di flusso oltre le 18:00, come per i frullini 7M, 8M e 9M, posti vicino a Rue de Rivoli dove è presente un'intensa attività commerciale, oppure, come per i frullini 4M e 10M, la curva di flusso presenta un ulteriore massimo molto evidente localizzato intorno alle 22:00 con una ampiezza al massimo di un ora.

Queste relazioni temporali ci consentono di proporre una clusterizzazione dei frullini in gruppi diversi da quelli definiti in base alla collocazione spaziale.

I frullini della RER localizzati in tre aree poste rispettivamente a Est, Ovest e Sud di Les Halles hanno una diversa funzionalità che si rispecchia nel valore numerico del flusso registrato e nella forma (figura 1). Il valore numerico del flusso registrato dai frullini di uno stesso gruppo può essere simile, come per i frullini 1RE e 2RE, o molto diverso come per i frullini 1RE e 3RE o 6RE e 7RE, dove il rapporto può essere anche di 1 a 5. La preferenza di un'entrata o un'uscita rispetto alle altre si spiega a volte in base alla collocazione dei frullini nel tessuto urbano in relazione all'accessibilità o meno ai servizi che l'area offre. Il frullino 6RE posto nel gruppo che presenta il flusso principale d'entrata nell'area di Les Halles presenta il flusso maggiore di tutti i frullini della RER in quanto è quello che raccoglie, in superficie, il

flusso turistico proveniente dal vicino Museo di Pompidou. I flussi complessivi nei tre gruppi sono tra loro confrontabili (70.000-80.000 passaggi) e comunque, anche se ridistribuiti in maniera diversa, dentro lo stesso gruppo la somma dei flussi in entrata è confrontabile con quella dei flussi in uscita: per esempio, la somma dei flussi dei due frullini 4RE e 5RE è uguale a quella del singolo frullino 11RU.



*Fig.2 Mappa dei frullini nell'area di Les Halles, sono messi in evidenza i diversi clusters che si formano tra i frullini dei due mezzi in relazione alla loro localizzazione spaziale e alle strutture temporali caratteristiche di ogni frullino, i numeri dei frullini sono gli stessi indicati in figura 1.*

In base all'analisi temporale fatta i frullini della RER si possono suddividere in due gruppi (figura 2): uno contenente i frullini 4RE, 5RE e 11RU, caratterizzati da una mobilità prevalentemente asistematica dovuta a city-users in transito, e uno contenente tutti gli altri, con una mobilità più sistematica. Il primo gruppo raccoglie il flusso interno dell'area di Les Halles di utenti in transito nell'area, per cambiare mezzo o soffermarsi nell'area stessa. Il secondo gruppo segna il flusso connesso con la struttura urbana superficiale, in particolare i frullini del gruppo Sud.

I frullini del Metrò in base alla loro collocazione spaziale sono stati raggruppati in due clusters che ora in base alle relazioni temporali diventano quattro (figura 2).

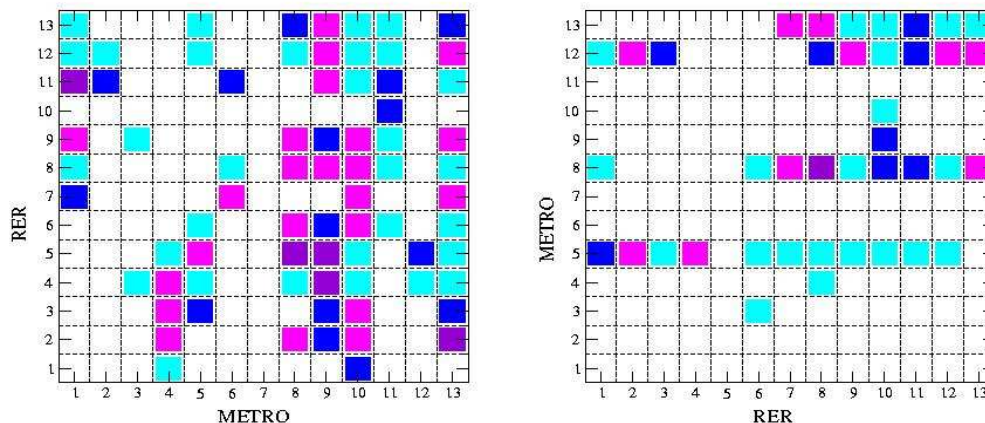
Il primo cluster è formato dai frullini 12M e 13M a Nord di Les Halles. La distribuzione del flusso che transita attraverso il frullino 12M è bimodale, indice di una mobilità sistematica, mentre il valore numerico di sole 10.000 persone è piccolo rispetto alle 50.000 che transitano nel vicino frullino 6RE della RER. L'elevato numero di utenti che transita attraverso il frullino 13M è probabilmente imputabile alla posizione mentre la forma del flusso è quella tipica di una mobilità asistematica.

