

# Comparaison des modes potentiels de transport pour le RSTC

## Table des matières

Introduction .....	2
A) Tableau synthèse .....	2
Barème .....	3
B) Tableaux détaillés .....	3
1. Conditions d'insertion .....	3
Barèmes .....	4
- Végétation impactée .....	4
- Expropriations .....	4
- Mesures atténuantes .....	4
- Emprise minimale .....	4
- Conditions d'insertion .....	5
2. Fiabilité dans des conditions hivernales .....	5
Barème .....	5
3. Disponibilité technologique .....	5
Barème .....	5
4. Durée de vie .....	6
Barèmes .....	6
- Matériel roulant .....	6
- Infrastructure .....	6
- Durée de vie .....	6
5. Capacité du système au regard d'achalandage .....	6
Barèmes .....	7
- Nombre maximum d'unités de transport consécutives .....	7
- Fréquence maximale .....	7
- Capacité assise par unité de transport .....	7
- Capacité par unité de transport pour un niveau de confort de 4 passagers / m2 .....	7
- Capacité du système au regard d'achalandage .....	7
6. Vitesse .....	8
Barèmes .....	8
- Maximale dans le secteur le plus rapide sans compter le temps d'arrêt .....	8
- Maximale dans le secteur le plus lent, en conditions hivernales à l'heure de pointe, temps d'arrêt inclus .....	8
- Moyenne sur l'ensemble du parcours incluant le temps d'arrêt .....	8

- Vitesse.....	8
7. Coûts .....	9
Barèmes .....	9
- Coût unitaire du matériel roulant.....	9
- Coût d’infrastructures en surface sans station.....	9
- Coût d’infrastructures souterraines sans station .....	9
- Coût d’une station en surface.....	10
- Coût d’une station souterraine.....	10
- Coût d’exploitation et entretien en été.....	10
- Coût d’exploitation et entretien en hiver .....	10
- Coûts supplémentaires .....	10
Coûts .....	10
Conclusion.....	11

## Introduction

Les tableaux suivants ont pour but d’identifier le meilleur choix de transport collectif pour le réseau structurant grâce à une comparaison qui se veut la plus juste possible en considérant adéquatement tous les éléments pertinents.

### A) Tableau synthèse<sup>1</sup>

	Tramway	Métro	Monorail suspendu existant <sup>2</sup>	Monorail québécois à tester <sup>3</sup>	Bus <sup>4</sup>	Auto (facultatif) <sup>5</sup>
Conditions d’insertion						
Fiabilité dans des conditions hivernales <sup>6</sup>						
Disponibilité technologique						
Durée de vie						
Capacité du système au regard d’achalandage <sup>7</sup>						
Vitesse						
Coûts						

<sup>1</sup> Synthèse des cotes obtenues aux tableaux subséquents. Il est recommandé de faire un tableau avec les valeurs minimales, un avec les valeurs maximales et un avec les valeurs probables. Si le meilleur choix est le même dans les 3 cas, il sera sans équivoque. Dans le cas contraire, il faudra raffiner l’évaluation des points faisant la différence. Faire une version finale avec les couleurs d’appréciation.

<sup>2</sup> Chiba (<https://youtu.be/AGkdj-JLqY>) et Shōnan (<https://youtu.be/tvgTr37v0EE>) semblent les plus pertinents.

<sup>3</sup> Modèle de la Coop MG. Rétribution conditionnelle à un essai concluant dans un délai raisonnable sinon disqualifié.

<sup>4</sup> Évaluer cette alternative à son meilleur (voie réservée et feux synchronisés pour traverser les intersections sans ralentir), avec le modèle de bus convenant le mieux (standard, articulé, trambus ou à étage).

<sup>5</sup> Intéressant pour comparer avec la réalité complète de l’auto dont ses coûts d’infrastructure.

<sup>6</sup> Une valeur défavorable sans alternative complémentaire disqualifie ce choix.

<sup>7</sup> Une valeur défavorable sans alternative complémentaire disqualifie ce choix.

<b>Total</b> <sup>8</sup>						
---------------------------	--	--	--	--	--	--

## Barème

Total	Appréciation
Moins de 12	Très favorable (+++, vert)
12 à 17	Moyen (+, jaune)
18 à 23	Faible (-, orange)
24 et plus	Défavorable (---, rouge)

## B) Tableaux détaillés

Inscrire dans chacun des tableaux les valeurs les plus probables pour la réalisation du projet à Québec. Afin de faciliter la vérification ultérieure, des commentaires et des tableaux supplémentaires évaluant des cas réels dans le monde peuvent être ajoutés. Les valeurs, ou plages de valeurs, doivent être fiables à plus de 90%.

