Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Les Rencontres de la MOBILITÉ INTELLIGENTE

PARIS • BEFFROI DE MONTROUGE • 26-27 JANV. 2016

L'indice de Gini pour évaluer la régularité d'une ligne de bus à partir des données issues de l'Open Data

Neïla BHOURI, Maurice ARON, Gérard SCEMAMA, Mustapha TENDJAOUI

IFSTTAR - COSYS - Grettia

Fiabilité du temps de parcours, pourquoi ?

Opérateur

- connaitre les performances pour bien gérer le réseau
- optimiser au quotidien les actions de régulation et d'information au regard des moyens disponibles et du contrat

Usager

- Facteur déterminant pour le choix du mode de transport,
  pour le choix de l'itinéraire

Autorité organisatrice

- Investir dans un transport attractif,
- Réduire la présence de la voiture dans les villes, …
- gestion du contrat d'exploitation et pour identifier / hiérarchiser les investissements à programmer sur le réseau

PRATIQUES :

Que mesure-t-on ?

- La régularité ➔ exploitation par intervalle fréquence < à 7 ou 10 min
- La ponctualité ➔ exploitation selon un horaire affiché.
- la disponibilité ➔ taux de réalisation des services qui ont été programmés. Les causes sont généralement enregistrées: causes internes (pannes, mouvements sociaux) ou externes à l'exploitation (congestion, …).

PRATIQUES 1: En France

Norme européenne « qualité de service » EN 13 816

% de passagers concernés par des services qui n’arrivent pas avec un intervalle qui dépasse de 2 ou 3 minutes celui annoncé.

% de passagers concernés par des services qui n’ont pas plus de 3 ou 5 min de retard et une minute d’avance.

Le pourcentage minimum requis par la norme est 80%, il peut être de 90% voire 95 % selon le souhait de l’AO.

D’autres indicateurs adaptées pour visualiser la variabilité des temps de parcours sont utilisés mais ces données restent en général confidentielles ou internes à l’entreprise exploitante ou l’autorité organisatrice.

PRATIQUES 2

International Bus Benchmarking Group (IBBG):

TABLE 1 Summary of Regularity Indicators in use by IBBG Bus Operators - 2009

Bus Operator	Regularity Indicator Type	Definition of Service Regularity (i = scheduled headway)
Barcelona TMB	Wait Assessment	i-1 to i+3
Brussels STIB	Wait Assessment	i to i+2
Dublin Bus	None, measures on time terminal departures	NA
Los Angeles LACMTA	None, measures en route on time performance	NA
Lisbon Carris	Service regularity	i-20% to i+20%
London Buses	Excess Wait Time	Route dependant minimum performance, EWT: 0.5 - 2 *(8)*
Milan ATM	Wait Assessment	i-3 to i+3
Montreal STM	None, measures en route on time performance	NA
New York NYCT	Wait Assessment	i to i+3 (peak), i to i+5 (off-peak)
Paris RATP	Wait Assessment	i to i+2
Singapore SMRT	Wait Assessment	i-5 to i+5
Sydney Buses	None, measures on time terminal departures	NA
Vancouver CMBC	Wait Assessment / Service regularity	i-2 to i+4, i-20% to i+20%

Trompet et al. 2010

Indicateurs

Coefficient de variation (Headway adherence):

$$\mathrm{CoV_D} = \frac{\text{The standard deviation of headway deviations}}{\text{the average of scheduled headways}}$$

Temps d'attente moyenne (Average Waiting time)

$$AWT\left(Observed\right) = \frac{H}{2}(1 + CoV_O^2) = \frac{\sum_{i=1}^{N} h_i^2}{2\sum_{i=1}^{N} h_i}$$

Temps d'attente excessive (Excess Waiting time)

EWT = AWT (Observed) – AWT (Scheduled)

Indice d'irrégularité (Irregularity index)

$$IR = \frac{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(h_i^2)}{(\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} h_i)^2}$$