Il secondo cluster è formato dai frullini 1M, 2M, 3M, 4M, 5M e 6M disposti lungo la direttrice di Rue de Halles. I valori numerici del flusso possono essere molto diversi anche tra frullini spazialmente

vicini tra loro, come per i frullini 1M e 2M. In questo caso, attraverso il frullino 1M, gli utenti possono accedere alla stazione della RER a Les Halles in modo diretto usando un tappeto elettronico scorrevole, mentre l'accesso attraverso il frullino 2M avviene solo in modo indiretto. Lo stesso si può dire per il frullino 6M frullino probabilmente scelto perché permette di raggiungere la RER attraverso un collegamento nel sottosuolo, molto usato durante il periodo invernale. I frullini 4M e 5M a differenza degli altri presentano una tipica distribuzione bimodale, indice di una mobilità sistemica che li differenzia dagli altri frullini.

Il terzo cluster è formato dai frullini 6M, 7M, 8M e 9M con un flusso di utenti mediamente superiore agli altri, se si esclude il 13M, probabilmente perché registrano il flusso che in superficie interessa Rue de Rivoli, strada molto affollata e piena di negozi. Tra questi ve ne sono alcuni che permettono di accedere solo alla metropolitana, come 8M e 9M, e altri che permettono di raggiungere la stazione della RER a Les Halles, 6M e 7M. La forma del flusso è ancora quella tipica di una mobilità asistemica. L'ultimo cluster è formato dai frullini 10M e 11M la cui mobilità è influenzata dalla vicinanza dell'incrocio tra Rue de Rivoli e Rue du Renard-Rue Beaubourg, strade con una elevata mobilità notturna, i flussi presentano spesso dei massimi rilevanti nelle ore serali.

In base a questa clusterizzazione se si confrontano le curve di flusso dei frullini attraverso cui si accede al Metrò con quelli attraverso cui si accede alla RER emerge in modo chiaro che sono proprio quei frullini con una evidente componente di mobilità sistemica a presentare una correlazione temporale tra i flussi relativi ai due mezzi. Nella figura 3 la presenza di una colonna o una riga occupata denota una possibile correlazione temporale di un frullino di un mezzo con quelli dell'altro mezzo.



*Fig.3 A sinistra anticipo dell'orario del massimo di flusso dei frullini del Metrò (asse delle x) rispetto a quelli della RER (asse delle y) il lunedì pomeriggio. A destra anticipo dell'orario del massimo di flusso dei frullini della RER (asse delle x) rispetto a quelli del Metrò (asse delle y). La scala cromatica usata va da un minimo del 50% (chiaro) ad un massimo del 90% (scuro), i numeri dei frullini sono gli stessi indicati sia in figura 1 che figura 2.*

Nella figura 3 a sinistra si riporta l'anticipo di 20-30 minuti del picco di flusso nei frullini del Metrò (asse delle x) rispetto a quelli della RER (asse delle y) per un giorno ferialo. Si vede che i frullini 4M e 5M presentano un anticipo rispetto alle entrate della RER, da 1RE a 7RE, e vista la loro collocazione spaziale si può dedurre una correlazione temporale tra i flussi. Analogamente i frullini 8M, 9M, 10M e il frullino 13M presentano un flusso molto correlato con quello dei frullini della RER.

