

The background of the slide is a photograph of the interior of a train. The focus is on a row of orange, textured fabric seats. The seats are arranged in a perspective that leads towards the back of the train. The lighting is warm and slightly dim, typical of a train carriage. The text is overlaid on a semi-transparent dark grey rectangular area.

# Technologies des transports

## Transport des personnes

**Résumé** | Les systèmes de transport  
CIV6707A

Par Pierre-Léo Bourbonnais

Référence principale: VUCHIC, Vukan R. *Urban Transit Systems and Technology*, 2007

Chapitres 2 & 5 à 10

# Systemes de transport collectif

## Priorité de passage / *Right of way (ROW)*

*Niveau de service, capacité, vitesse*



### Catégorie C

- ▶ **circulation mixte**
- ▶ **voies réservées** optionnelles
  - ▶ **signalisation ou lignes** sur la chaussée
- ▶ Exemples:
  - ▶ tramway sur chaussée partagée
  - ▶ voies réservées pour autobus urbains

### Catégorie B

- ▶ **voies séparées physiquement** (barrière, bordure, dénivelé, etc.)
- ▶ **en site propre**
- ▶ **intersections partagées**
  - ▶ **signalisation prioritaire** (*souvent*)
- ▶ **peut approcher/atteindre la vitesse des déplacements voiture**
- ▶ Exemples:
  - ▶ SLR / LRT (*nouveau tramway*)
  - ▶ SRB / BRT (*service rapide par bus*)

### Catégorie A

- ▶ priorité de passage **entièrement contrôlée et exclusive**
  - ▶ possibilité de **traverses mais entièrement prioritaires** (trains de banlieue/régionaux)
- ▶ **en site propre**
- ▶ **accès interdit à tout autre véhicule ou personne**
- ▶ **peut atteindre/dépasser la vitesse des déplacements voiture**
- ▶ Exemples:
  - ▶ tunnel, (métro)
  - ▶ aérien (sky train)
  - ▶ chemins de fer régionaux

*Niveau de service, capacité, vitesse*



# Modes sur rue • Bus

## Caractéristiques

### Avantages

- ▶ faible coût d'investissement
- ▶ flexibilité (changements de routes, d'arrêts, detours...)
- ▶ implantation rapide
- ▶ les véhicules les plus économiques entre 15 et 60 passagers par unité

### Avantage ou inconvénient selon le contexte

- ▶ faible influence sur l'aménagement urbain

### Désavantages

- ▶ sensibles à la congestion (catégorie C)
- ▶ faible identité (image)
- ▶ capacités limitées
- ▶ automatisation impossible
- ▶ optimisation de la main d'œuvre difficile/impossible
- ▶ pollution, bruit
- ▶ dimensions régies par des lois

## 3 types

### Bus conventionnel

- ▶ catégorie C, circulation mixte/partagée
- ▶ adéquat pour service local
- ▶ non compétitif avec l'auto (vitesse, confort, etc.)
- ▶ Amérique du Nord | souvent perception à l'avant seulement et arrêts à chaque intersection
  - ▶ embarquements plus lents
  - ▶ vitesses commerciales ↓

confusion fréquente

### BTS (*Bus transit system*)

- ▶ **catégorie C améliorée**
- ▶ optimisation et intégration des lignes
- ▶ traitement préférentiel (voies réservées...)
- ▶ applicable presque partout

### SRB / BRT (*Service rapide par bus*)

- ▶ **catégorie B**
- ▶ véhicules à haute performance
- ▶ meilleure image
- ▶ capacités plus élevées
- ▶ traitement prioritaire marqué
- ▶ coûts d'implantation élevés
- ▶ pas applicable partout

# SRB / BRT • Service rapide par bus

## 6 critères essentiels pour succès

1. Priorité de passage de **catégorie A ou B en site propre non partagée** avec taxis ou véhicules à plusieurs passagers
2. **Fréquence régulière durant toute la journée et service fiable**  
**Pointe: 5 min max** • **Jour: 10 min max** • **Soir: 15 min max**
3. **Perception en station avant l'entrée dans le bus** (stations protégées et espacées de 300 à 600 m en ville-centre, un peu plus en périphérie)
4. **Design des bus distinct, accès horizontal, grand nombre de voies d'accès**  
(**moins de 20 passagers par voie d'accès**)  
STM actuel: 60 à 120 par voie d'accès car porte avant seulement
5. **Traitement prioritaire à toutes les intersections**
6. **Information dynamique aux passagers + localisation en temps réel des véhicules**