Le choix des valeurs pour les barèmes est inspiré de l'étude de Systra. Il peut être modifié pour obtenir un résultat plus pertinent mais les plages de valeur doivent demeurer d'égale amplitude pour assurer la fiabilité de la comparaison.

Pour rendre possible la comparaison, toutes les données correspondent au tronçon de 20 km le plus achalandé.

Le document est davantage technique pour obtenir une comparaison fiable.

### 1. Conditions d'insertion<sup>9</sup>

	Tramway	Métro	Monorail suspendu existant	Monorail québécois à tester	Bus	Auto (facultatif)
Végétation impactée						
Expropriations						
Mesures atténuantes						
Emprise minimale						
<b>Conditions d'insertion</b>						

#### - Végétation impactée

	Tramway	Métro	Monorail suspendu existant	Monorail québécois à tester	Bus	Auto (facultatif)
Arbres coupés (nombre) <sup>10</sup>						

<sup>8</sup> Somme des cotes obtenues aux 7 critères. Le total le plus bas détermine la meilleure option.

<sup>9</sup> Compléter d'abord les sous-tableaux.

<sup>10</sup> Nombre d'arbres de plus de 10 cm à 1 m du sol devant être coupés ou élagués à plus de 50%.

Arbres élagués (nombre) <sup>11</sup>						
Végétation détruite (en m2)						
<b>Végétation impactée</b>						

Pour permettre l'addition, les éléments du tableau précédent doivent être pondérés. Pondération proposée<sup>12</sup> :

- 1 arbre coupé = 100 m<sup>2</sup> impactés.

- 1 arbre élagué = 20 m<sup>2</sup> impactés.

- 1 m2 détruits = 1 m<sup>2</sup> impacté.

## Barèmes

- Végétation impactée<sup>13</sup>

Cote	Superficie (en m2)	Appréciation
1	Moins de 5 000	Très favorable (+++, vert)
2	5 000 à moins de 50 000	Moyen (+, jaune)
3	50 000 à moins de 500 000	Faible (-, orange)
4	500 000 et plus	Défavorable (---, rouge)

- Expropriations

Cote	Superficie (en m2)	Appréciation
1	Moins de 100	Très favorable (+++, vert)
2	100 à moins de 1000	Moyen (+, jaune)
3	1000 à moins de 10 000	Faible (-, orange)
4	10 000 et plus	Défavorable (---, rouge)

- Mesures atténuantes<sup>14</sup>

Cote	Superficie (en m2)	Appréciation
1	Moins de 50	Très favorable (+++, vert)
2	50 à moins de 500	Moyen (+, jaune)
3	500 à moins de 5000	Faible (-, orange)
4	5000 et plus	Défavorable (---, rouge)

- Emprise minimale<sup>15</sup>

Cote	Largueur (en m)	Appréciation
1	Moins de 5	Très favorable (+++, vert)
2	5 à moins de 10	Moyen (+, jaune)
3	10 à moins de 15	Faible (-, orange)
4	15 et plus	Défavorable (---, rouge)

<sup>11</sup> Nombre d'arbres de plus de 10 cm à 1 m du sol devant être élagués à plus de 10%.

<sup>12</sup> La pondération n'a pas de fondement scientifique. S'il est possible de lui en donner un, elle doit être ajustée en conséquence.

<sup>13</sup> Superficie = 100 \* Nombre d'arbres coupés + 20 \* Nombre d'arbres élagués + Végétation détruite (en m2).

<sup>14</sup> Pour diminuer le bruit ou autres désagréments. Longueur \* hauteur.

<sup>15</sup> Largeur de l'emprise incluant tout l'équipement nécessaire ainsi que le dégagement des bâtisses.

- Conditions d'insertion<sup>16</sup>

Cote	Somme	Appréciation
1	5 à 8	Très favorable (+++, vert)
2	9 à 12	Moyen (+, jaune)
3	13 à 16	Faible (-, orange)
4	17 à 20	Défavorable (---, rouge)

=> Reporter la cote au tableau synthèse.

