

Le tramway, *le bon mode au bon endroit*, adapté aux besoins de Montréal

Luc Gagnon, M. Sc., Ph.D.

- 14 ans d'enseignement universitaire, École de technologie supérieure et UQAM
- 20 ans à Hydro-Québec, Conseiller principal, Changement climatique
- Président de Transport2000, en 2008 et 2009
- « Réviseur expert » du Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat



L'auto-solo : cause et conséquence de l'étalement urbain

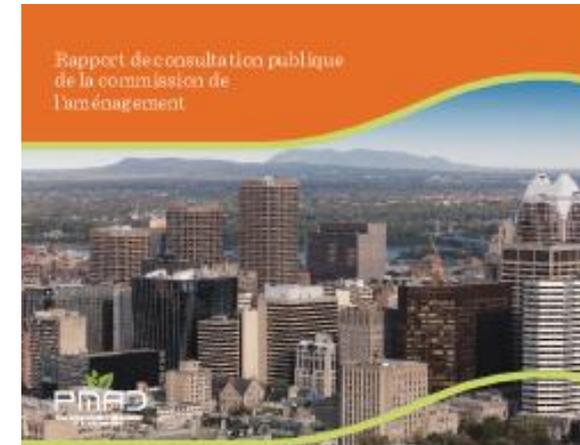
Consensus : l'étalement urbain

multiplie les dépenses publiques:

- Ministère des Affaires municipales
- Plan d'aménagement de la CMM

Dépenses:

- Écoles, transport scolaire
- Besoins en routes, trottoirs, aqueducs, égouts, usines de filtration, d'épuration
- Étalement de faible densité = cause fondamentale des difficultés à financer le transport collectif



UN GRAND MONTREAL
attractif, compétitif et durable
Projet de Plan stratégique (Plan d'aménagement) et de développement
Kivimäki 2011



Pourquoi réduire l'usage de l'auto ?

À cause de ses coûts publics et sociaux

Description des coûts au Québec en 2015 (sans tenir compte des coûts privés)	\$ par véhicule /an
Routes : construction et entretien	1600
Stationnements hors-rue gratuits	1000
Polices, pompiers, coûts des accidents	360
Polluants atmosphériques :	
- Effets sur la qualité de l'air : 100\$	350
- GES (long terme 80\$ /t CO ₂) : 250\$	
Environnement : ressources, pollution eau	300
Coûts publics + coûts sociaux	3610
Taxes carburant, immatriculation, SAAQ	500
Coûts de la congestion (Montréal 2018)	3000+

Quelques constats de base sur les émissions de GES des transports

- Forte croissance du taux de possession de véhicules
- L'étalement urbain : facteur déterminant qui explique ces tendances

Étalement facile à expliquer en fonction des subventions à l'automobile (**2020**) :
4000 \$ par véhicule moyen /an (15 000 km/an)

Pour un ménage de banlieue
qui a 2 autos qui font chacune 30 000 km /an
= subventions de 16 000 \$ /an par ménage

Ne pas se fier sur les autos électriques pour réduire les émissions de GES

- La quantité d'hydroélectricité produite à chaque année est fixe: elle dépend des précipitations.
- Chaque kWh en excès de la consommation québécoise est exporté vers les États-Unis, remplaçant du gaz naturel
- Chaque kWh qui est consommé par une auto électrique ne peut plus être exporté

Quel est l'effet, au Québec, de remplacer un véhicule à essence par une auto électrique?

Il y a **baisse des GES de 3 tonnes au Québec et une hausse de 2 tonnes aux États-Unis.**

Distances typiques par année :15 000 km

Il faut ajouter les émissions de la fabrication des batteries

Véhicule électrique	ACV fabrication des batteries 100 kg CO2 par kWh de batteries
Chevrolet Bolt	60 kWh = 6 tonnes CO2
Autobus électrique	466 kWh = 47 tonnes CO2

Les autos électriques sont-elles en supplément des autres véhicules?

Fabriquer une auto émet environ les mêmes GES que la faire rouler à l'essence pendant deux ans

En 2021, aux États-Unis,
44% des ménages qui possédaient une auto électrique
sont des ménages à 3, 4 ou 5 véhicules

Energy Institute Blog, 2021

Pourquoi l'autobus diesel n'est pas une option ?