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable
et de l'Énergie

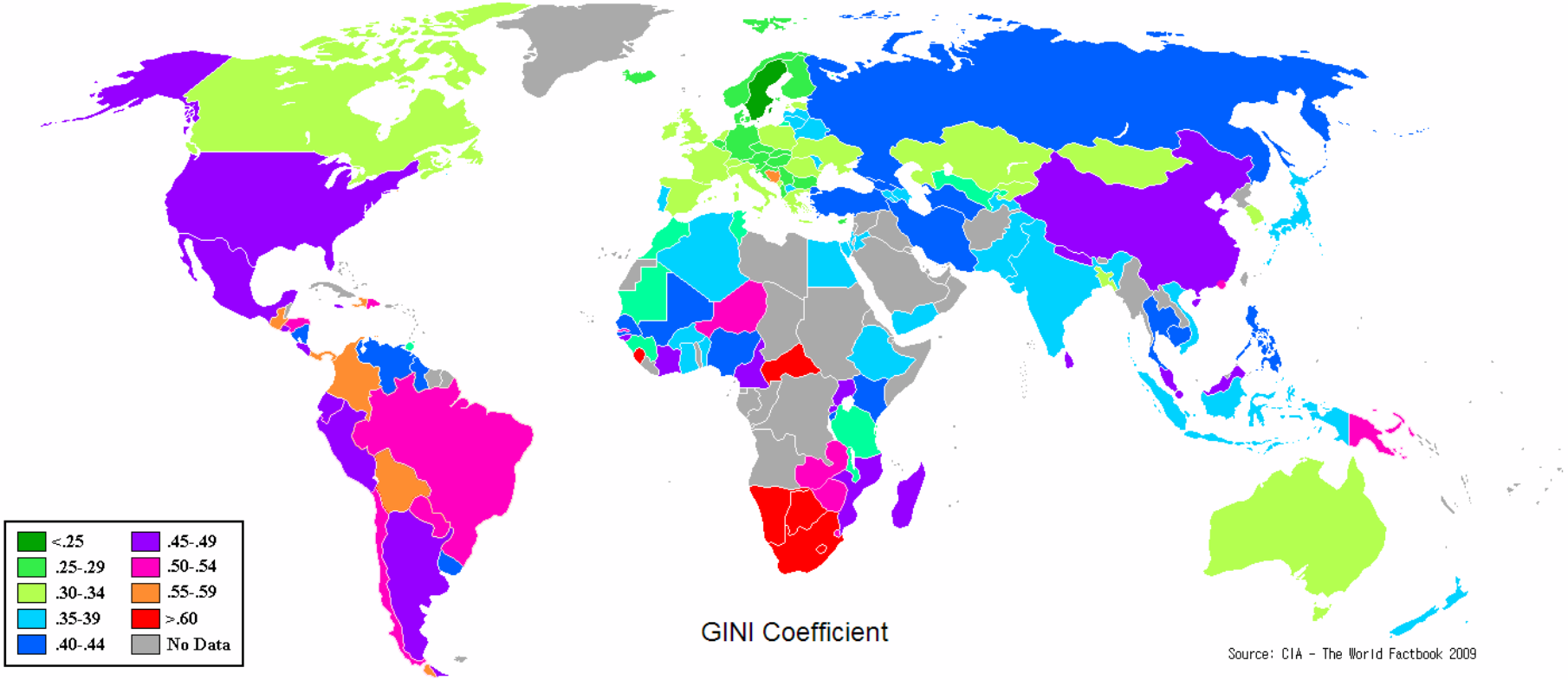
Les Rencontres de la
MOBILITÉ INTELLIGENTE

PARIS • BEFFROI DE MONTROUGE • 26-27 JANV. 2016

L'indice de GINI
indicateur de qualité de service ?