## 2. Fiabilité dans des conditions hivernales<sup>17</sup>

	Tramway	Métro	Monorail suspendu existant	Monorail québécois à tester	Bus	Auto (facultatif)
Fiabilité dans des conditions hivernales						

## Barème

Cote	Critère	Appréciation
1	Souterrain ou abrité (non affecté par les intempéries pour son fonctionnement) ou fonctionne sans retard 90% du temps ou plus	Très favorable (+++, vert)
2	Fonctionne sans retard de 70% à moins de 90% du temps	Moyen (+, jaune)
3	Fonctionne sans retard de 50% à moins de 70% du temps	Faible (-, orange)
4	Fonctionne sans retard moins de 50% du temps	Défavorable (---, rouge)

=> Reporter la cote au tableau synthèse.

## 3. Disponibilité technologique

	Tramway	Métro	Monorail suspendu existant	Monorail québécois à tester	Bus	Auto (facultatif)
Disponibilité technologique						

## Barème

Cote	Expertise (en années) <sup>18</sup>	Appréciation
1	60 et plus	Très favorable (+++, vert)
2	40 à moins de 60	Moyen (+, jaune)
3	20 à moins de 40	Faible (-, orange)
4	Moins de 20	Défavorable (---, rouge)

<sup>16</sup> Somme des cotes obtenues aux 4 tableaux précédents, valeur entre 5 et 20 caractérisant globalement les conditions d'insertion.

<sup>17</sup> Température de -30 degrés Celsius ou accumulation, en moins de 3 heures, de 10 mm de verglas ou 15 cm de neige.

<sup>18</sup> Somme des années d'expérience dans le domaine pour les entreprises actuellement en affaire dans le domaine.

=> Reporter la cote au tableau synthèse.

#### 4. Durée de vie<sup>19</sup>

	Tramway	Métro	Monorail suspendu existant	Monorail québécois à tester	Bus	Auto (facultatif)
Matériel roulant						
Infrastructure						
<b>Durée de vie</b>						

## Barèmes

- Matériel roulant

Cote	Durée (en années)	Appréciation
1	Plus de 30	Très favorable (+++, vert)
2	De 20 à moins de 30	Moyen (+, jaune)
3	De 10 à moins de 20	Faible (-, orange)
4	Moins de 10	Défavorable (---, rouge)

- Infrastructure

Cote	Durée (en années)	Appréciation
1	Plus de 90	Très favorable (+++, vert)
2	De 60 à moins de 90	Moyen (+, jaune)
3	De 30 à moins de 60	Faible (-, orange)
4	Moins de 30	Défavorable (---, rouge)

- Durée de vie<sup>20</sup>

Cote	Durée (en années)	Appréciation
1	Plus de 90	Très favorable (+++, vert)
2	De 60 à moins de 90	Moyen (+, jaune)
3	De 30 à moins de 60	Faible (-, orange)
4	Moins de 30	Défavorable (---, rouge)

=> Reporter la cote au tableau synthèse.

#### 5. Capacité du système au regard d'achalandage

	Tramway	Métro	Monorail suspendu existant	Monorail québécois à tester	Bus	Auto (facultatif)
Maximum d'unités de transport consécutives						

<sup>19</sup> Minimum garanti sans entretien majeur.

<sup>20</sup> Durée de vie du système. En supposant normal une durée de vie de l'infrastructure 3 fois supérieure à la durée de vie du matériel roulant dont le coût annuel inclus le remplacement.  $Durée = (3 * \text{matériel roulant} + \text{infrastructure}) / 2$ .

Fréquence maximale						
Capacité assise par unité de transport						
Capacité par unité de transport pour un niveau de confort de 4 passagers / m2						
<b>Capacité du système au regard d'achalandage</b>						

## Barèmes

- Nombre maximum d'unités de transport consécutives<sup>21</sup>

Cote	Nombre	Appréciation
1	4 et plus	Très favorable (+++, vert)
2	3	Moyen (+, jaune)
3	2	Faible (-, orange)
4	1	Défavorable (---, rouge)

- Fréquence maximale<sup>22</sup>

Cote	Fréquence (en minutes)	Appréciation
1	Moins de 2	Très favorable (+++, vert)
2	De 2 à moins de 4	Moyen (+, jaune)
3	De 4 à moins de 6	Faible (-, orange)
4	6 ou plus	Défavorable (---, rouge)

- Capacité assise par unité de transport

Cote	Nombre de passagers	Appréciation
1	60 et plus	Très favorable (+++, vert)
2	De 40 à moins de 60	Moyen (+, jaune)
3	De 20 à moins de 40	Faible (-, orange)
4	Moins de 20	Défavorable (---, rouge)

- Capacité par unité de transport pour un niveau de confort de 4 passagers / m2

Cote	Nombre de passagers	Appréciation
1	150 et plus	Très favorable (+++, vert)
2	De 100 à moins de 150	Moyen (+, jaune)
3	De 50 à moins de 100	Faible (-, orange)
4	Moins de 50	Défavorable (---, rouge)

- Capacité du système au regard d'achalandage<sup>23</sup>

Cote	Nombre (passagers / h / direction)	Appréciation
1	12 000 et plus	Très favorable (+++, vert)

<sup>21</sup> Nombre de rames ou nombre de véhicules pouvant se suivre sans bloquer trop longtemps une intersection et sans déborder du lieu possible de montée/descente.