Nella figura 3 a destra sono riportati gli anticipi dei frullini della RER rispetto a quelli del Metrò. Si può ipotizzare che ci sia una correlazione tra il flusso in uscita dalle stazioni della RER, da 8RU a

13RU, e quello in entrata alle stazioni del Metrò in particolare per i frullini 5M e 12M, entrambi con una distribuzione bimodale, tipica di una mobilità sistematica. Se si ripete l'analisi per gli altri giorni, per il venerdì, per esempio, si vede che i frullini 8M, 9M e 12M sono in anticipo rispetto a quelli della RER. Considerando che entrambi i gruppi, della RER e del Metrò, presentano un anticipo evidente del venerdì pomeriggio rispetto agli altri giorni della settimana si può ipotizzare una correlazione tra questi flussi. Per quei frullini del Metrò che non presentano un anticipo il venerdì pomeriggio, come per esempio i frullini da 1M a 5M si osserva un ritardo di 20-30 minuti rispetto alle uscite dalle stazioni della RER, che si può interpretare come una permanenza maggiore degli utenti nell'area.

## Conclusioni

I risultati dello studio dei flussi registrato alle stazioni della RER e del Metrò hanno rivelato fenomenologie di mobilità sistematica e asistematica spiegabili con i modi d'uso del territorio urbano e dei mezzi di trasporto collettivo e la flessibilità degli orari di lavoro. La consistenza dei flussi giornalieri registrati nell'area di Châtelet-Les Halles rende ragionevole estendere le considerazioni fatte alla popolazione di Parigi che utilizza la metropolitana. Inoltre la forte componente di mobilità asistematica osservata è una forte indicazione del carattere cronotopico dell'area di Châtelet-Les Halles. Un'applicazione delle metodologie sviluppate ai flussi delle stazioni di tutta l'area di Parigi che sono quotidianamente registrati, potrebbe diventare un potente strumento per comprendere le nuove forme di mobilità e mettere a punto nuovi modelli teorici.

## Ringraziamenti

*Gli autori desiderano ringraziare la Prof.ssa Sandra Bonfiglioli, l'Arch. Stefano Stabilini e il Prof. Marco Albini della Facoltà di Architettura del Politecnico di Milano per le molte e stimolanti discussioni che hanno contribuito a questa analisi. Desiderano, inoltre, ringraziare la RATP di Parigi per aver messo a disposizione i dati.*

## Bibliografia

- [1] *Forum Internazionale sulla mobilità sostenibile nelle aree metropolitane*, Verona 23-24 ottobre 2003.
- [2] Bonfiglioli S. (1997) *Che cos'è un cronotopo*, in "Il tempo e la città tra natura e storia. Atlante dei progetti sui tempi della città" a cura di S. Bonfiglioli S. e M. Mareggi, Urbanistica Quaderni INU, Roma, pag. 90.
- [3] Giorgini B. (1997) *Il tempo del caos*, in "Il tempo e la città tra natura e storia. Atlante dei progetti sui tempi della città" a cura di S. Bonfiglioli e M. Mareggi, Urbanistica Quaderni INU, Roma, pag.325.
- [4] G. Melchiorre, A. Bazzani, M. Capriotti, B. Giorgini, S. Rambaldi, G. Servizi, G. Turchetti (2004) *Relazioni temporali tra flussi di mobilità metropolitana nell'area di Châtelet-Les Halles*, in corso di pubblicazione su "T&T".
- [5] Batty M. (1971) *Modeling cities as dynamic systems*, in "Nature", 231, pag. 425.
- [6] A. Bazzani, B. Giorgini, G. Servizi, G. Turchetti (2003) *A chronotopic model of mobility in urban spaces*, in "Physica A", 325, pag. 517-530.
- [7] A. Bazzani, M. Capriotti, B. Giorgini, G. Servizi, G. Turchetti, G. Melchiorre, S. Luccardi, M. Zaoli (2003) *Un modello per la mobilità asistematica nel Centro Storico di Rimini*, in "T&T",4, pag. 141-149.
- [8] B.Giorgini, G. Melchiorre *La fisica della città Mobils: un laboratorio virtuale per una mobilità sostenibile*, in corso di pubblicazione su "Sapere-agosto 2004", pag.48-56.

[8] D.Helbing (2001) *Traffic and related self-driven many-particle systems*, "Reviews of Modern Physics", 73.

[9] S. Stabilini (2001) *Cronomappe*, in "Territorio",18.

[10] Bonfiglioli S. (1997) *Le politiche dei tempi urbani*, in "Il tempo e la città tra natura e storia. Atlante dei progetti sui tempi della città " a cura di S. Bonfiglioli e M. Mareggi, Urbanistica Quaderni INU, Roma, pag.9.

[11] Martinotti G. (1997) *Metropoli: la nuova morfologia sociale della città*, Il Mulino edit. Bologna.