Indice de Gini

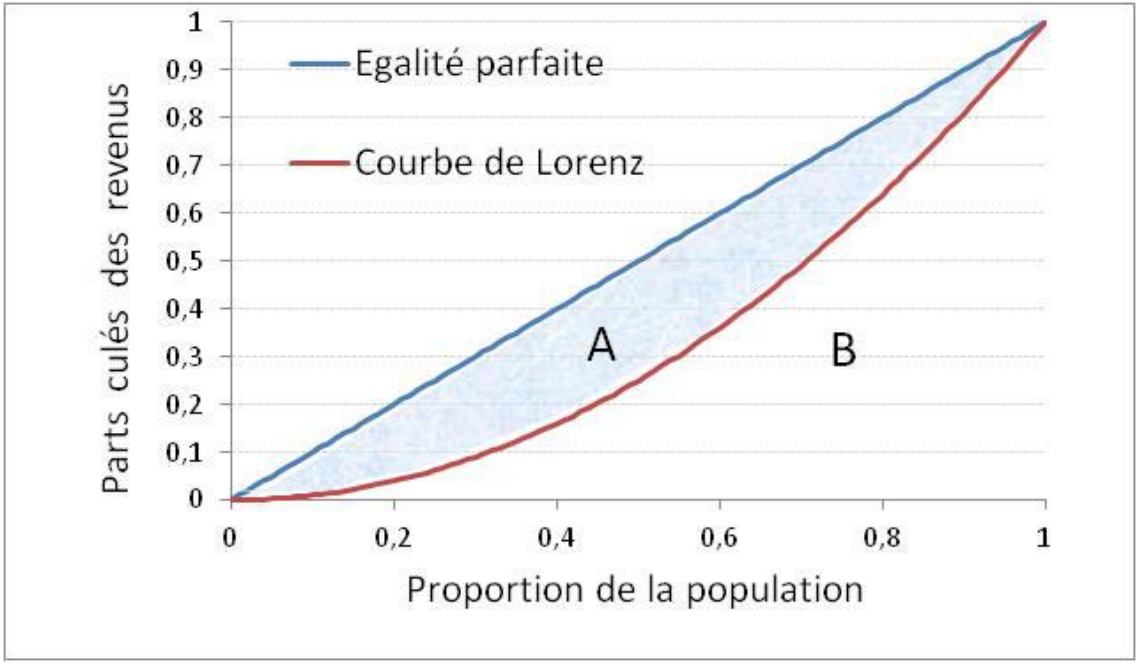
Un indicateur synthétique d'inégalité utilisé par les économistes pour évaluer l'égalité des revenus, des niveaux de vie, des couvertures médicales, …



National income equality around the world as measured by the national Gini coefficient

Indice de Gini et courbe de Lorenz

Le coefficient de Gini se calcule par rapport à la fonction dont la représentation graphique est **la courbe de Lorenz** qui associe à chaque part de la population touchant un revenu classé par ordre croissant, la part que représente ses revenus:



$$Gini = 2\int_0^1 L(X)dX$$

$$\text{Gini} = \frac{A}{A+B} = 2*A$$

$$Gini = \frac{2\sum_{i=1}^{N}(h_i - H).i}{N^2.H}$$

Indice de Gini seul intéressant mais !

Exemples de valeurs sur des séries de données de 15 lignes de bus de la ville de Bruxelles

Line	Mean_S	Mean_O	Gini_S	Gini_O	Gini_R	STD_S	STD_O	COV_S	COV_O	Wait_S	Wait_O
L1	8.2	9.94	0.81	0.7	0.77	3.26	5.25	0.4	0.53	4.75	6.36
L2	8.95	8.27	0.83	0.71	0.76	2.88	4.39	0.32	0.53	4.94	5.3
L3	9.02	8.72	0.8	0.68	0.74	3.4	5.21	0.38	0.6	5.15	5.92
L4	10.47	11.18	0.77	0.72	0.76	4.33	5.58	0.41	0.5	6.13	6.98
L5	10.88	11.8	0.74	0.7	0.76	5.11	6.26	0.47	0.53	6.64	7.56
L6	11.39	10.68	0.89	0.89	0.88	2.94	2.27	0.26	0.21	6.07	5.58
L7	12.52	10.76	0.85	0.89	0.91	3.43	2.23	0.27	0.21	6.73	5.61
L8	12.8	14.8	0.84	0.97	0.94	4.01	1.1	0.31	0.07	7.03	7.44
L9	13.79	10.14	0.88	0.84	0.85	4.6	3.12	0.33	0.31	7.66	5.55
L10	13.92	14.42	0.85	0.75	0.79	4.35	6.56	0.31	0.46	7.64	8.7
L11	14.33	14.45	0.9	0.79	0.81	2.84	5.4	0.2	0.37	7.45	8.23
L12	14.44	15.6	0.85	0.73	0.81	5.02	7.91	0.35	0.51	8.09	9.81
L13	16.71	16.82	0.84	0.81	0.93	5.23	5.61	0.31	0.33	9.18	9.35
L14	19.78	19,00	0.95	0.89	0.92	1.66	3.92	0.08	0.21	9.96	9.91
L15	21.41	21.67	0.94	0.99	0.99	3.26	0.52	0.15	0.02	10.95	10.84

Avantage de l'indice de GINI

- **Se base sur le courbe de Lorenz**
  - ➔ permet une visualisation graphique
  - ➔ analyse détaillée des intervalles

- **Données normalisées**
  - ➔ indépendance de la longueur des intervalles
  - ➔ permet la compararison entre plusieurs lignes ou plusieurs arrets d'une même ligne.

