WORLD RESOURCES INSTITUTE | ROSS CENTER

L'équipe technique de la plateforme mondiale pour des villes durables (GPSC en anglais)

présente

une série de webinaires

Avec le soutien de :

gef

Global Platform for Sustainable Cities

ICLEI Local Governments for Sustainability

C40 CITIES CLIMATE LEADERSHIP GROUP

Global Platform for Sustainable Cities

WORLD RESOURCES INSTITUTE | ROSS CENTER

ICLEI Local Governments for Sustainability

C40 CITIES

TheCityFix Learn PRÉSENTE

LE WEBINAIRE

MISE EN SERVICE DES BUS ÉLECTRIQUES DANS LES RESEAUX DE TRANSPORT PUBLIC

Sebastián Castellanos
Partenaire efficacité urbaine et climat
Centre WRI Ross pour des villes durables

Mardi 6 décembre 2018 | 8 H CST
Langue du webinaire : anglais

CADRE DE LA PRÉSENTATION

- Qu’est-ce que la mobilité électrique?
- Pourquoi sa mise en oeuvre est-elle importante dans le domaine des transports publics?
- Quels sont les éléments de la commercialisation du bus électrique?
    - a. Le volet “investissements “
    - b. Le volet “sources de financement “
    - c. Le volet “produits financiers”
    - d. Le volet “mécanismes d’exploitation”
- Étude de cas : Bogota

Sebastián Castellanos, M. Sc.
Partenaire efficacité urbaine et climat
Centre Ross WRI pour des villes durable

Titulaire d'une licence en génie électronique de l'Université des Andes (Bogota, Colombie), d'un Master en gestion de projets et technologies de l'École des Mines de Saint-Étienne (France) et d'un Master en Planification des transports et environnement de l'Institut d'études sur les transports de la faculté de l'environnement de Leeds (RU).

En tant que partenaire efficacité urbaine et climat, il est responsable du secteur efficience énergétique des véhicules. Sebastián conseille et assiste les villes dans la conception et mise en œuvre de solutions et de politiques de transport à faible émission de carbone et à haute efficience énergétique, y compris dans le domaine de l'électrification du secteur des transports, des politiques du secteur combustibles à mettre en place et des systèmes de transport intelligents (STI), entre autres domaines.

WORLD RESOURCES INSTITUTE | WRI ROSS CENTER FOR SUSTAINABLE CITIES

Nouvelles tendances et innovations pour la mise en service de bus électriques

L'Equipe technique du GPSC

Une série de webinaires sur le développement urbain durable et intégré

Décembre 2018

Sebastián Castellanos
SCastellanos@wri.org

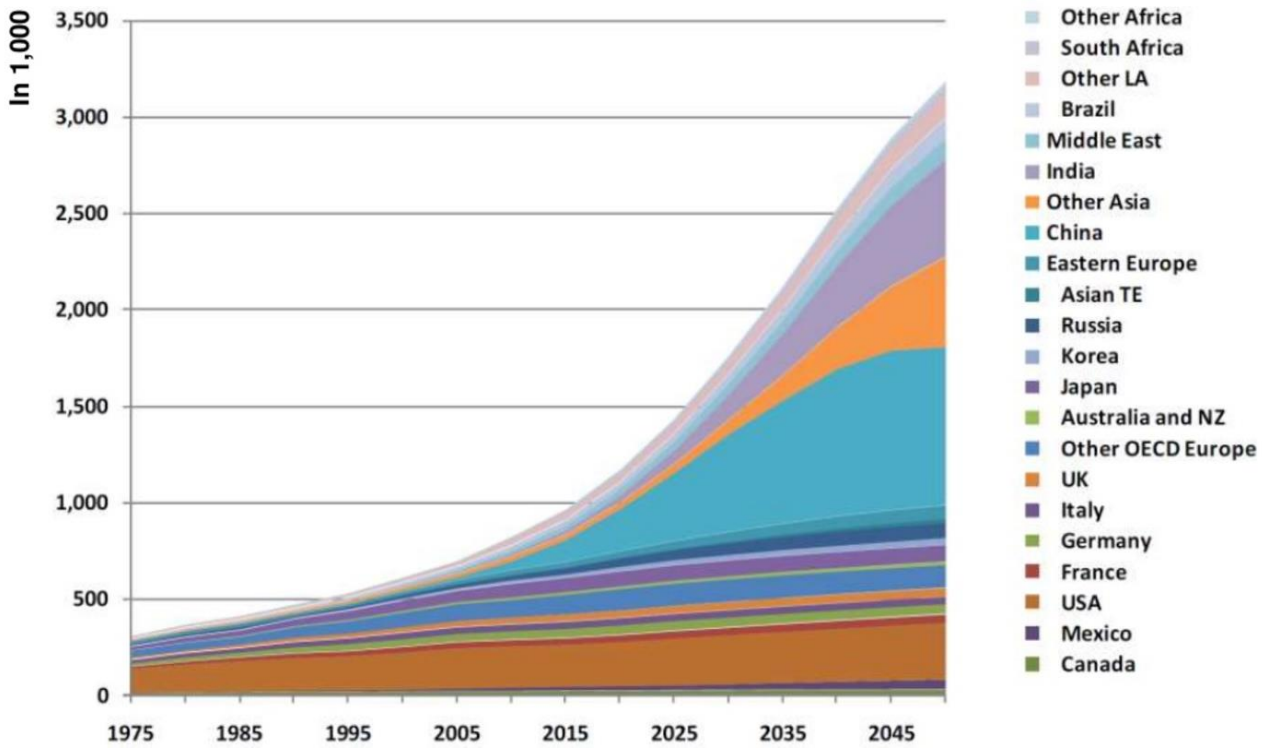
LE PARC AUTOMOBILE ACTUEL EST CONSTITUÉ DE PRÈS DE 1,7 MILLIARD DE VÉHICULES

WHO, “Global Health Observatory data repository”, 2015
Photo: B137

…ET POURRAIT ATTEINDRE LES 3, 87 MILLIARDS D'ICI À 2050

Sitty and Taft, "What will the global light-duty vehicle fleet look like through 2050?", 2016
Photo: Whitehotpix