# Modes sur rail

## Avantages et inconvénients des systèmes sur rail

- ▶ **Très faible résistance de roulement (~ 10 × moins que sur pneus) ⇒** consommation d'énergie / tonne la plus faible de toutes les technologies de transport collectif
- ▶ **Permet des grandes vitesses sécuritaires (TGV)**
- ▶ **Durabilité de l'infrastructure/rails (maintenance ↓)**
- ▶ **Peut faire face à des conditions météorologiques variées (plus que les véhicules sur pneus)**

Ex: neige, pluie, glace



- ▶ **Déplacements les plus stables et les plus confortables**
- ▶ **Les trains de nouvelle génération sont beaucoup plus silencieux**
- ▶ **Propulsion électrique éprouvée et efficace**
- ▶ **Image positive et qualité de service ↑**

- ▶ **Coûts d'investissement élevés**
- ▶ **Coefficient d'adhésion faible ⇒** pentes relativement faibles et longues distances de freinage (il faut sécuriser l'emprise)

### Effets de l'ajout de services sur rail dans une ville

(Étude de Pushkarev & Zupan, 1982)

- ▶ **Les modes sur rail augmentent le nombre de déplacements par personne en transport collectif, ils ne les remplacent pas**
- ▶ **Le nombre de déplacements par bus demeure le même ou augmente!**
- ▶ **Les infrastructures sur rail influencent le développement urbain**
- ▶ **Le rail attire l'expertise en transport: un + pour la planification**

# Comparaison des technologies et des modes

## Tableau comparatif 1 de 2

Technologie	Priorité	Propulsion	Wagons/ remorques par véhicule	Capacité maximale places/véh.	Capacités maximales places/h/voie	Capacités typiques places/h/voie	Vitesse d'opération normale km/h	Vitesse d'opération à capacité km/h	Fréquence maximale véh./h
Voiture rue urbaine	C	Essence	1	● 4 à 7 (1.2 à 1.3 réalistes)	● 720 à 1100	● 720 à 1100	● 20 à 50	● 10 à 30	● 600 à 800
Voiture autoroute urbaine	C	Essence	1	● 4 à 7 (1.2 à 1.3 réalistes)	● 1800 à 2600	● 1800 à 2600	● 60 à 90	● 20 à 60	● 1500 à 2000
Bus	C	Diesel (Électricité)	1 à 2	● 80 à 125	● 8000	● 500 à 4000	● 15 à 25	● 8 à 15	● 60 à 120
Tramway sur rue • partagé	C	Électricité	1 à 3	● 100 à 300	● 15000	● 600 à 12000	● 12 à 20	● 8 à 13	● 60 à 120
SRB	B	Diesel Électricité	1 à 3	● 80 à 230	● 14000 (jusqu'à 24000 en Amérique du Sud)	● 1000 à 8000	● 20 à 40	● 15 à 40	● 60 à 180 (jusqu'à 300)
Tramway SLR	B	Électricité	1 à 4	● 100 à 600	● 20000	● 1000 à 15000	● 20 à 45	● 15 à 40	● 40 à 60
Métro	A	Électricité	4 à 10	● 700 à 2500	● 70000	● 10000 à 50000	● 25 à 60	● 25 à 55	● 20 à 60
Train régional Train de banlieue	A	Électricité (Diesel)	1 à 10	● 150 à 1800	● 40000	● 1000 à 30000	● 40 à 80	● 40 à 75	● 10 à 30