➔ Faire une cartographie de la ligne, étudier l'impact de certains facteurs: congestion, point de départ, terminus, ….

Applications aux transports en commun

Axe des Y, le revenu est remplacé par:

1er Cas: **l'intervalle théorique**

➔ **équité du temps d'attente**

2ème Cas: **le ratio {réel/ théorique}**

➔ **respect de la planification**

Axe des X, la population est remplacée par:

1er Cas: nombre d'intervalles sur toute une ligne

➔ **évaluation de la totalité de la ligne**

2ème Cas: nombre d'intervalles à un arrêt

➔ **évaluation au niveau des arrêts**

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable
et de l'Énergie

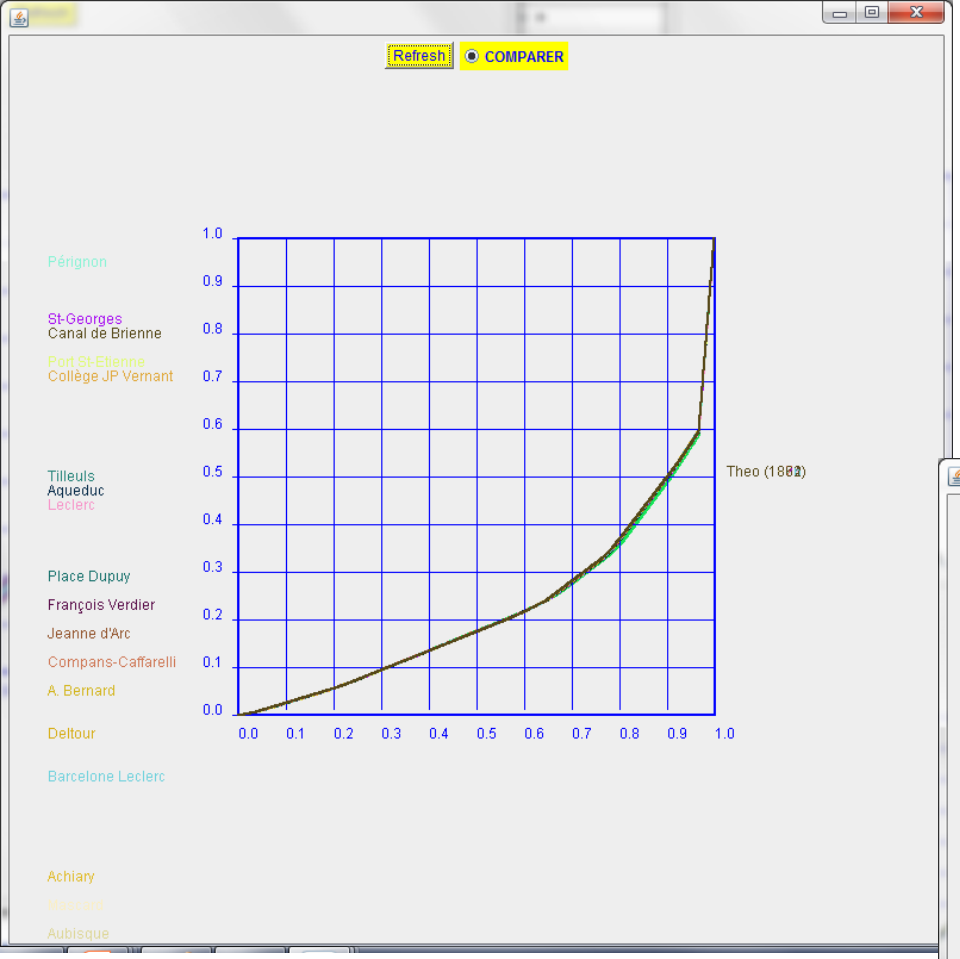
Les Rencontres de la
MOBILITÉ INTELLIGENTE