Comparaison des GES du cycle de vie	Facteur de charge	g CO ₂ éq. / passager - km	
		Énergie utilisée	Cycle de vie
Auto intermédiaire	solo	Essence	300
Auto hybride compacte			200
Moyenne au Québec (9 litres par 100 km)	1,2		200
Autobus urbain (STM)	Élevé	Diesel	150
Autobus urbain	Moyen		200
Autobus de banlieue	Faible		270
Tramway	Moyen	Hydro	20

**Les autobus diesel ou hybrides
réduisent très peu les GES**

Comparaison des GES du cycle de vie

Tableau détaillé disponible dans Test-climat du REM

Options	Facteur de charge	g CO2 éq. / déplacement /km	
		Énergie utilisée	Cycle de vie
Auto intermédiaire solo	1 p /auto	Essence	300
Petite auto hybride solo			200
Autobus urbain (STM)	Élevé	Diesel hybride	150
Autobus urbain	Moyen		200
Autobus de banlieue	Faible		270
Train de banlieue	Faible		110
Skytrain du REM	Moyen	Hydro-électricité	60
Train de banlieue	Moyen		30
Tramway	Moyen		20
Tramway	Élevé		15
Trolleybus	Moyen		30
Métro (premier 30 ans)	Moyen		70
Métro (premier 30 ans)	Élevé		40
Métro (après 30 ans)	Élevé		10

N.B. Pour qu'un autobus hybride /diesel réduise les émissions, il faut entasser les clients comme à la STM

REM1: un tracé qui ne répond pas aux besoins



Principe du bon mode au bon endroit
On doit implanter des tramways là où les bus sont surchargés

REM1 : un vrai coût de 10 milliards \$...

Investissements officiels

- 3,6 milliards \$ de la Caisse de dépôt ?
- 2,56 milliards \$ des gouvernements

Subventions ou pertes de revenus publics

- 340 millions \$ d'Hydro-Québec
- 512 millions \$ du Québec (plus-value foncière publique)
- 600 millions \$: redevances sur plus-value privée
- 600 millions \$: gare de l'aéroport payée (Qc et fédéral)

Actifs donnés à la CDPQ (privatisation)

- + de 1,5 milliard \$ en actifs publics pris à l'AMT
(ligne Deux-Montagnes et tunnel du Mont-Royal)
- 1 milliard \$ pour les 2 voies sur le Pont Champlain

Pertes en actifs maintenant inutiles de l'AMT

- 400 millions \$ (3 centres d'entretien, locomotives...)

10 milliards \$ sans augmentation significative du nombre d'usagers

Prévision d'achalandage:

environ 160 000 déplacements /jour (2025)

Donc 80 000 usagers

Selon le BAPE

- 90% des usagers utilisent déjà le transport collectif
- Sur les 10% de nouveaux usagers, 80% vont prendre leur auto pour aller stationner au REM
- Donc 10\$ milliards pour convaincre 1600 automobilistes à laisser leur auto à la maison

Erreur des REM1 et REM2 : le choix de technologie

Skytrain automatisé = en hauteur ou en souterrain

Stations coûteuses,
donc **peu nombreuses**

= peu d'usagers pourront
accéder aux stations à pied



Pour attirer des usagers: grands stationnements gratuits

Ceux-ci empêchent la création de quartiers adaptés au transport collectif (TOD)

Effets sur les coûts d'exploitation

Historiquement les dépenses de la STM, AMT... ne comprenaient que les frais d'exploitation, car les infrastructures étaient payées par les gouvernements provincial et fédéral

- La CDPQ vise un rendement de 8-9% sur son investissement de 3,6\$ milliards

= 600\$ millions /an en frais de fonctionnement en 2031

- Tarifs payés (avant pandémie) par tous les usagers de la région : environ **800 millions \$ /an**

Le REM1 = augmentation des tarifs et taxes municipales
Ne pas en rajouter avec un REM2

Comment vraiment réduire les émissions de GES en transport ?

Les services d'autobus diesel sont socialement essentiels, mais ne réduisent pas les émissions.

L'auto électrique n'est pas une solution:
Elle maintient les comportements énergivores et encourage l'étalement.

Les projets de REM1 et REM2 sont incroyablement coûteux, avec très peu de stations. Ils ne peuvent pas attirer beaucoup de nouveaux usagers.