…DU FAIT DE LA CROISSANCE ACTUELLE DES ÉCONOMIES EN DÉVELOPPEMENT



IEA, 2008

Alors que le paysage de la mobilité se transforme…

La mobilité se transforme

…et des voitures sans chauffeurs verront bientôt le jour

Source: Silver Blue

La mobilité se transforme…

…et nous ne possèderons plus de voitures

La mobilité se transforme…

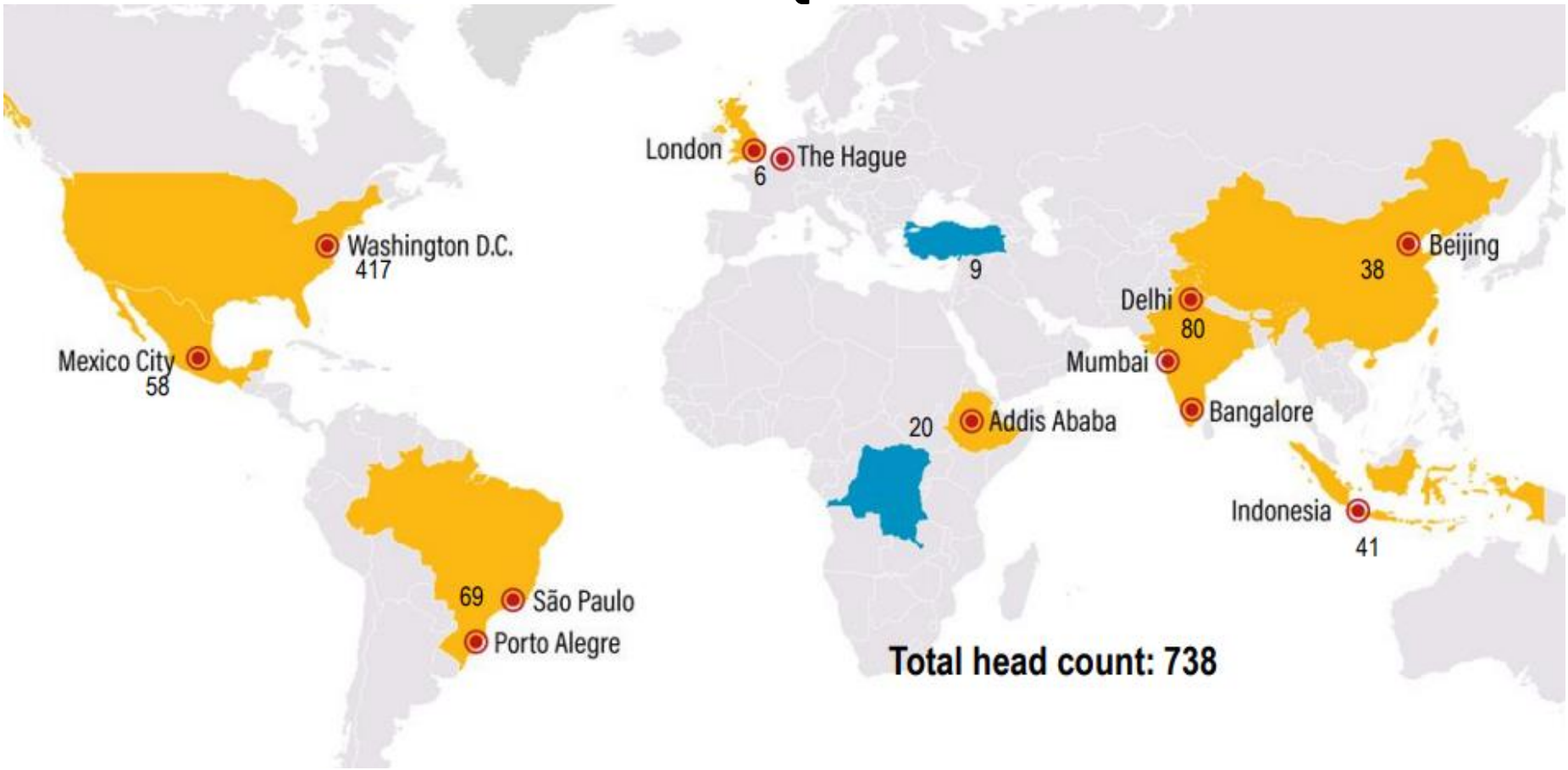
…et les voitures ne pollueront plus

CES BOULEVERSEMENTS PEUVENT ABOUTIR À

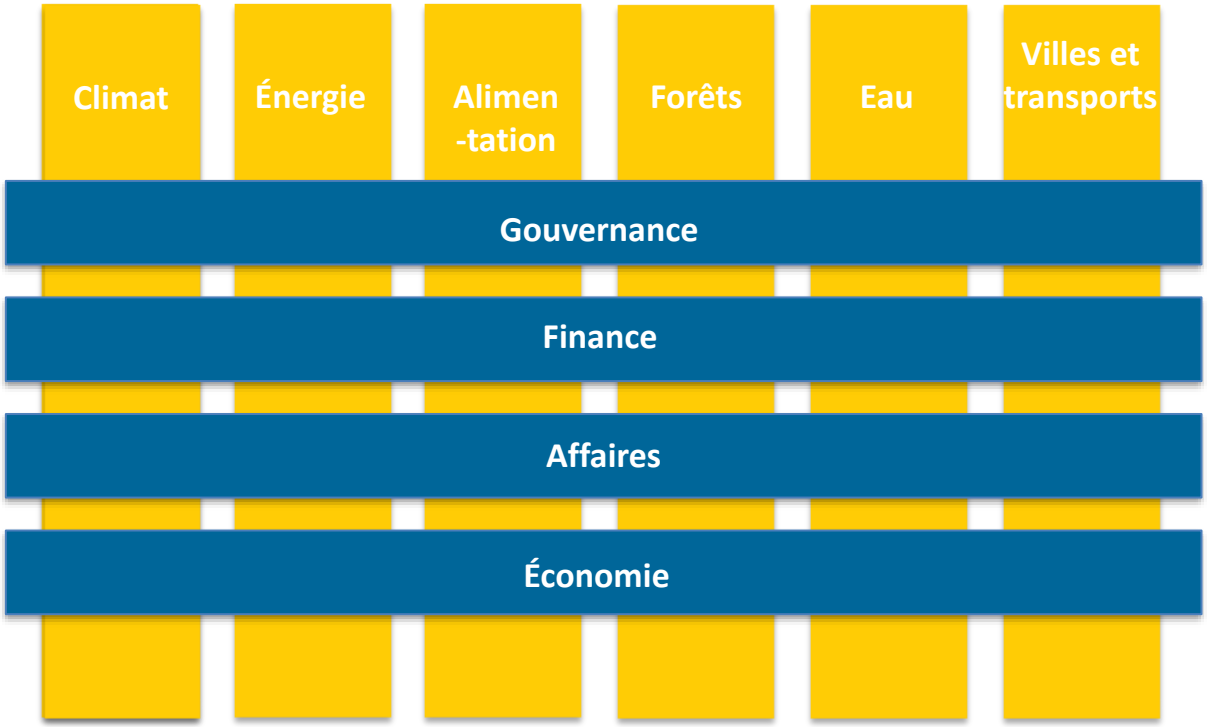
DES VILLES DURABLES ET PROSPÈRES…OU PAS

Tout dépend de notre façon de gérer et d'orienter cette transition.

À PROPOS DU WRI : LE WRI EST UN ORGANISME DE RECHERCHE MONDIAL QUI TRANSFORME DE GRANDES IDÉES EN ACTIONS AU CARREFOUR DE L'ENVIRONNEMENT, DES OPPORTUNITÉS ÉCONOMIQUES ET DU BIEN-ÊTRE.



NOUS TRAVAILLONS DANS SIX GRANDS DOMAINES



WORLD RESOURCES INSTITUTE | WRI ROSS CENTER FOR SUSTAINABLE CITIES

Plus de 250 employé.e.s

dans 9 bureaux situés
dans 6 pays

Une présence active

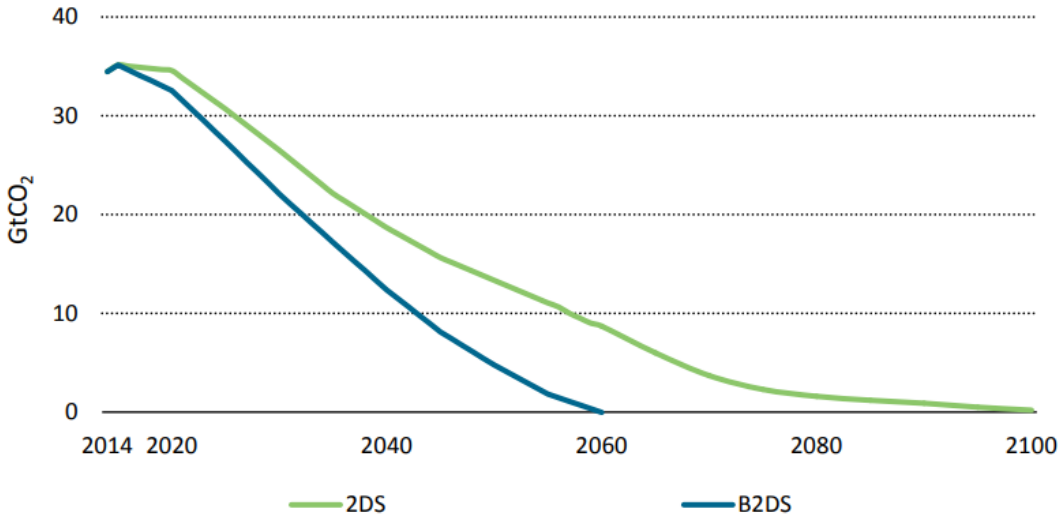
dans 55 villes

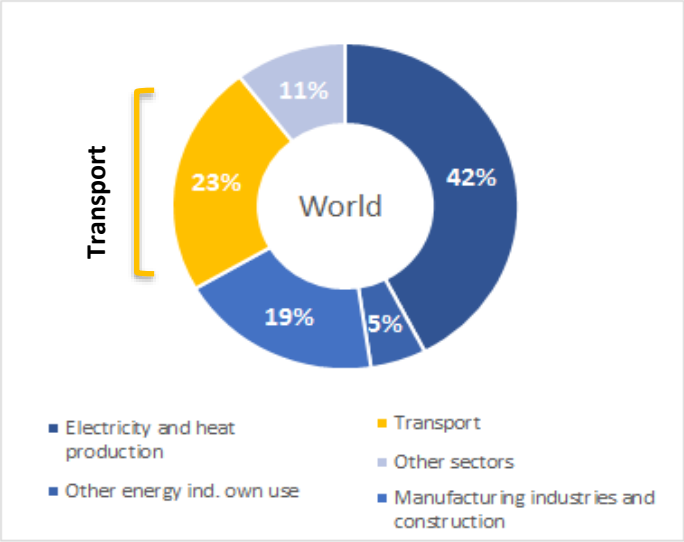
3 thématiques

- **La mobilité urbaine**
- **L'efficience énergétique et les changements climatiques**
- **Le développement urbain**

WRI ROSS CENTER
SUSTAINABLE CITIES

POUR SE CONFORMER À UNE HAUSSE DES TEMPÉRATURES INFÉRIEURE À 2°C, LE SECTEUR DES TRANSPORTS DOIT ÊTRE COMPLÈTEMENT DÉCARBONÉ D'ICI 2060





[À gauche] IEA, "Global EV Outlook" (en français, "Aperçu mondial des VE"), 2017.

[À droite] IEA, auteurs utilisant des données du rapport "CO2Emissions from fuel combustion: Highlights" (en français, "Emissions de CO_2 liées à la combustion de carburant : faits marquants"), 2015

UNE GRANDE PARTIE DE LA POPULATION UTILISE CE MODE DE TRANSPORT, CE QUI FAIT QUE LE SECTEUR DES TRANSPORTS PRODUIT DE NOMBREUX EFFETS EXTERNES NÉGATIFS

23% de CO_2
55% de PM_{10}
40% de NO_X
(Bogota en 2006)

5% du parc

VEHICLE ELECTRIFICATION

A NEW HOPE

LES VÉHICULES ÉLECTRIQUES RESTENT UNE GOUTTE D'EAU DANS L'OCÉAN, CEPENDANT LA TENDANCE DEVRAIT AUGMENTER DANS LES ANNÉES À VENIR

Parc actuel :
4 millions

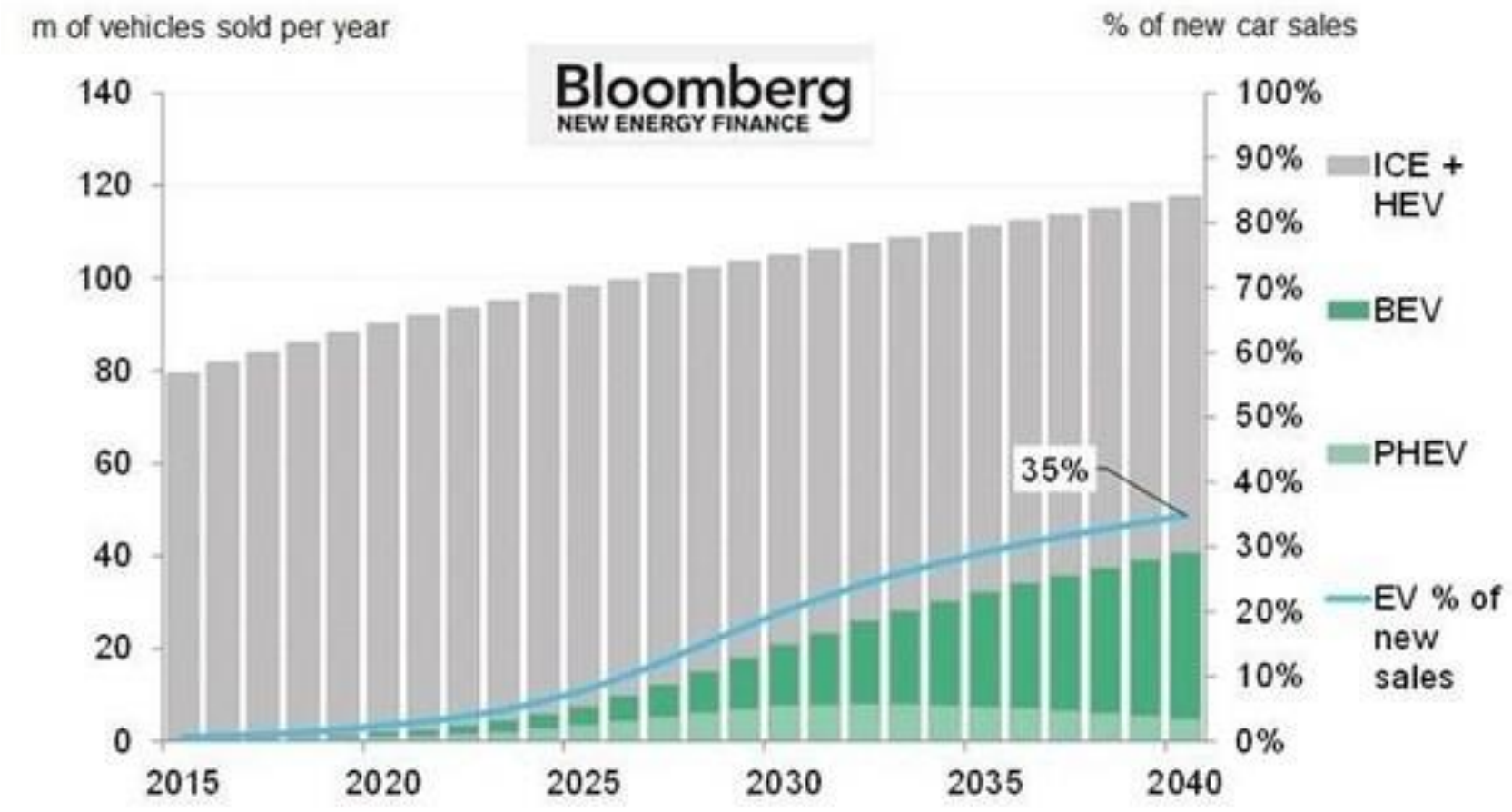
VE

Parc de véhicules à combustibles fossiles :
1, 7 milliard

Auteurs utilisant des données IEA, "Global EV Outlook" (en français, "Aperçu mondial des VE"), 2017.