PARIS • BEFFROI DE MONTROUGE • 26-27 JANV. 2016

Utilisation dans Claire-Siti Open data de Toulouse

Exploitation de l'open data de Toulouse Métropole via la plateforme ClaireSITI

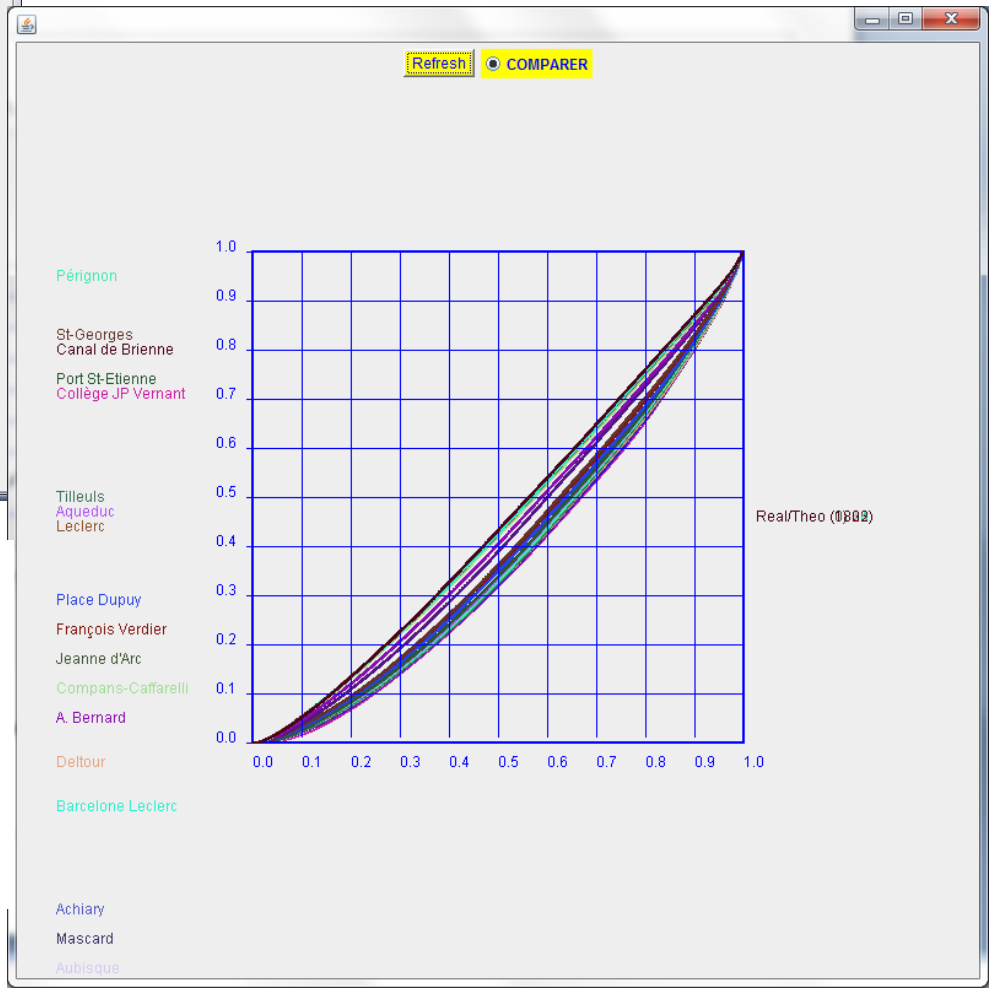
- Description du Transport en Commun (Bus, Tram, Metro) (SIG, GTFS)
- Données sur les horaires théoriques (TRIDENT)
- Données temps réel sur les horaires prévus
- Suivi en temps réel à travers des indicateurs :
  - « Headway » : Ecart relatif intervalles prévus et théoriques,
  - « HeadwayVariation : coefficient variation des intervalles
  - Indice de Gini



Indice de Gini appliqué aux:

-Intervalles Théoriques: courbes identiques pour tous les arrêts.