Quoi faire?

Développer les transport collectif électrique, selon le principe du *Bon mode au bon endroit*

Principe: ***Le bon mode au bon endroit***

Choix de mode en transport collectif

-Choix de trop grande capacité

= faible efficacité; coûts élevés par passager

-Choix de trop faible capacité

= congestion, mauvaise qualité du service

Principe = recherche d'un optimum

Corolaires :

-Il est impossible de bien desservir tous les quartiers avec un seul mode

-Le scénario d'un métro qui va partout est absurde

L'autobus diesel, un choix adapté aux gros réseaux de la STM ?

Mode	Passagers / rame	Déplacements typiques /jour	
	(4 pass. /m2)	Normale /élevée (une ligne)	Cas extrêmes
Tram-train ou tramway			
54 m	404	55 000 / 70 000	
45 m	331	45 000 / 60 000	
27 m	192	25 000 / 35 000	
Autobus diesel hybride			
Articulé	110	14 000 / 20 000	SRB Pie IX 70 000
Régulier	80	10 000 / 15 000	STM 20 000 / 35 000

La STM fait avec des autobus ce que les autres villes modernes font avec des tramways.

Quel confort pour les usagers ?

En faire trop avec des autobus : exemple d'Ottawa



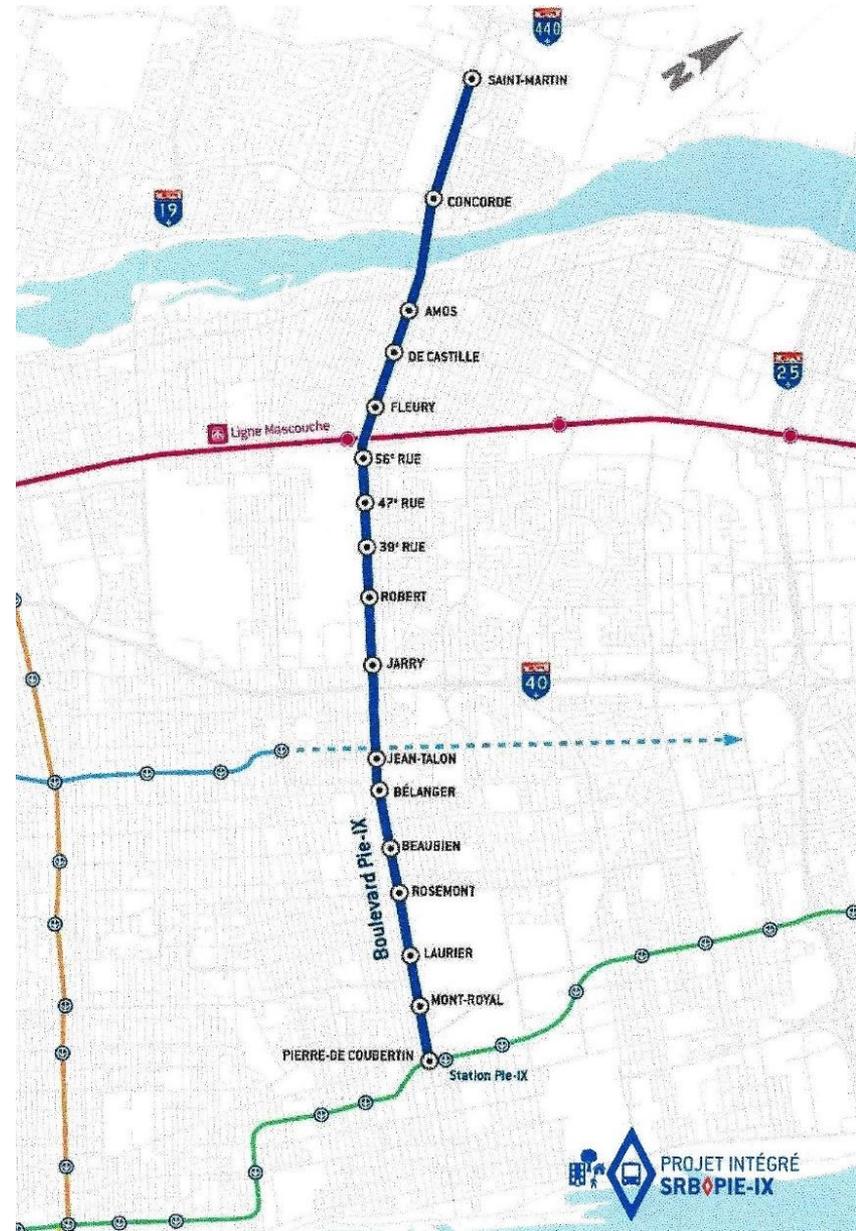
SRB = Système « rapide » de bus ?