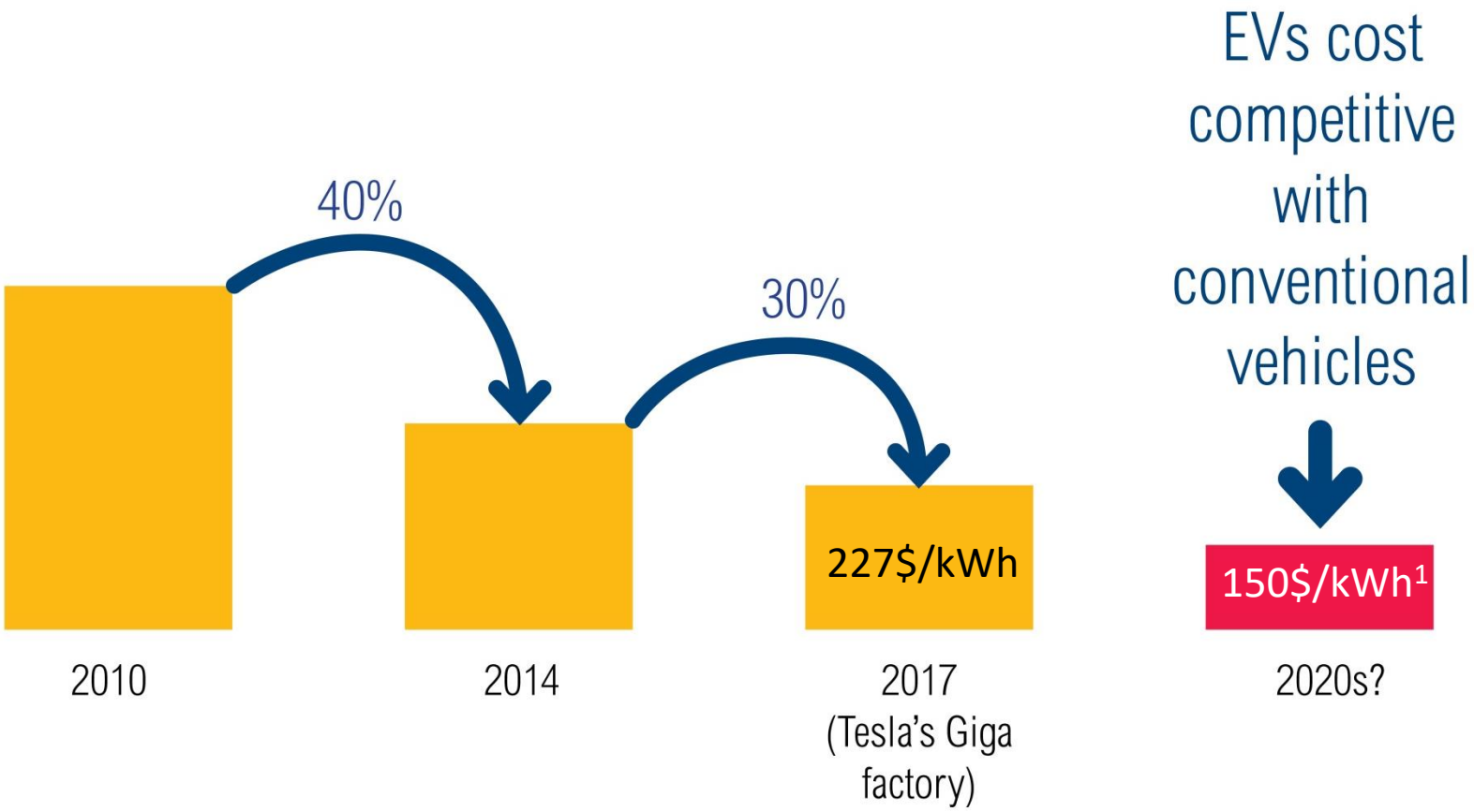
WORLD RESOURCES INSTITUTE

EN 2040, ON ESTIME QUE 35 % DES VÉHICULES NEUFS VENDUS SERONT DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES



Source: BNEF, “Electric Vehicle Outlook” (en français, “Aperçu des véhicules électriques”), 2017

LE PRIX DES BATTERIES DE VÉHICULES ÉLECTRIQUES BAISSE RAPIDEMENT



1. Nykvist et Nilsson "Rapidly falling costs of battery packs for electric vehicles" (en français, "Chute rapide du prix des batteries des véhicules électriques"), 2015,

LE MARCHÉ SE PRÉPARE À RELEVER LE DÉFI

All Volvo cars to be electric or hybrid from 2019

Landmark move as first big manufacturer says it will stop making vehicles solely powered by internal combustion engine

Sales of Volvo's hybrid XC90 have been stronger than expected. Photograph: Volvo

In Pivotal Moment, Tesla Unveils Its First Mass-Market Sedan

By BILL VLASIC JULY 29, 2017

The Tesla Model 3 sedan. Tesla Motors, via Associated Press

…AINSI QUE CERTAINS GOUVERNEMENTS

France to ban sales of petrol and diesel cars by 2040

Move by Emmanuel Macron's government comes a day after Volvo said it would only make fully electric or hybrid cars from 2019

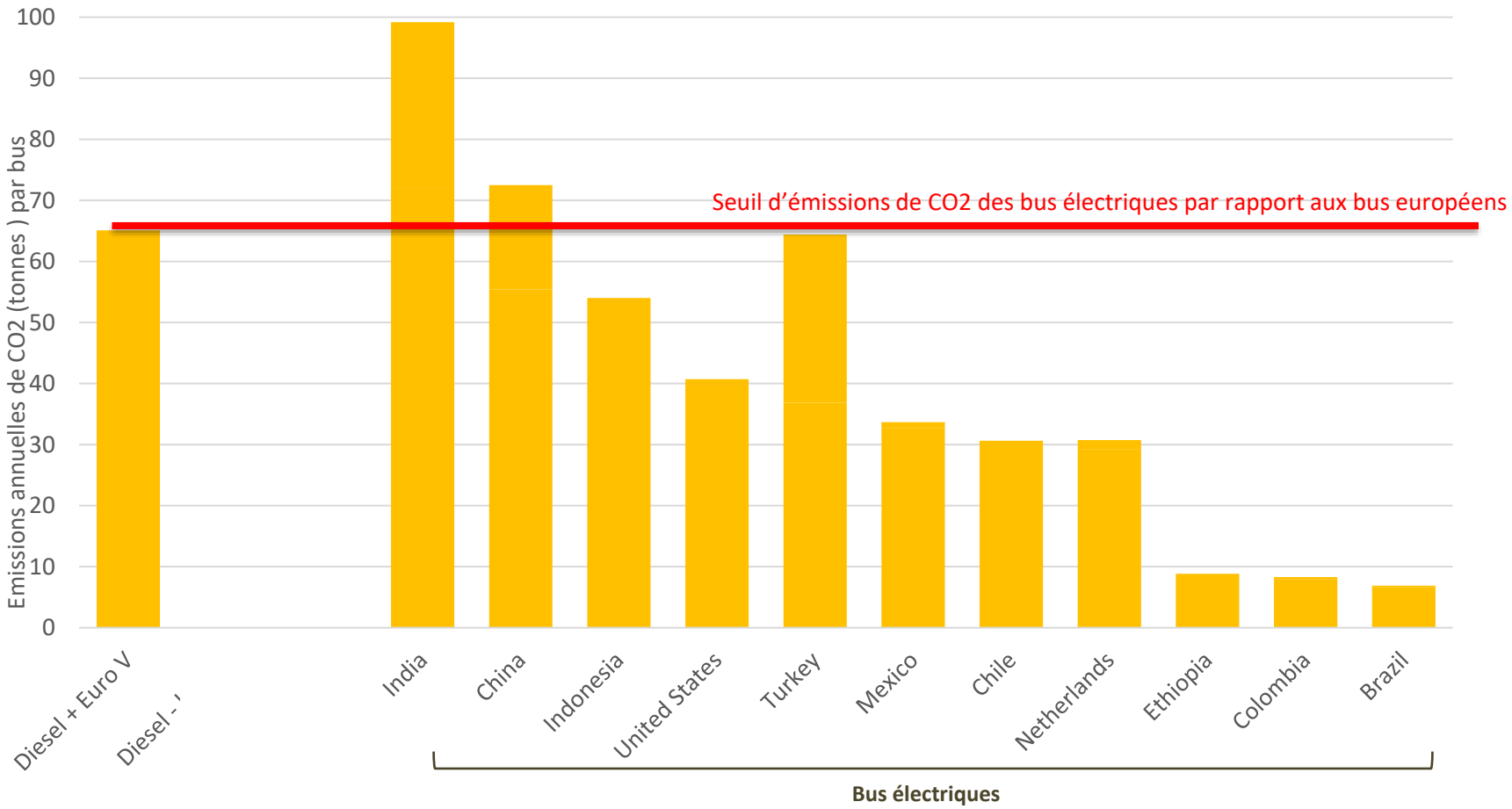
Renault's Zoe electric car will escape France's ban after 2040. Photograph: Renault

Britain to ban sale of all diesel and petrol cars and vans from 2040

Plans follow French commitment to take polluting vehicles off the road owing to effect of poor air quality on people's health

Ministers believe poor air quality poses largest environmental risk to public health in UK. Photograph: Peter Macdiarmid/Getty Images