<sup>22</sup> Dans le cas d'un groupe de véhicules indépendants, ils doivent se suivre et sont considérés comme un seul véhicule. L'arrêt et le départ doivent donc être simultanés, c'est la longueur de la zone de montée/descente qui varie.

<sup>23</sup> Nombre = 60 / fréquence maximale \* Nombre maximum d'unités de transport \* Capacité par unité de transport pour un niveau de confort de 4 passagers / m2.

2	De 8000 à moins de 12 000	Moyen (+, jaune)
3	De 4000 à moins de 8000	Faible (-, orange)
4	Moins de 4000	Défavorable (---, rouge)

=> Reporter la cote au tableau synthèse.

## 6. Vitesse

	Tramway	Méto	Monorail suspendu existant	Monorail québécois à tester	Bus	Auto (facultatif)
Maximale <sup>24</sup>						
Maximale lente <sup>25</sup>						
Moyenne <sup>26</sup>						
<b>Vitesse</b>						

## Barèmes

- Maximale dans le secteur le plus rapide sans compter le temps d'arrêt

Cote	Vitesse (en km/h)	Appréciation
1	70 et plus	Très favorable (+++, vert)
2	De 50 à moins de 70	Moyen (+, jaune)
3	De 30 à moins de 50	Faible (-, orange)
4	Moins de 30	Défavorable (---, rouge)

- Maximale dans le secteur le plus lent, en conditions hivernales à l'heure de pointe, temps d'arrêt inclus

Cote	Vitesse (en km/h)	Appréciation
1	15 et plus	Très favorable (+++, vert)
2	De 10 à moins de 15	Moyen (+, jaune)
3	De 5 à moins de 10	Faible (-, orange)
4	Moins de 5	Défavorable (---, rouge)

- Moyenne sur l'ensemble du parcours incluant le temps d'arrêt

Cote	Vitesse (en km/h)	Appréciation
1	40 et plus	Très favorable (+++, vert)
2	De 30 à moins de 40	Moyen (+, jaune)
3	De 20 à moins de 30	Faible (-, orange)
4	Moins de 20	Défavorable (---, rouge)

- Vitesse<sup>27</sup>

Cote	Vitesse (en km/h)	Appréciation
1	40 et plus	Très favorable (+++, vert)

<sup>24</sup> Dans le secteur le plus rapide sans compter le temps d'arrêt.

<sup>25</sup> Dans le secteur le plus lent, en conditions hivernales à l'heure de pointe, temps d'arrêt inclus.

<sup>26</sup> Moyenne sur l'ensemble du parcours incluant le temps d'arrêt.

<sup>27</sup> Vitesse = (Maximale + Maximale lente + Moyenne) / 3.

2	De 30 à moins de 40	Moyen (+, jaune)
3	De 20 à moins de 30	Faible (-, orange)
4	Moins de 20	Défavorable (---, rouge)

=> Reporter la cote au tableau synthèse.

## 7. Coûts<sup>28</sup>

	Tramway	Métro	Monorail suspendu existant	Monorail québécois à tester	Bus	Auto (facultatif)
Coût unitaire du matériel roulant						
Coût d'infrastructures en surface sans station						
Coût d'infrastructures souterraines sans station						
Coût d'une station en surface						
Coût d'une station souterraine						
Coût d'exploitation et entretien en été						
Coût d'exploitation et entretien en hiver						
Coûts supplémentaires						
<b>Coûts</b>						

## Barèmes

- Coût unitaire du matériel roulant

Cote	Coût (en M\$/an)	Appréciation
1	Moins de 0,1	Très favorable (+++, vert)
2	De 0,1 à moins de 0,2	Moyen (+, jaune)
3	De 0,2 à moins de 0,3	Faible (-, orange)
4	0,3 et plus	Défavorable (---, rouge)