- Rapports {Réel/Théorique} ➔ variabilité suivant les arrêts



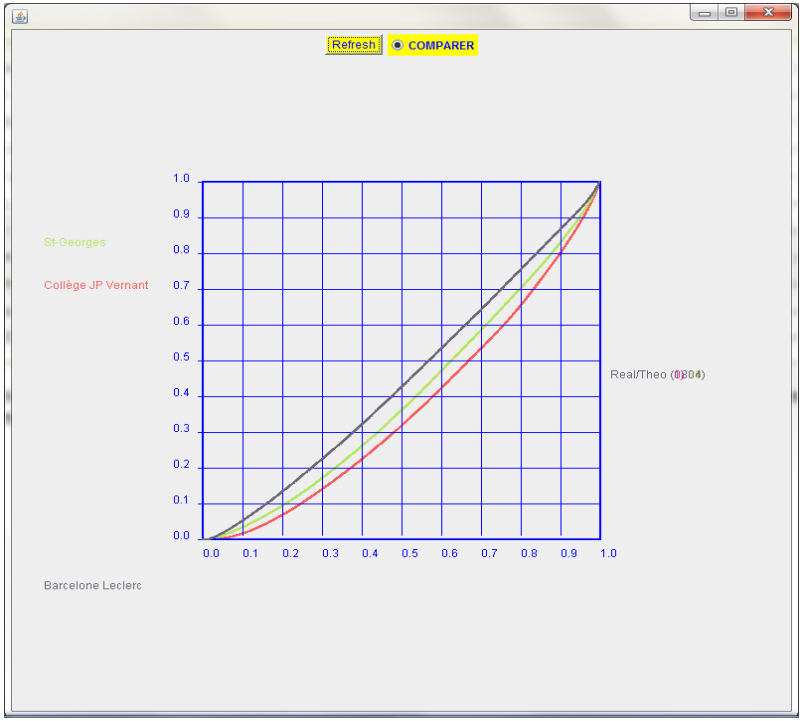
Indice de Gini appliqué aux intervalles théoriques ou intervalles réels = **indicateur de l'égalité de l'attente entre les usagers**

➔ **Pas intéressant pour les opérateurs**

Ligne L16

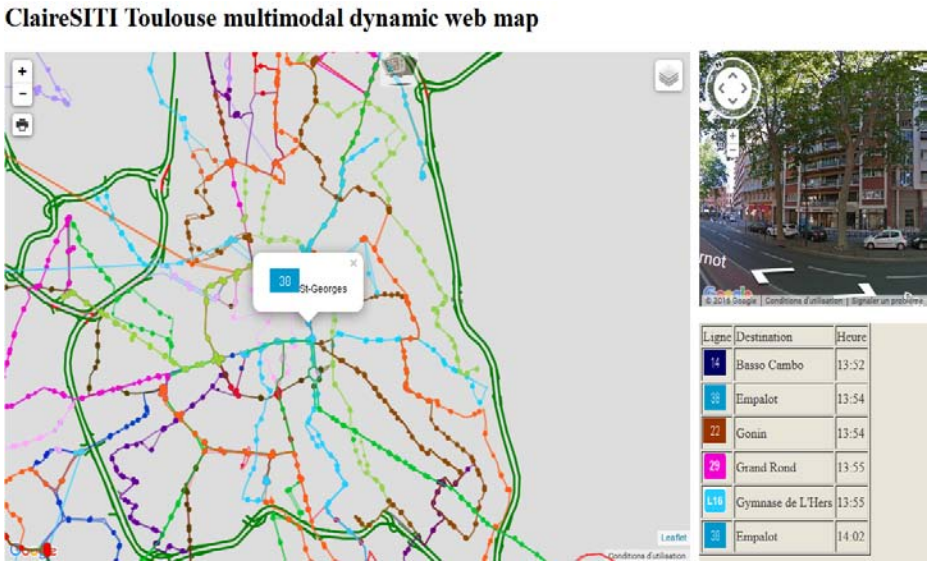
le Vendredi 6 Nov. Ponts_Jumeaux➔Gymnase :

Les intervalles entre bus sont respectés jusqu'au 5ème arrêt, le problème apparait entre Jaurès et St-Georges et s'aggrave jusqu'au terminus.