CONSTRUIRE DES BUS ELECTRIQUES EST DÉJA PERTINENT DU POINT DE VUE DES ÉMISSIONS DE CO2 DANS DE NOMBREUX PAYS

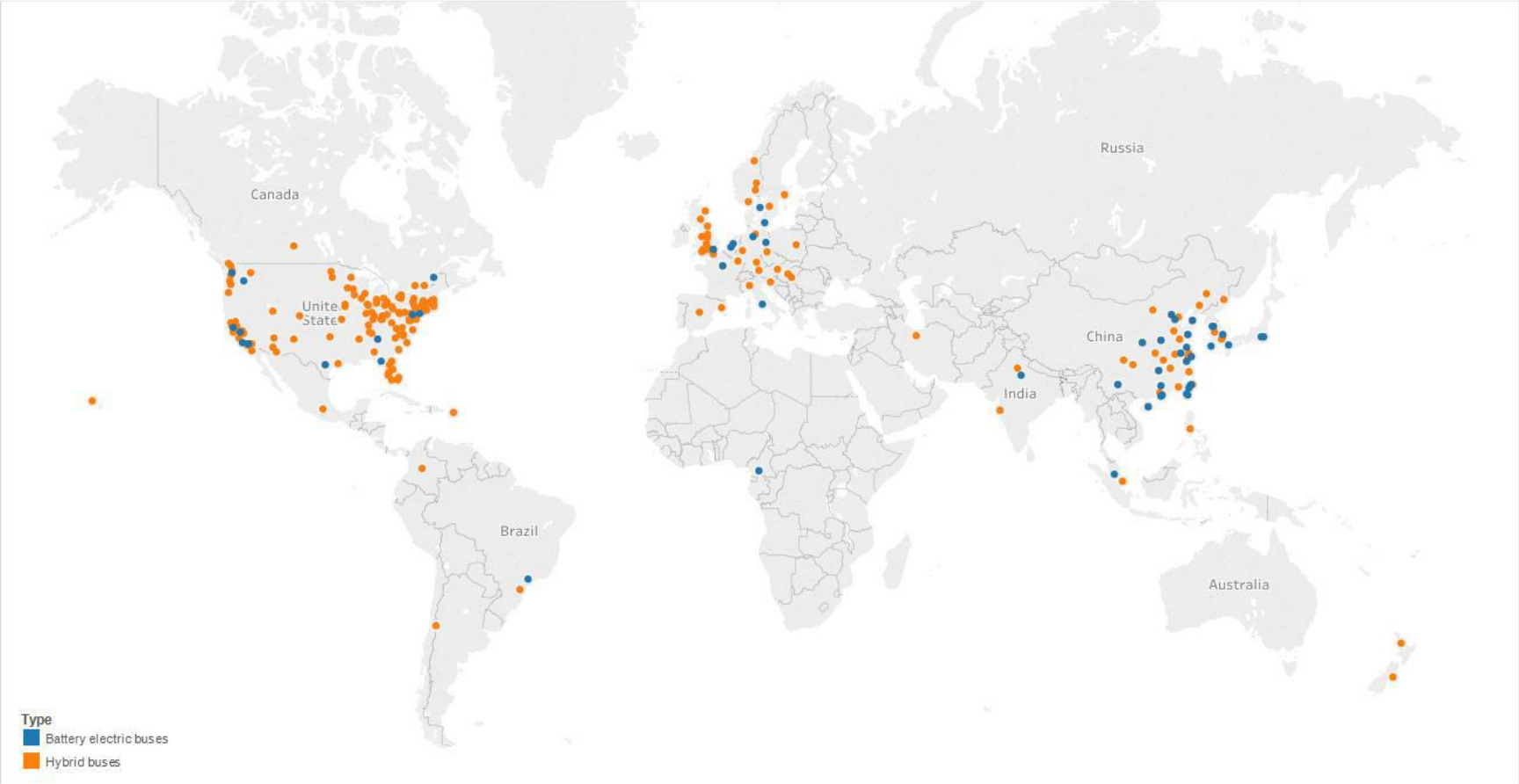


Source: auteurs ayant des informations de l' IEA

WORLD RESOURCES INSTITUTE

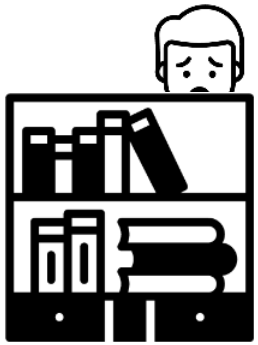
EST-CE QUE CE SERA SUFFISANT ?

PLUS DE 300 VILLES ONT DÉJÀ MIS EN SERVICE DES BUS ÉLECTRIQUES OU HYBRIDES QUI FONT PARTIE DE LEURS PARCS



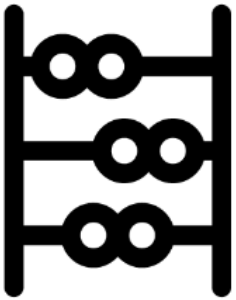
TOUTEFOIS CETTE TRANSITION DOIT ENCORE RELEVER DES DÉFIS AVANT DE DEVENIR UNE RÉALITÉ DANS LE QUOTIDIEN DES GENS

Des véhicules et des infrastructures plus chers



Une peur du changement et un manque de connaissances

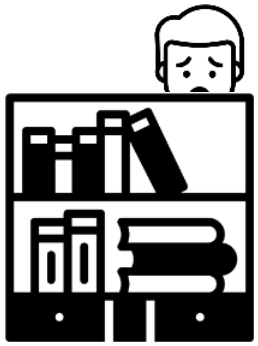
Un manque de préparation technologique (p.ex. rayon d'action)



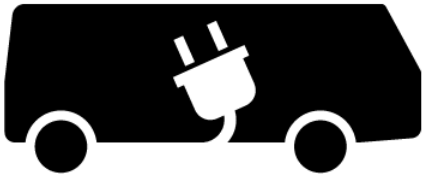
Des modes d'approvisionne-ment obsolètes

AU COURS DE CETTE SÉANCE, NOUS DÉCOUVRIRONS COMMENT LES VILLES À L'ÉCHELLE MONDIALE ONT SU RELEVER LE PREMIER DÉFI

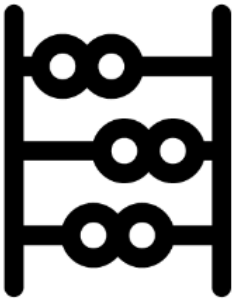
Des véhicules et des infrastructures plus chers



Une peur du changement et un manque de connaissances



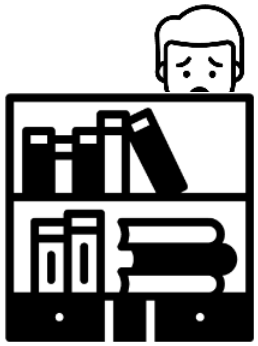
Un manque de préparation technologique (p.ex. rayon d'action)



Des modes d'approvisionne-ment obsolètes

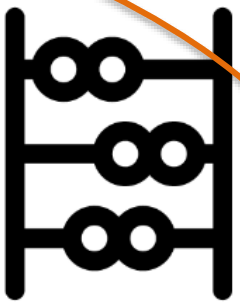
…ET EN LE FAISANT, ONT RÉUSSI À EN RELEVER D'AUTRES

Des véhicules et des infrastructures plus chers



Une peur du changement et un manque de connaissances

Un manque de préparation technologique (p.ex. rayon d'action)



Des modes d'approvisionne-ment obsolètes

ARTICLE IN PRESS

Research in Transportation Economics xxx (xxxx) xxx–xxx

Contents lists available at ScienceDirect

Research in Transportation Economics

journal homepage: www.elsevier.com/locate/retrec

Emerging trends and innovations for electric bus adoption—a comparative case study of contracting and financing of 22 cities in the Americas, Asia-Pacific, and Europe

Xiangyi Li*, Sebastian Castellanos, Anne Maassen

World Resources Institute, 10 G Street NE Suite 800, Washington, DC, 20002, USA

ARTICLE INFO

Keywords:
Electric bus
Alternative funding mechanism
Urban finance
Grants
Risk mitigation
Contract
Electric vehicle*JEL classification:*
H81
L92
R42
R51
R53

ABSTRACT

Electric buses have local environmental benefits, which has incentivized cities to transition their fleets from diesel to electric. However, the adoption of electric bus globally is geographically uneven and limited in scale. One issue is the high upfront cost of electric buses. However, few studies have analyzed the contracting and financing mechanisms that can help accelerate electric bus adoption. As part of the initial information collection process, the paper is based on real-world experiences and evidence, applies a comparative multi-case study to 22 cities in 14 countries. A framework is used for analysis, which includes identifying technical components that require investment, non-reimbursable funds and investment capital applied, and legal arrangements supporting the implementation. Results show that three key elements are seen in electric bus adoption across the globe, despite regional differences. First, both public and private grants, when dedicated to cleaning the fleet, appear as a strong factor underpinning existing clean bus systems. Second, less costly sources of financing, which may come from different stakeholders, can reduce financial risks, and it is where innovation can happen. Third, innovative ways of structuring contractual implementation effectively connect stakeholders and involve third-party players, which leads to shared risks, increased efficiency and improved performance.

1. Introduction

Electric buses[1] reduce local air pollution, can improve service quality by reducing vibration and noise, and increase vehicle efficiency through reduced energy consumption and lower fuel requirements (United States Department of Transportation, 2016). However, uncertainties still exist in the lifecycle cost-competitiveness of electric buses compared to diesel buses. These uncertainties are due to local operational cost variations and a lack of methodologies that would help account for the social benefits of electric buses (Quarles & Kockelman, 2018). According to Bloomberg New Energy Finance (2018), electric buses are cost-competitive with certain battery content and operational conditions, and the competitiveness improves in larger cities, with longer annual distances travelled. Also, the climate benefits of electric buses are largely determined by the grid emissions factors of the electricity used (Mulley, Hensher, & Cosgrove, 2017), and the end of life disposal of used batteries is a question that still needs to be addressed on a large scale (Nordelöf, Messagie, Tillman, Ljunggren Söderman, & Van Mierlo, 2014). While these concerns exist, more and more cities are considering electric buses as an increasingly desirable alternative to conventional buses.

Despite recent growth in the market and interests in electric buses, worldwide implementation is geographically uneven and limited in scale (Fig. 1). For example, the North American market for electric and hybrid buses grew by more than 400% from 2005 to 2010 (Marlay, 2013). In 2016, more than 40 cities worldwide were operating battery-powered electric buses (Castellanos & Maassen, 2017), with 87% of the buses in China (International Energy Agency, 2017). Shenzhen, China, home to the largest urban electric bus fleet (International Energy Agency, 2017), has fully upgraded all urban transit buses into electric

* Corresponding author.
E-mail address: xiangyi.li@wri.org (X. Li).