# Comparaison des technologies et des modes

## Tableau comparatif 2 de 2

Technologie	Capacités typiques <i>places/h/voie</i>	Fiabilité	Sécurité	Espacement des arrêts/stations	Coût d'investissement par paire de voies <i>millions de \$/km</i>	Durée de vie économique d'un véhicule	Coût d'opération par véhicule <i>\$/h</i>	Coût d'opération <i>\$/place-h</i>
Voiture <i>rue urbaine</i>	● 720 à 1100	● Faible à moyenne	● Faible	-	● 1 à 8	● 5 à 10 ans	-	-
Voiture <i>autoroute urbaine</i>	● 1800 à 2600	● Faible à élevée	● Faible à moyenne	-	● 20 à 100	● 5 à 10 ans	-	-
Bus	● 500 à 4000	● Faible à moyenne	● Moyenne	200 à 500 m	● 0.5 à 6	● 10 à 15 ans	● 90 à 160	● 1 à 2
Tramway <i>sur rue • partagé</i>	● 600 à 12000	● Faible à moyenne	● Moyenne	300 à 500 m	● 5 à 10	● 30 à 40 ans	● 110 à 200	● 0.4 à 1.5
SRB	● 1000 à 8000	● Élevée	● Élevée	300 à 800 m	● 5 à 40	● 8 à 12 ans	● 110 à 180	● 0.6 à 2
Tramway <i>SLR</i>	● 1000 à 15000	● Élevée	● Élevée	500 à 1000 m	● 10 à 60	● 30 à 40 ans	● 124 à 300	● 0.25 à 2
Métro	● 10000 à 50000	● Très élevée	● Très élevée	500 à 2000 m	● 100 à 300	● 30 à 50 ans	● ?	?
Train régional Train de banlieue	● 1000 à 30000	● Très élevée	● Très élevée	1200 à 5000 m	● 50 à 120	● 30 à 40 ans	● ?	?