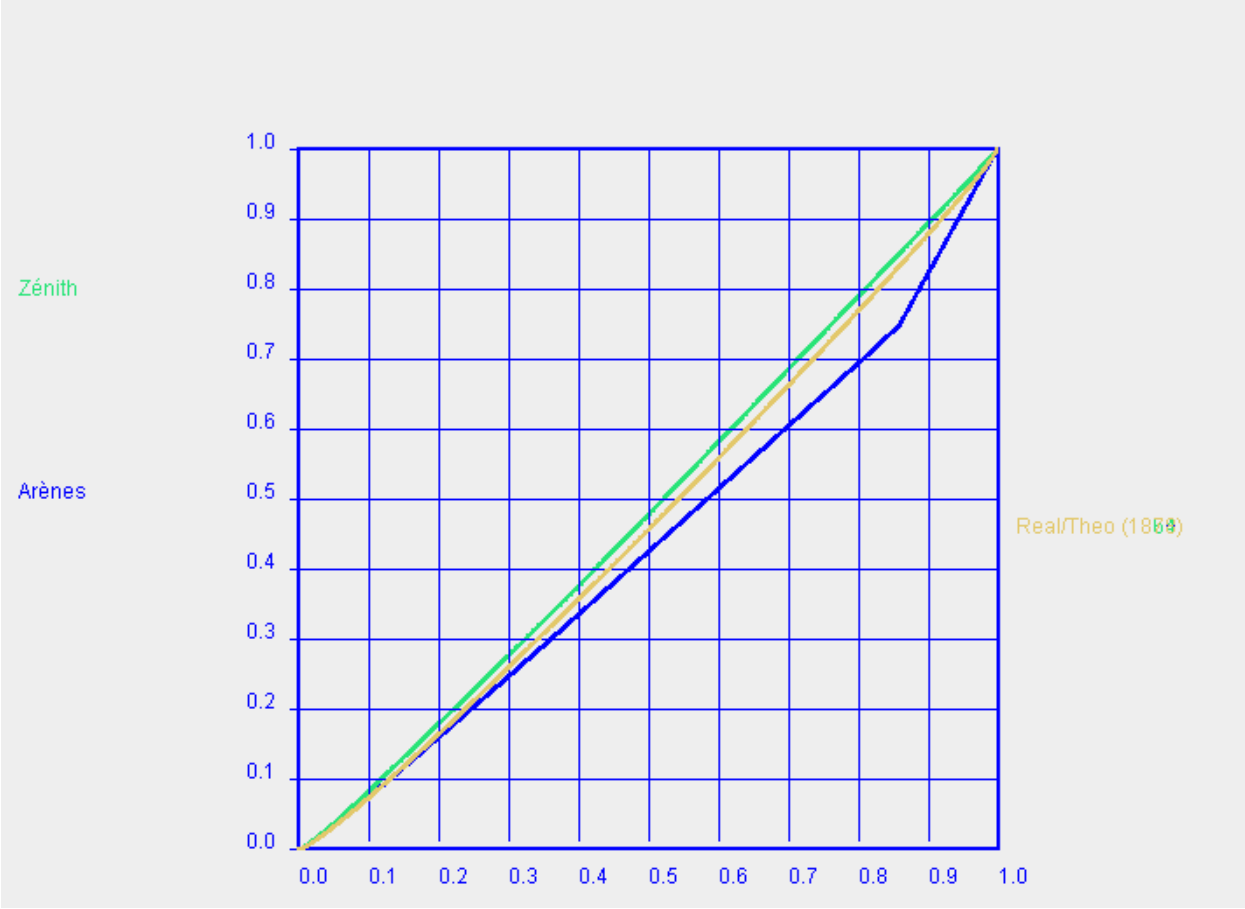


Analyse des intervalles à l'arrêt St-Georges:

- 20% des bus ayant les ratios les plus courts ne correspondent qu'à 10% des ratios cumulés ➔les intervalles étaient divisés par 2 en moyenne)
-a 60% des bus, qui correspondent à 60% des ratios cumulés ➔les intervalles réels correspondent aux intervalles théoriques)
-20% des bus dont les ratios sont les plus élevés; ils correspondent à 30% des ratios cumulés, comme si les intervalles réels étaient 1,5 fois plus élevés que les intervalles réels.



Tramway T1 Dimanche 8 Novembre
Départ à Arènes ➔ Aéroconstellation



problème au départ, à Arènes (15% des intervalles trop longs). Problème résorbé dès la station suivante. Ligne reste régulière sur tous les arrêts

Les Rencontres de la MOBILITÉ INTELLIGENTE
PARIS • BEFFROI DE MONTROUGE • 26-27 JANV. 2016

Conclusion

- Indice de Gini indicateur d'équité qui peut être appliqué à l'analyse de la régularité de ligne de transport en commun
- Il permet la comparaison de la régularité en plusieurs lignes de bus ou entre plusieurs arrêts pour une même ligne.
- Les données Open Data représente un progrès car permet l'accès aux données temps réel
- … mais encore besoin des données fines du SAEIV (i.e. positions des véhicules)