[1] Electric buses, in this paper, refer to battery electric buses in general. But this terminology may include several types of technology, based on different energy sources, engine types, charging mechanisms, etc. In this paper, hybrid electric bus is also included in the conversation and can be seen in some of the cases, due to the innovation part of its contracting and financing mechanism, and similarity to battery electric bus compared to conventional diesel buses. Detailed explanations and case selection criteria can be seen in the methodologies part of the paper.

https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.06.016
Received 29 November 2017; Received in revised form 29 June 2018; Accepted 30 June 2018
0739-8859/ © 2018 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Please cite this article as: Li, X., Research in Transportation Economics (2018), https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.06.016

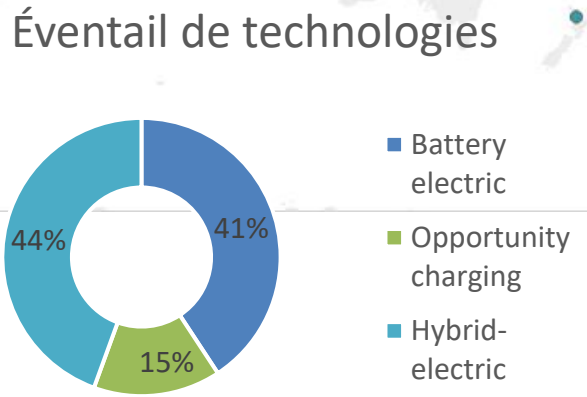
Nouvelles tendances et innovations pour la mise en service des bus électriques - étude de cas comparative de la passation de marchés et du financement dans 22 villes des Amériques, de l'Asie-Pacifique et de l'Europe

XiangyiLi, Sebastián Castellanos, Anne Maassen

Août 2018

Recherche faite dans le secteur des transports

NOUS AVONS MENÉ DES RECHERCHES DANS 22 VILLES DU MONDE ENTIER POUR COMPRENDRE COMMENT ELLES ONT MIS EN SERVICE DES BUS ÉLECTRIQUES



Amériques		Asie/Pacifique		Europe
Amérique du Nord	Amérique du Sud	Asie	Océanie	Europe
6	2	7	1	9

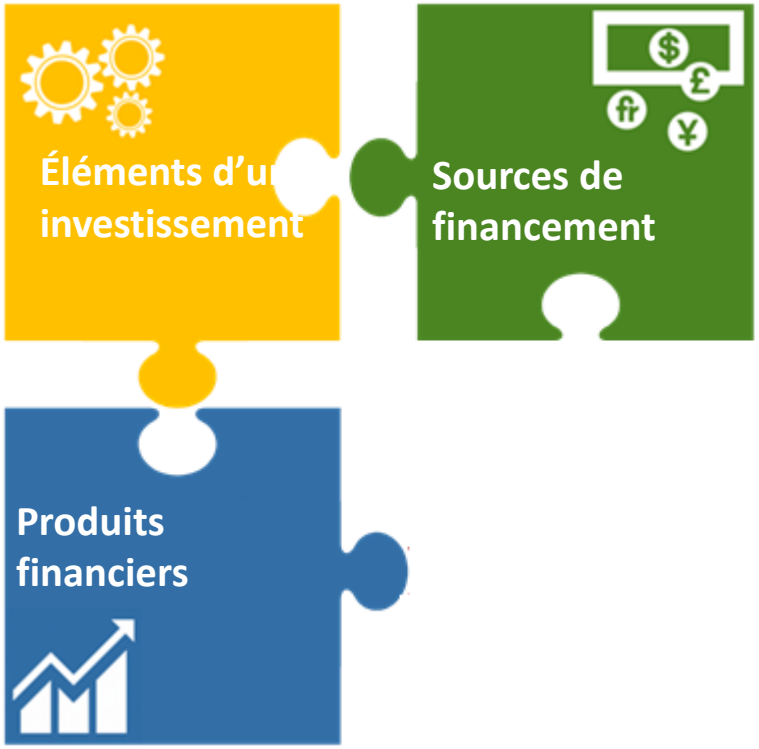
ET NOUS AVONS ÉLABORÉ UN CADRE POUR ANALYSER NOS RÉSULTATS

Les éléments d'un investissement dans des bus à faibles émissions

ET NOUS AVONS ÉLABORÉ UN CADRE POUR ANALYSER NOS RÉSULTATS

Les éléments d'un investissement dans des bus à faibles émissions

Les sources de financement disponibles pour réaliser ces investissements

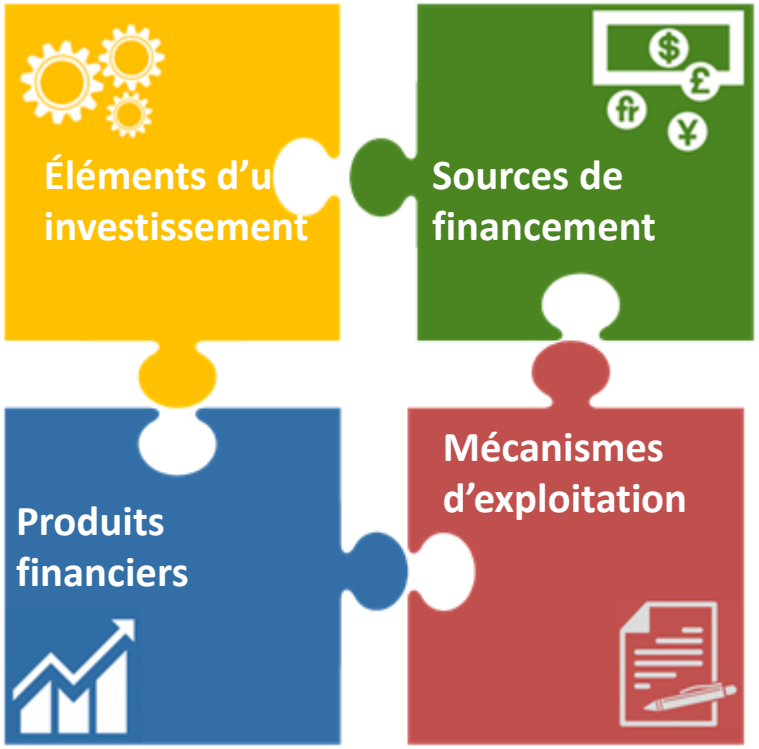


Produits financiers pouvant être utilisés pour mobiliser des capitaux de tiers

ET NOUS AVONS ÉLABORÉ UN CADRE POUR ANALYSER NOS RÉSULTATS

Les éléments d'un investissement dans des bus à faibles émissions

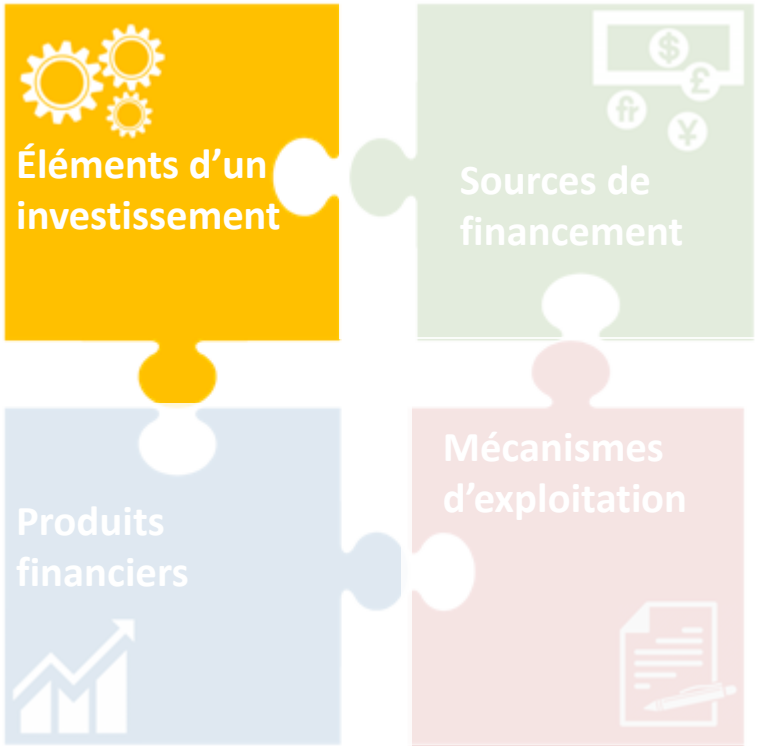
Les sources de financement disponibles pour réaliser ces investissements



Produits financiers pouvant être utilisés pour mobiliser des capitaux de tiers

La répartition des risques et des responsabilités entre les acteurs impliqués

DANS QUOI LES VILLES INVESTISSENT-ELLES QUAND ELLES FONT UNE TRANSITION VERS DES PARCS ÉLECTRIQUES?



SHENZHEN, CHINE

Le plus grand parc de bus au monde : 14 500 bus électriques

LONDRES, LE DÉPÔT DE WATERLOO

Bornes de recharge électrique

BEIJING, CHINE

Dépôts de batteries et machines rotatives

DÉVELOPPEMENT DE L'INFRASTRUCTURE

Volvo-Siemens

BOGOTA, COLOMBIE

FORMATION DES CHAUFFEURS

GÖTEBORG, SUÈDE

Sa réputation : le silence

ÉLÉMENTS D'UN INVESTISSEMENT

Actifs matériels

Opérations

Actifs im-matériels

Terrain
(Zones de recharge)
(Foothill)

Planification
et préparation
(Gumi)

Sécurité et santé
(Turin)

Bornes de recharge et
Infrastructure
(Turin, Paris)

Construction et
installation
(Suède:
Siemens-Volvo)

Efficience
énergétique
(Combustible/ Foothill)

Bâtiments
et infrastructures
supplémentaires
(p.ex, échange de batteries,
Rome)

Fonctionnement,
et formation
(Bogota)

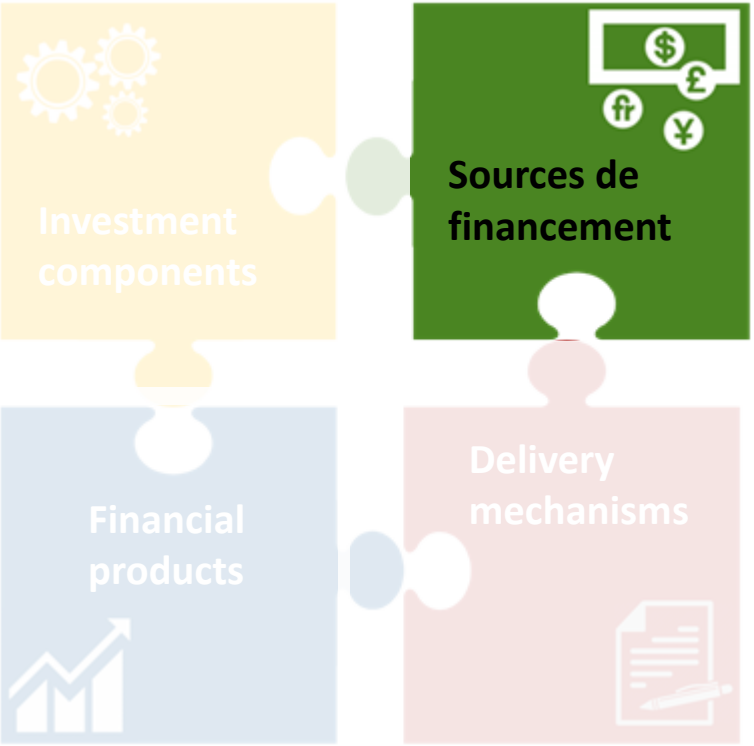
Réputation
Et marque
(Bruit, qualité de l'air,
approbation,
Expérience du chauffeur)
(Turin, Göteborg)