- Les autobus se nuisent constamment
- 2 lignes : achalandage de 70 000 /jour
- Fréquence typique en pointe :
un autobus /minute
- Ottawa remplace ces réseaux par un tramway



En faire trop avec des autobus : exemple du SRB Pie IX

- Achalandage prévu :
70 000 passages /jour
- Fréquence prévue en
pointe :
un autobus par minute
- Cortège de 5-10 autobus
en pointe, selon les
conditions
- Le service sera très lent
et congestionné



Principe du *Bon mode au bon endroit* Pas pour Montréal ?

Projets	Déplacements /jour	Coûts	
Métro Ligne Bleue 5 stations	80 000	6,5\$ milliards	Trop gros Trop coûteux
SRB Pie IX	70 000	472\$ millions	Trop faible capacité Mauvais service

Sur Pie IX, une rame de tramway pourrait remplacer
4 autobus articulés ou 6 autobus réguliers

Alternative proposée en 2014 : deux réseaux de tramway
sur Pie IX et Jean-Talon : 43 stations pour 1,2\$ milliard

Coût de l'aménagement de la voie réservée du SRB: 472,5 M\$

+ Infrastructures municipales : 165,7 M\$

+ 66 M\$ pour l'achat de 20 bus articulés électriques

Pourquoi le métro ou le *skytrain* ne sont pas adaptés aux quartiers urbains de Montréal?

	Coûts de construction (estimés internationaux)	Exemple
Métro	500\$ M /km et plus	Ligne Bleue Plus de 1\$ milliard/km
<i>Skytrain</i> pilotis	300\$ M /km	
Tramway	60 à 80\$ M /km	

Métro et *skytrain* :
trop cher pour densité urbaine moyenne

Bon mode au bon endroit à Montréal

Mode	Passagers / rame (4 pass. /m2)	Déplacements typiques /jour	
		Normale /élevée (une ligne)	Cas extrêmes
Métro (Azur)	1500	200 000 / 250 000	Ligne Orange 400 000 Ligne Bleue 80 000
Skytrain 80m double	600	80 000 / 100 000	REM 180 000 (équivalent de 2 lignes)
Tram-train ou tramway			
Rames doubles 90m	662	80 000 / 100 000	
54 m	404	55 000 / 70 000	
45 m	331	45 000 / 60 000	Tramway Lachine ?
27 m	192	25 000 / 35 000	
Autobus			
Articulé	105	14 000 / 20 000	SRB Pie IX 70 000
Diesel, hybride	75	10 000 / 15 000	STM 20 000 / 30 000

Pourquoi les autobus électriques à batteries, ne sont pas des concurrents au tramway ?

Un autobus électrique est 2 fois plus coûteux qu'un autobus diesel

Poids des batteries : 3-4 tonnes (minimum)
= poids de 50 passagers

Capacité des autobus électriques
moindre que celle d'un autobus diesel

5 à 7 autobus électriques sont nécessaires pour remplacer une rame de tramway

Mode	Passagers / rame	Déplacements typiques /jour	
		Normale /élevée (une ligne)	Cas extrêmes
Métro (Azur)	1500	200 000 / 250 000	Ligne Orange 400 000 Ligne Bleue 80 000
Tram-train ou tramway			
Rames doubles 90m	662	80 000 / 100 000	
54 m	404	55 000 / 70 000	
45 m	331	45 000 / 60 000	Tramway Lachine ?
27 m	192	25 000 / 35 000	
Autobus			
Articulé	105	14 000 / 20 000	SRB Pie IX 70 000
Diesel, hybride	75	10 000 / 15 000	STM 20 000 / 30 000
Électrique batteries	55	7 000 / 10 000	

Pourquoi les autobus diesel n'encouragent pas la concentration du développement ?