- Coût d'infrastructures en surface sans station

Cote	Coût (en M\$/km/an)	Appréciation
1	Moins de 1	Très favorable (+++, vert)
2	De 1 à moins de 10	Moyen (+, jaune)
3	De 10 à moins de 100	Faible (-, orange)
4	100 et plus	Défavorable (---, rouge)

- Coût d'infrastructures souterraines sans station

Cote	Coût (en M\$/km/an)	Appréciation
1	Moins de 1	Très favorable (+++, vert)
2	De 1 à moins de 10	Moyen (+, jaune)
3	De 10 à moins de 100	Faible (-, orange)
4	100 et plus	Défavorable (---, rouge)

<sup>28</sup> Afin de pouvoir les additionner, les coûts sont ramenés sur une base annuelle en divisant le total par la durée de vie garantie.

- Coût d'une station en surface

Cote	Coût (en M\$/ an)	Appréciation
1	Moins de 1	Très favorable (+++, vert)
2	De 1 à moins de 10	Moyen (+, jaune)
3	De 10 à moins de 100	Faible (-, orange)
4	100 et plus	Défavorable (---, rouge)

- Coût d'une station souterraine

Cote	Coût (en M\$/ an)	Appréciation
1	Moins de 1	Très favorable (+++, vert)
2	De 1 à moins de 10	Moyen (+, jaune)
3	De 10 à moins de 100	Faible (-, orange)
4	100 et plus	Défavorable (---, rouge)

- Coût d'exploitation et entretien en été

Cote	Coût (en \$/véhicule.km/an)	Appréciation
1	Moins de 5	Très favorable (+++, vert)
2	De 5 à moins de 10	Moyen (+, jaune)
3	De 10 à moins de 15	Faible (-, orange)
4	15 et plus	Défavorable (---, rouge)

- Coût d'exploitation et entretien en hiver

Cote	Coût (en \$/véhicule.km/an)	Appréciation
1	Moins de 10	Très favorable (+++, vert)
2	De 10 à moins de 20	Moyen (+, jaune)
3	De 20 à moins de 30	Faible (-, orange)
4	30 et plus	Défavorable (---, rouge)

- Coûts supplémentaires<sup>29</sup>

Cote	Coût (en M\$/ an)	Appréciation
1	Moins de 1	Très favorable (+++, vert)
2	De 1 à moins de 10	Moyen (+, jaune)
3	De 10 à moins de 100	Faible (-, orange)
4	100 et plus	Défavorable (---, rouge)

Coûts<sup>30</sup>

Cote	Coûts (en M\$/km/an)	Appréciation
------	----------------------	--------------

<sup>29</sup> Tous autres coûts directs ou indirects n'étant pas déjà inclus dans les précédents et encourus pendant la durée de vie du système.

<sup>30</sup> Coût annuel moyen par km pour le tronçon de 20 km le plus achalandé selon un achalandage de pointe de 4000 passagers/h et un achalandage moyen de 1000 passagers/h, 20h/24, 7j/7. Coûts = (Coût unitaire du matériel roulant \* nombre d'unités nécessaires + Coût d'infrastructures en surface sans station \* nombre de km en surface + Coût d'infrastructures souterraines sans station \* nombre de km souterrains + Coût d'une station en surface \* nombre de stations en surface + Coût d'une station souterraine \* nombre de stations souterraines + Coût d'exploitation et entretien en été \* nombre de km parcourus en été + Coût d'exploitation et entretien en hiver \* nombre de km parcourus en hiver + Coûts supplémentaires) / 20. Le nombre de km en surface + le nombre de km souterrain doit donner 20. Le nombre de km parcourus en été + le nombre de km parcourus en hiver doit égaliser la somme du kilométrage annuel parcouru par chacun des véhicules.

1	Moins de 5	Très favorable (+++, vert)
2	De 5 à moins de 10	Moyen (+, jaune)
3	De 10 à moins de 15	Faible (-, orange)
4	15 et plus	Défavorable (---, rouge)

=> Reporter la cote au tableau synthèse.

## Conclusion

Si les barèmes sont adéquats et que les valeurs utilisées sont juste, le plus bas total au tableau synthèse correspondra réellement au meilleur choix et toute reprise adéquate de l'analyse comparative mènera sensiblement au même résultat. Si c'est le tramway qui ressort comme meilleur choix, cela confirmera qu'il s'agit effectivement du bon choix. Dans le cas contraire, il est urgent de corriger une erreur potentielle de plus de 3 milliards de dollars.

Pour toute question ou améliorations à proposer, vous pouvez me contacter.

André Huot

Dernière mise à jour, 17 août 2020.