Bus
et batteries

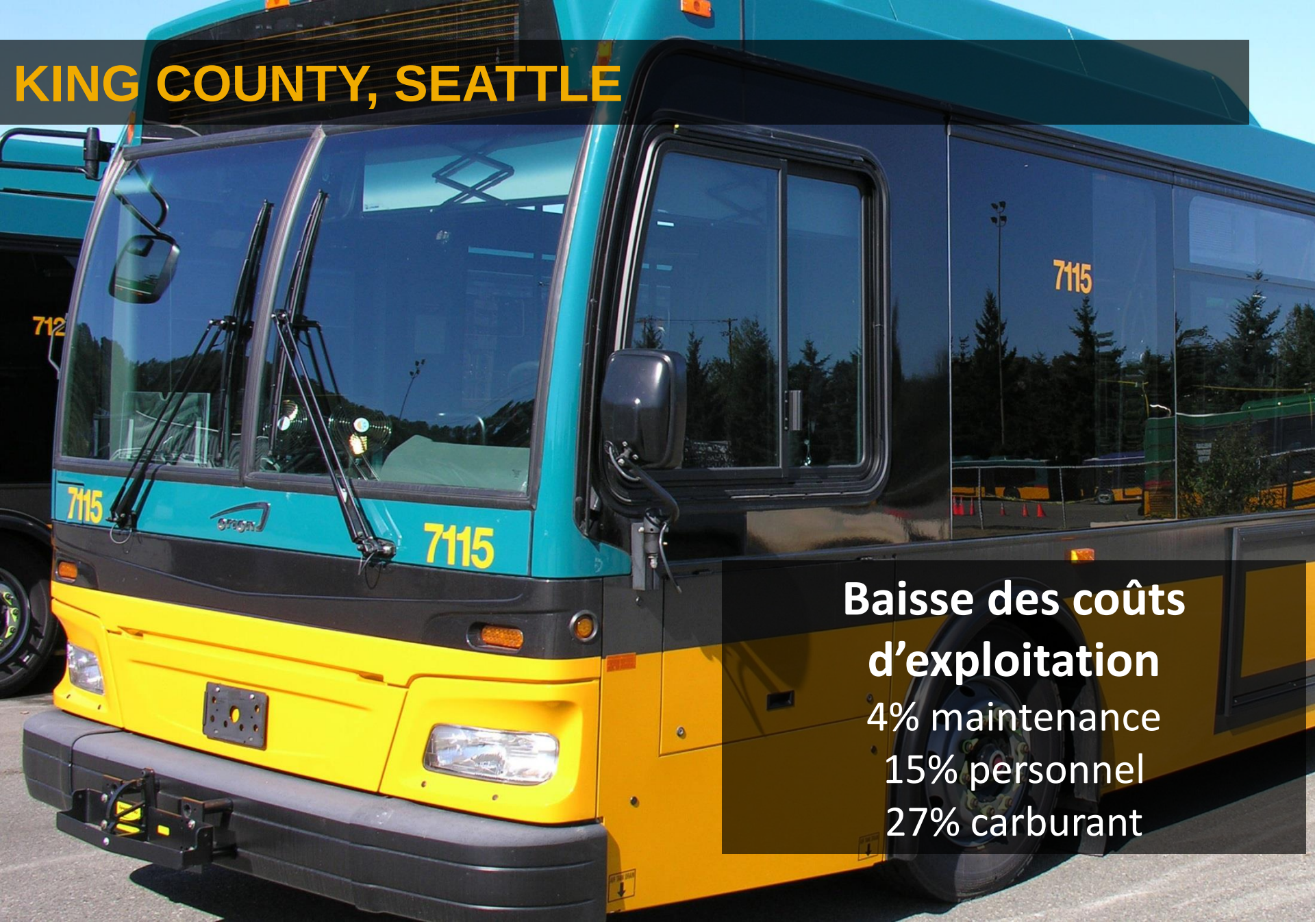
Entretien
(Shenzhen)

Viabilité
financière
(Singapour)

COMMENT LES VILLES FINANCENT-ELLES CES INVESTISSEMENTS?



KING COUNTY, SEATTLE



Baisse des coûts d'exploitation

4% maintenance
15% personnel
27% carburant

FOOTHILL, CALIFORNIE

Bail sans charges locatives pour les terrains où se trouvent les bornes de recharge

LONDRES, GB

Fonds national pour la technologie des autobus propres, utilisé localement

SOURCES DE FINANCEMENT

Encais-sements

Recettes de la borne

Optimisation de la valeur foncière dans les entrepôts et les gares
(Singapour)

Publicité dans les gares et sur les infrastructures

Baisse des coûts d'exploitations
(Londres)

Mesures d'incitation

Subventions
(MAAN, Sri Lanka)

Impôts
(Bogota)

Tarifs préférentiels
(p.ex. Tarifs d'électricité)
(Chine, Foothill, Colombo)

Autres budgets

Transferts inter-administrations
(Corée du Sud)

Impôts spéciaux
(Paris)

Cession d'actifs et mise au rebut
(Brésil)

QUELS PRODUITS FINANCIERS LES VILLES UTILISENT-ELLES?

BOGOTA, COLOMBIE

Des investisseurs privés possèdent plus de la moitié du parc d'autobus hybrides

TIANJIN, CHINE

Le transport public peut être financé par des obligations vertes

BOGOTA, COLOMBIE

Le Fonds pour les technologies propres a accordé un prêt de 40 millions de dollars pour l'acquisition de bus hybrides

CURITIBA, BRÉSIL

La BNDES (Banque nationale brésilienne de développement économique et social) **accorde des prêts concessionnels pour la construcion de bus au Brésil**

PRODUITS FINANCIERS

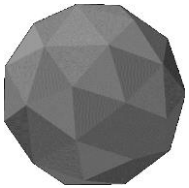
Fonds propres

Investisseurs privés
(directs ou indirects)
(Bogota)

Fonds publics
(Italie)

Créances

Prêts bancaires
(publics ou privés)
(Bogota)



Finance climatique internationale
(Bogota)

Obligations vertes
(Tianjin)

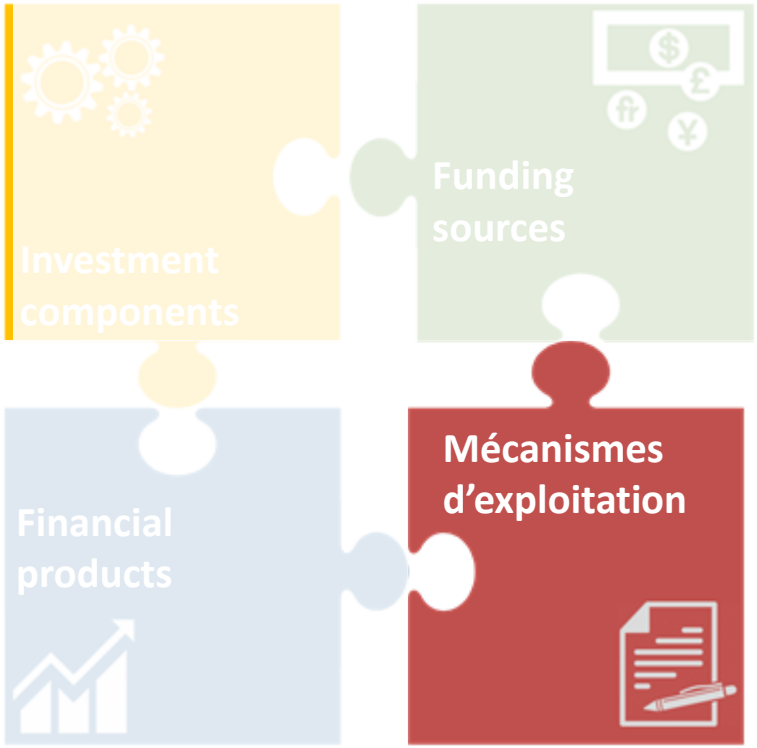
Diminution des risques

Réserve aléas
(Bogota)

Dispositions d'un contrat

Prêts concessionnels
(Curitiba)

COMMENT LES RISQUES SONT-ILS RÉPARTIS ENTRE LES DIFFÉRENTS ACTEURS CONCERNÉS?



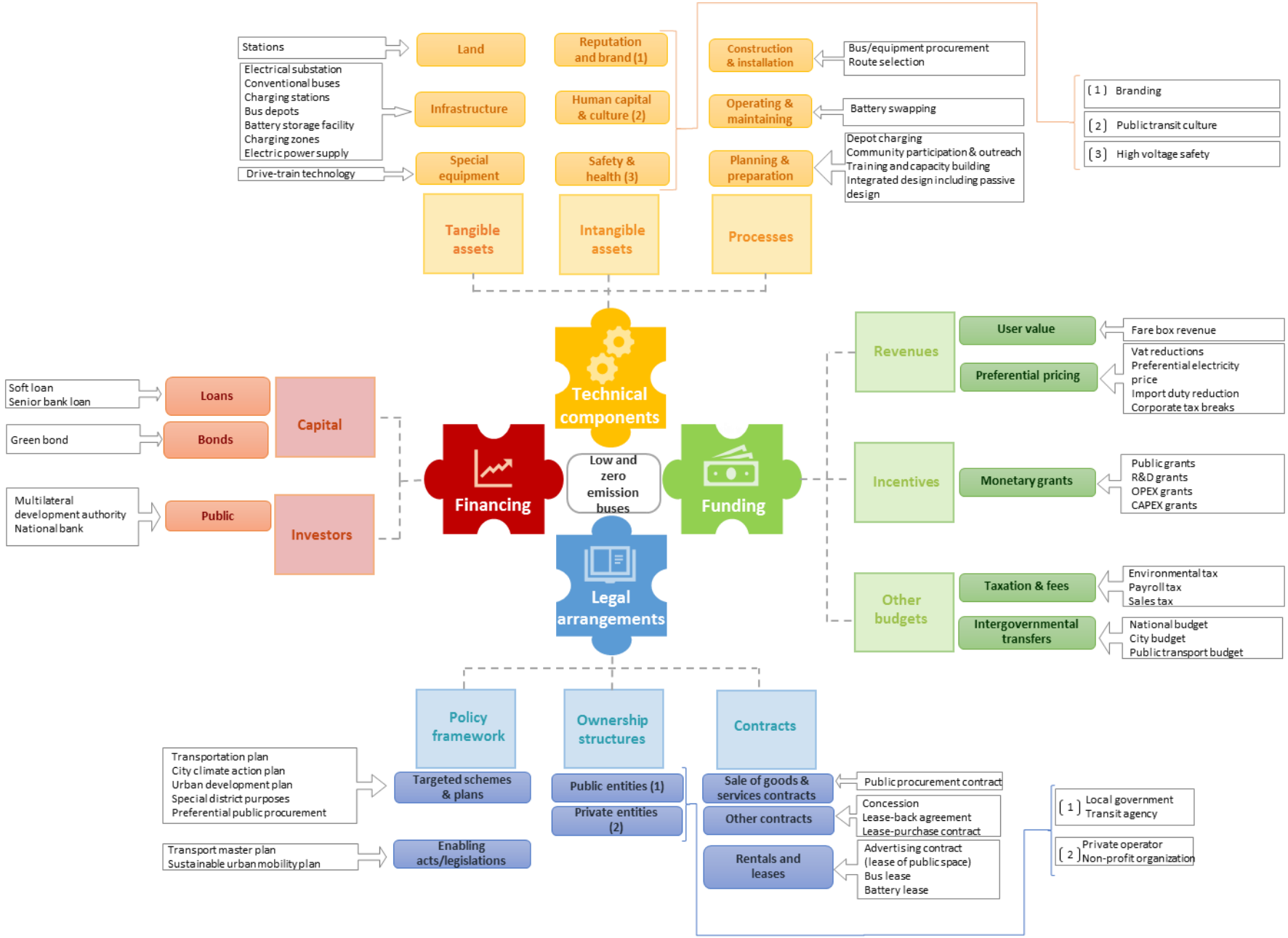
SHENZHEN, CHINE

Les compagnies de bus et des tiers achètent des bus et les louent à des opérateurs