- Autobus diesel ou hybrides : très bruyants et polluants

Indicateur indirect : la valeur des propriétés

- La proximité d'un arrêt d'autobus réduit la valeur d'une propriété
- *Findings suggest that increasing regular bus frequencies results... in lower house values for properties located in the vicinity of regular routes* (FD Rosiers - 2010)
- Comparaison de quartiers sans service de bus en Finlande (Kurvinen et Sorri) : l'ajout d'un service bus a fait augmenté la valeur des propriétés de 1%
- En comparaison, la valeur de propriétés à proximité d'une station de tramway +40% (Victoria Transport Policy Institute)

Pourquoi le tramway densifie les villes en contraste avec l'autobus ?

- Réseau plus visible
- Réseau accepté comme permanent
- Plus silencieux
- Moins polluant
- Plus fiable, notamment en hiver
- Capacité équivalente à plusieurs autobus, donc moins de congestion dans les quartiers denses

Autre avantage important:

- Accessibilité universelle, évitant beaucoup de transport adapté

“trips increased an average of nearly 16% in Rail & Bus cities but only 1.7% in Bus-Only cities”

(Victoria Transport Policy Institute)

Le tramway adapté à l'hiver

Ville	Janvier T° normale max / min	km des lignes
Toronto (2021)	-1 / -7	140
Waterloo (2021)	-3 / -10	19
Minneapolis	-5 / -14	19
Montreal	-5 / -15	0
Ottawa (2021)	-6 / -14	13
Edmonton	-6 / -15	24
Québec	-8 / -18	0
Moscou	-6 / -12	208
St-Petersberg	-5 / -11	350
Minsk	-4 / -10	123
Kiev	-3 / -8	140
Oslo	-2 / -7	50
Helsinki	-2 / -7	71
Stockholm (2030)	-1 / -5	55
Tallinn	-1 / -7	20
Riga	-1 / -6	99
Prague	0 / -5	142



Le Québec *versus* le reste du monde occidental

	Lignes de tramway	Km de lignes
Asie Pacifique	133	1090
Eurasie	735	3483
Europe	1276	9296
Québec	0	0

Pourquoi autant les lignes de tramway, partout dans le monde?

Les économies annuelles en coûts d'exploitation compensent pour les coûts d'implantation

	Tramway 45 m	Voies réservées pour autobus diesel
Rame vs autobus	Pour chaque rame	3-5 autobus diesel
Exploitation du réseau		3-5 fois plus de chauffeurs
Efficacité énergétique	90%	20% donc 4 fois plus d'énergie
Émissions de GES	Forte baisse	Aucune baisse
Durabilité matériel roulant	30-40 ans	15 ans

Tramway Dorval /Lachine /métro

800\$ millions à 1,2\$ milliard

40 000 déplacements par jour de semaine (plus avec l'antenne vers LaSalle)

Plusieurs zones avec fort potentiel de développement, dont le futur ÉcoQuartier de Lachine-Est et le centre d'achat de la 32^e Avenue