# Choix des technologies et des modes | Comparaison des modes collectifs

## Ensembles performance/coûts

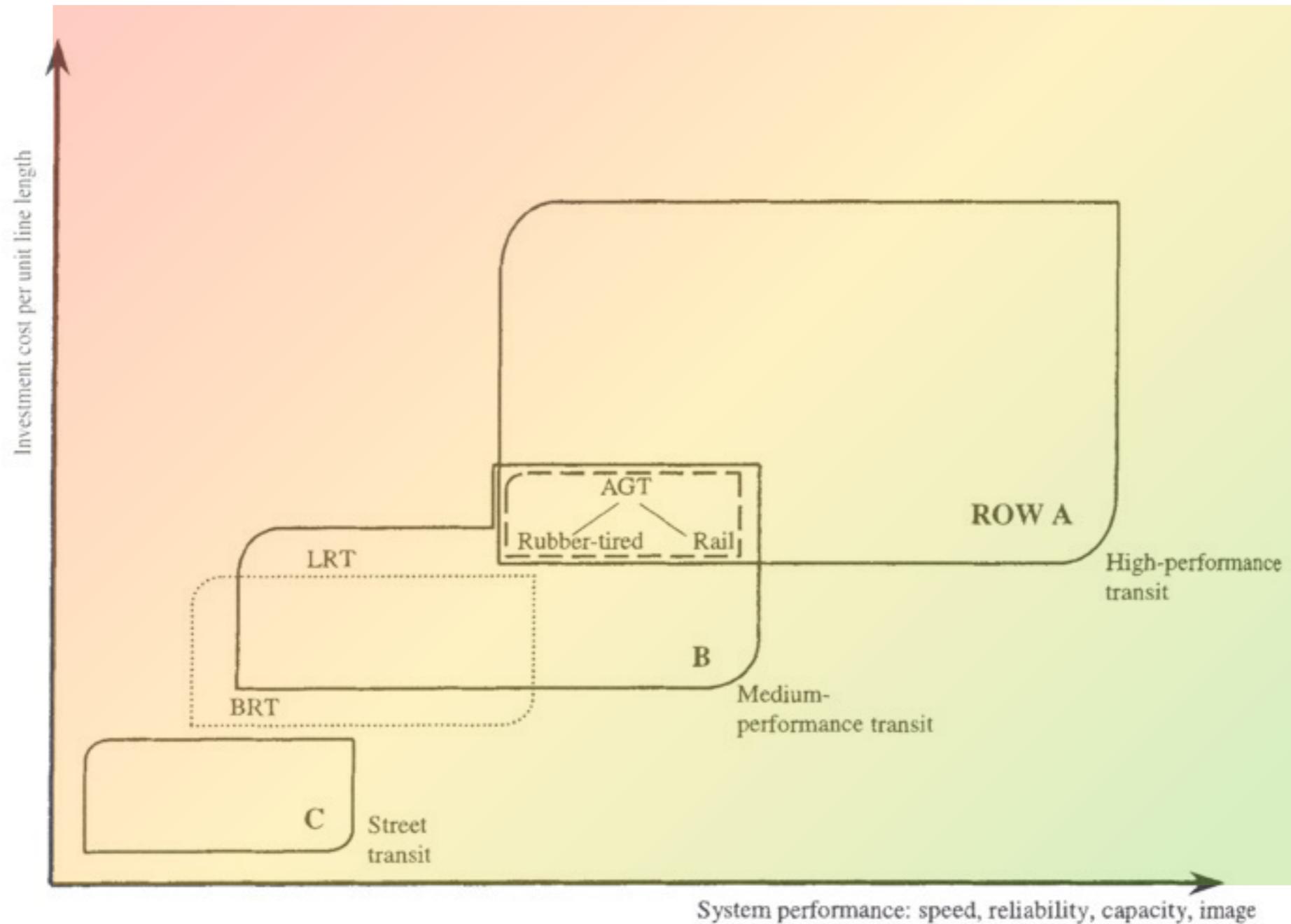


Figure 10.1 Performancecost packages (PCPs) of different generic classes of transit modes

VUCHIC, Vukan R. *Urban Transit Systems and Technology* | Figure 10.1

# Choix des technologies et des modes | Comparaison des modes collectifs

## SLR vs SRB

### ▸ Avantages du SLR (Tramway en site propre) :

- Plus simple à sécuriser en catégorie B ou A (ne nécessite pas de contrôle policier pour empêcher l'accès)
- Meilleure performance (électricité)
  - *Le tramway est le mode de transport le plus efficace (énergie), toutes technologies confondues*
- Bruit ↓ Pollution ↓
- Implantation dans les espaces piétonniers mieux acceptée
- Image plus forte et plus durable
- Impact positif plus grand sur le développement urbain et l'urbanisme
- Matériel roulant plus durable (30 à 40 ans de vie utile)

### ▸ Inconvénients du SLR

- Investissement ↑ (mais coûts d'opération peuvent être moins élevés)
- Première implantation plus difficile (infrastructure plus complexe) et construction de dépôts/garages
- Les services de SLR occasionnent souvent des transferts supplémentaires (mais pas à Montréal, du fait de la géométrie en grille du réseau)

# Choix des technologies et des modes | Comparaison des modes collectifs

## SRR/Métro vs SLR

### ▸ Avantages du métro

- Vitesse ↑ Fiabilité ↑
- En tunnel: n'est pas influencé par les conditions météo
- Automatisation possible
- Trains plus longs et embarquement/débarquements plus rapides (capacité ↑)
- Image et permanence encore plus grandes
- Impact sur des quartiers entiers

### ▸ Inconvénients du métro

- Investissement ↑ ↑
- Implantation longue
- Rigidité des voies

# Bonus !

## Bus à impériale (deux étages)

Caractéristiques, avantages et inconvénients

- ▶ utilisés surtout en Angleterre et dans les pays du Commonwealth (Ottawa)
- ▶ Berlin en possède plusieurs aussi
- ▶ hauteur 4 à 4,45 m  
(précautions si tunnels et viaducs plus bas)
- ▶ grande stabilité (centre de gravité bas)
- ▶ possibilité d'attirer de nouveaux usagers dépendent du contexte et de la ville (traditions)
- ▶ même empreinte que bus régulier pour capacité ↑
- ▶ idéal pour les longs trajets avec peu d'arrêts
- ▶ vue sur le paysage (excellent pour le tourisme)
- ▶ plus d'oscillations au 2<sup>e</sup> étage et plafond bas  
(pas de passagers debout au 2<sup>e</sup> étage)
- ▶ temps d'embarquement/débarquement plus longs
- ▶ certains viaducs ou tunnels ne sont pas compatibles



**Le symbole de Londres**  
*Double-decker*



Test de stabilité (Scania)