PARIS, FRANCE

Bus 2025:
20% du parc sera entièrement électrique d'ici 2025

Résumé


Stations
Land
Electrical substation
Conventional buses
Charging stations
Bus depots
Battery storage facility
Charging zones
Electric power supply
Infrastructure
Drive-train technology
Special equipment
Reputation and brand (1)
Human capital & culture (2)
Safety & health (3)
Construction & installation
Bus/equipment procurement
Route selection
Operating & maintaining
Battery swapping
Planning & preparation
Depot charging
Community participation & outreach
Training and capacity building
Integrated design including passive design
(1) Branding
(2) Public transit culture
(3) High voltage safety
Tangible assets
Intangible assets
Processes
Technical components
Soft loan
Senior bank loan
Loans
Green bond
Bonds
Capital
Multilateral development authority
National bank
Public
Investors
Financing
Low and zero emission buses
Funding
Legal arrangements
Revenues
User value
Fare box revenue
Preferential pricing
Vat reductions
Preferential electricity price
Import duty reduction
Corporate tax breaks
Incentives
Monetary grants
Public grants
R&D grants
OPEX grants
CAPEX grants
Other budgets
Taxation & fees
Environmental tax
Payroll tax
Sales tax
Intergovernmental transfers
National budget
City budget
Public transport budget
Policy framework
Ownership structures
Contracts
Transportation plan
City climate action plan
Urban development plan
Special district purposes
Preferential public procurement
Targeted schemes & plans
Transport master plan
Sustainable urban mobility plan
Enabling acts/legislations
Public entities (1)
Private entities (2)
Sale of goods & services contracts
Public procurement contract
Other contracts
Concession
Lease-back agreement
Lease-purchase contract
Rentals and leases
Advertising contract (lease of public space)
Bus lease
Battery lease
(1) Local government
Transit agency
(2) Private operator
Non-profit organization

Étude de cas : Bogota

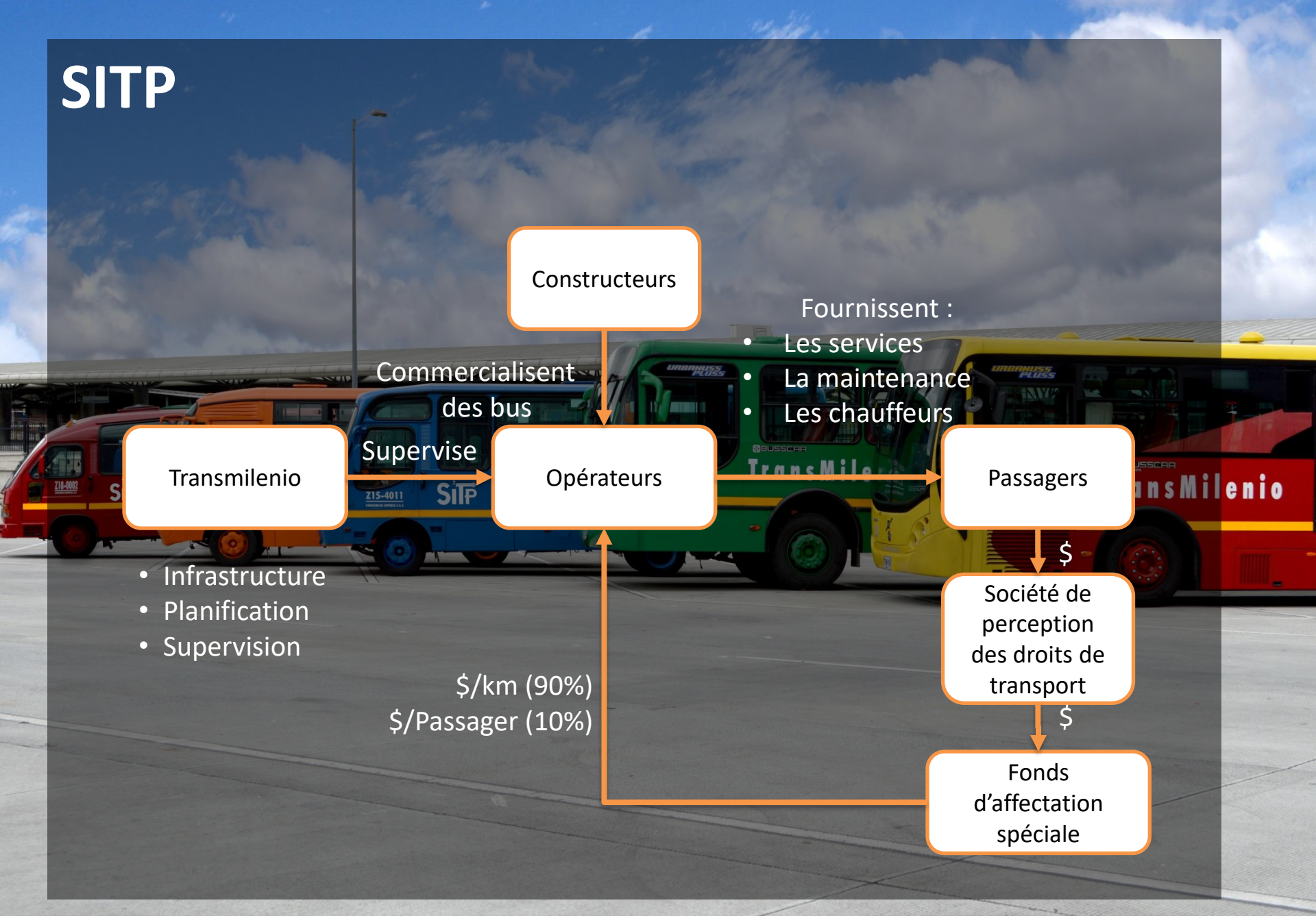
BOGOTA

SITP
Z18-0002
SITP
Z17-4024
SITP Urbano
Z15-4011
URBANUSS PLUSS
BUSSCAR
TransMile
URBANUSS PLUSS
BUSSCAR
D134
TransMilenio

Système intégré de transport public (SITP)

- Bus à haut niveau de service (BHNS) : 1999 (113 kms)
  - SITP: 2012
- 13 zones désservies, sous contrat de concession avec 9 opérateurs privés pendant 24 ans
- Parc de bus :
  - 2 000 bus articulés ou à double articulation
  - 8 000 bus de 19, 40, 50 et 80 passagers

SITP


Constructeurs
Fournissent :
• Les services
• La maintenance
• Les chauffeurs
Commercialisent des bus
Supervise
Transmilenio
Opérateurs
Passagers
$
Société de perception des droits de transport
$
Fonds d'affectation spéciale
• Infrastructure
• Planification
• Supervision
$/km (90%)
$/Passager (10%)

LES BUS HYBRIDES À BOGOTA

APERÇU GÉNÉRAL

- **En service depuis 2012**
- **2 opérateurs exploitent plus de 500 bus hybrides et électriques** Volvo
- Bus pour couloirs de bus à trafic mixte, avec des portes de chaque côté

25%
d'économies de carburant

CO_2

39%
de réduction des émissions de CO_2

NO_x

50%
de réduction des émissions de NOx

Éléments de l'investissement

Actifs matériels

- Bus hybrides à freinage par récupération
- Batteries

Actifs immatériels

- "Une ville à faibles émissions de carbone" selon les usagers de Bogota

Opérations

- Planification par Transmilenio avec opérateurs
- Formation par Volvo
- Maintenance par Volvo

Sources de financement

Encaissements

- Tarif par usager

Mesures d'incitation

Avantages fiscaux :

- Pas de TVA (16%)
- Réduction de l'impôt sur les sociétés pouvant couvrir 100% du prix de l'autobus
- Diminution des droits d'importation de 38% à 5%