Rive-sud : proposition récente de tramway

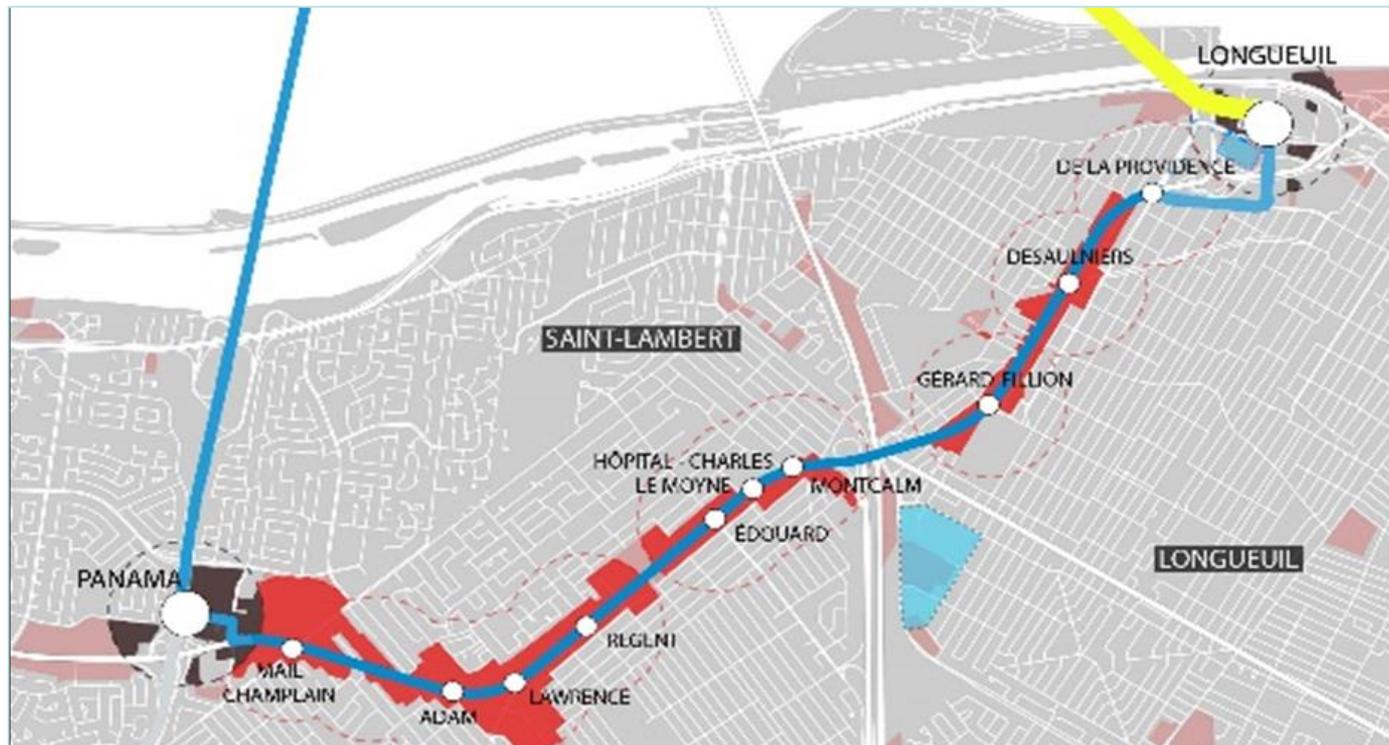
Tramway à Longueuil

Stations peu coûteuses, dans les rues

800\$ millions ?

Fort potentiel de redéveloppement sur le boul. Taschereau

Remplacement de nombreux autobus diesel



Pour la région de Montréal, nos propositions en faveur du tramway ne sont pas dogmatiques

Dans la région de Montréal, le développement historique du transport collectif

- Métro de grande capacité
- Trains de banlieue aux heures de pointe
- Autobus diesel sans voie réservée permanente

Montréal a oublié le seul mode de capacité intermédiaire, le tramway

L'achalandage trop élevé des réseaux d'autobus confirment la pertinence du tramway dans de nombreux quartiers

Des centaines de villes ont des réseaux mieux équilibrés, avec plusieurs lignes de tramway

	Grand Virage (2016) : Lignes de tramways et ajouts de stations de métro	Nou- velles stations	km	Coûts unitaires et commentaires	M \$	Achalan- dage quotidien 2025
T1	Métro Radisson /Anjou / Pie IX / CHUM	44	25	Tramway : 50M\$ /km -Aucune côte majeure -Aucun viaduc -Deux virages	1600	150 000
T2	Pie IX : du Métro Pie IX (ligne Verte) à Laval (St-Martin)					20 000
M1	Métro ligne Bleue : une station coin Pie IX et Jean-Talon	1	1	Une station de métro : 350M\$		
T3	Aéroport /Dorval /Lachine / Métro Lionel-Groulx	19	20	-50M\$ /km sur 18 km -viaduc de 300 M\$ pour accès à l'aéroport	1200	40 000
T4	Métro Longueuil / Taschereau / Pont Champlain /Métro Peel	18	20	Moyenne 50M\$ /km -Km sur le pont très peu coûteux -Un viaduc à élargir	1000	70 000
M2	Métro : Poirier et Bois-Franc	2	2	700M\$ pour les deux stations	700	90 000
T5	Tramway Le Carrefour / métro Montmorency /métro Bois-Franc	10	9	Tramway : 50M\$ /km	450	20 000
T6	Métro Guy / Cotes-des-Neiges / De la Savane / Terrains Hippodrome	34	15	Moyenne 75M\$ /km -Côte importante (tranchée)	1100	70 000