Autres budgets

- Les recettes de la publicité sur les bus reviennent directement à l'opérateur

Produits financiers

Fonds propres

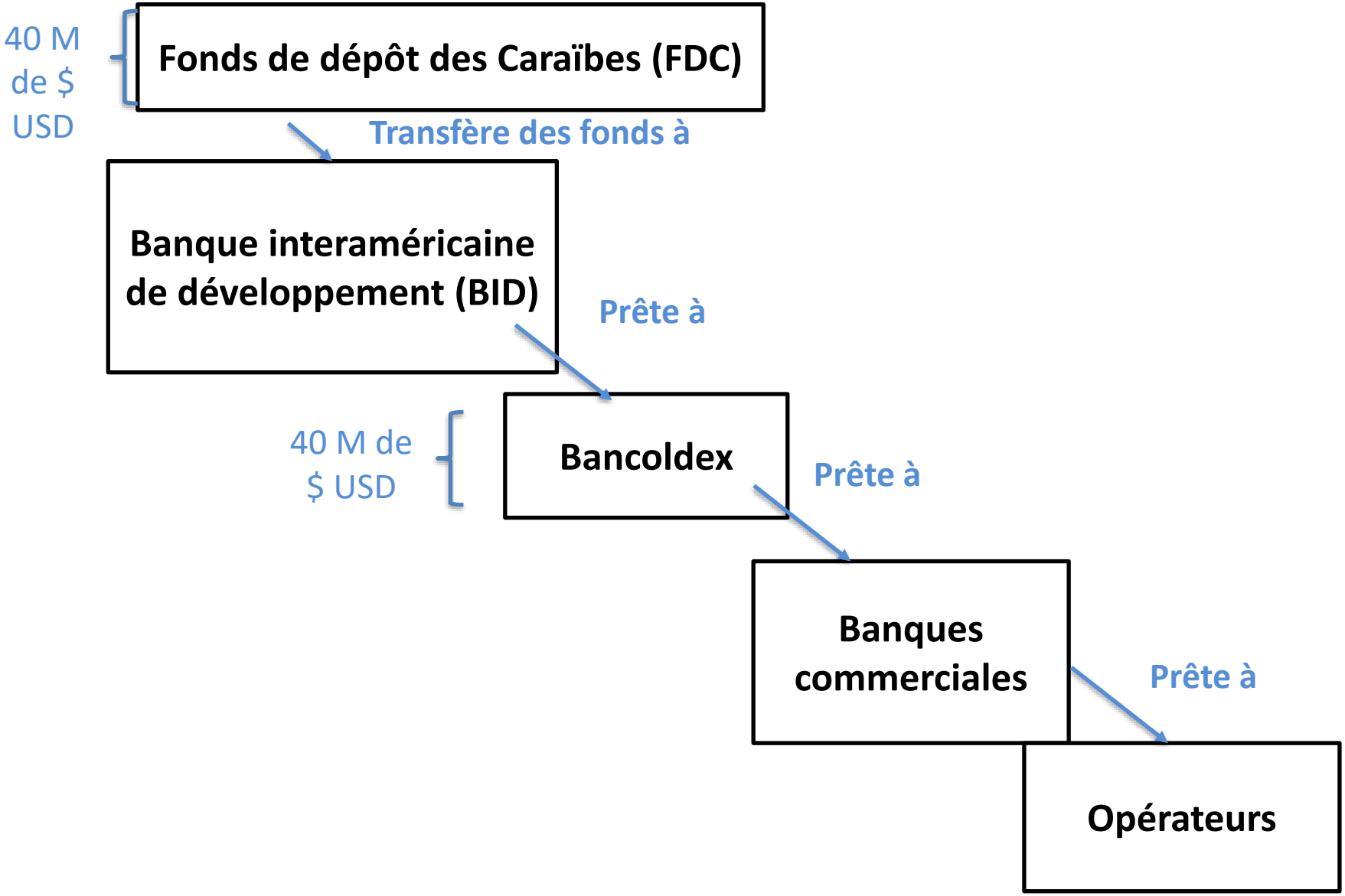
- Investisseurs privés

Créances

- Fonds pour les technologies propres
- Bancoldex (banque colombienne de développement)
- Banques commerciales

Diminution des risques

- Réserve aléas


40 M de $ USD
Fonds de dépôt des Caraïbes (FDC)
Transfère des fonds à
Banque interaméricaine de développement (BID)
Prête à
40 M de $ USD
Bancoldex
Prête à
Banques commerciales
Prête à
Opérateurs

Mécanismes d'exploitation

Cadres institutionnels

- Plan d'amélioration technologique

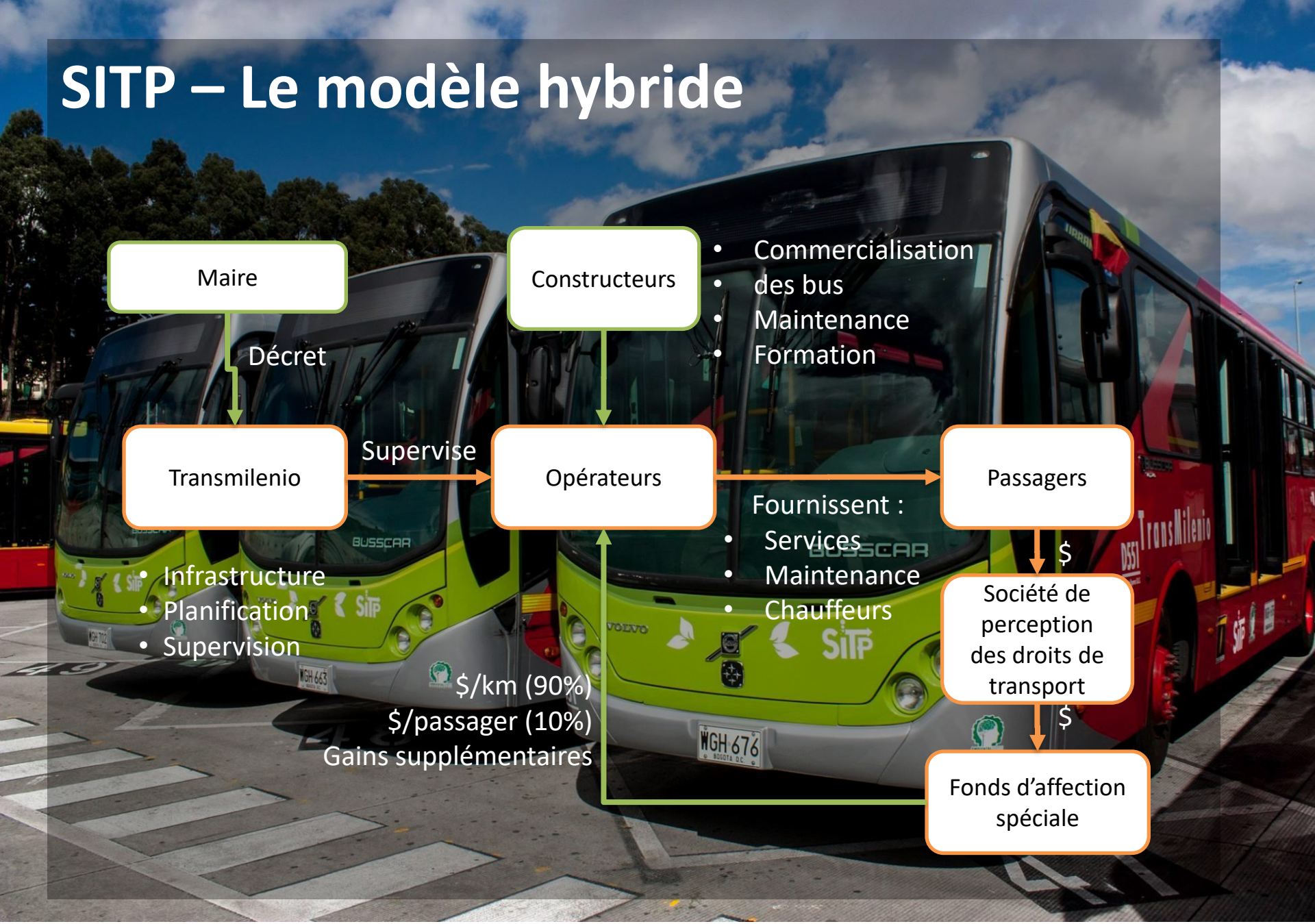
Entités juridiques

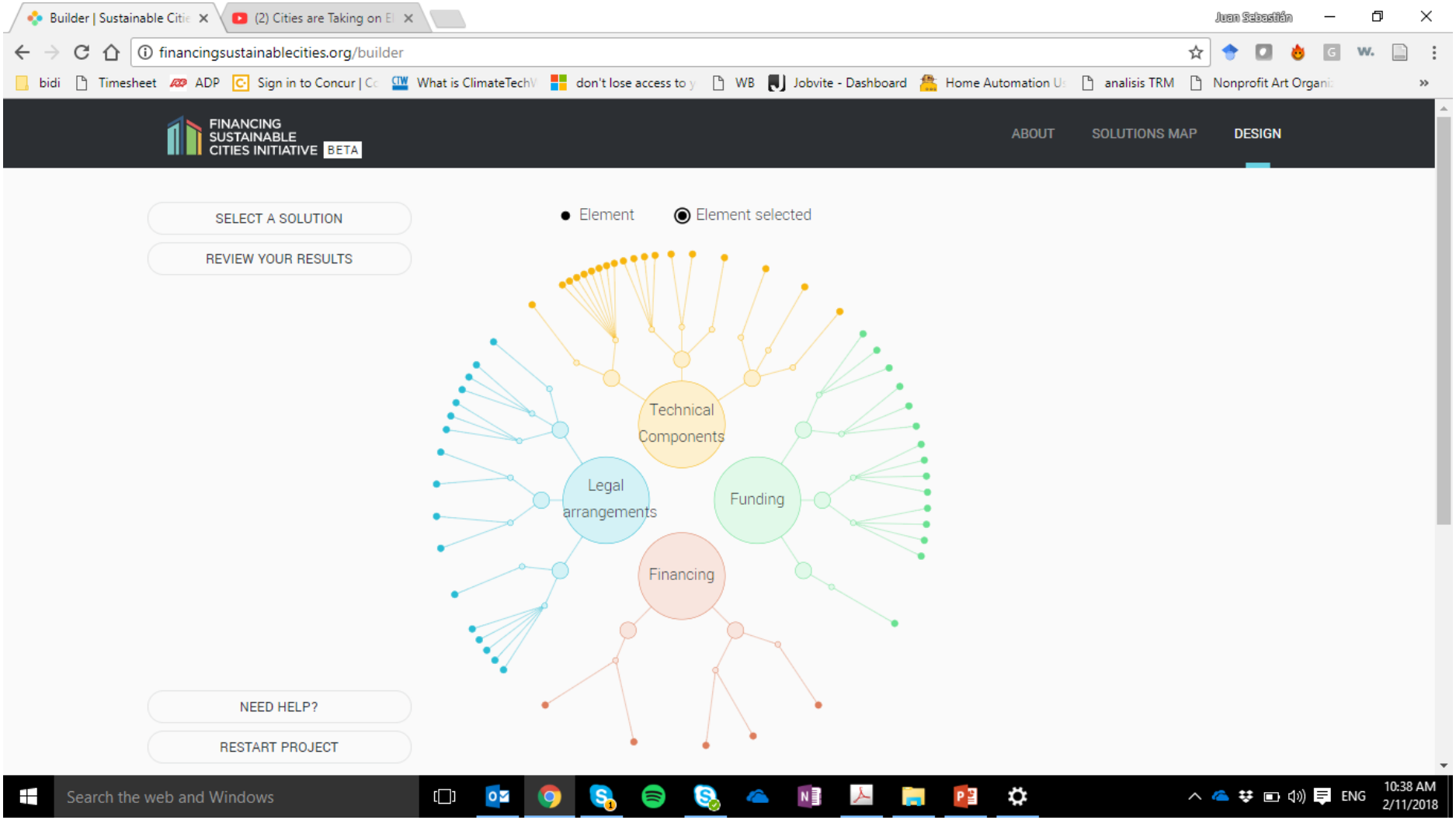
- Opérateurs privés et publics
  - Concession impliquant des opérateurs privés

Contrats

- Achat + maintenance + contrat de formation entre les opérateurs et Volvo
  - Achat du véhicule+ contrat de maintenance de 5 ans+ formation
- Location de la batterie :
  - À un prix de 0,15 U$D /km

SITP – Le modèle hybride




Builder | Sustainable Citi
(2) Cities are Taking on E
financingsustainablecities.org/builder
FINANCING SUSTAINABLE CITIES INITIATIVE BETA
ABOUT
SOLUTIONS MAP
DESIGN
SELECT A SOLUTION
REVIEW YOUR RESULTS
Element
Element selected
Technical Components
Legal arrangements
Funding
Financing
NEED HELP?
RESTART PROJECT
Search the web and Windows
ENG
10:38 AM
2/11/2018

WORLD RESOURCES INSTITUTE | WRI ROSS CENTER FOR SUSTAINABLE CITIES

Nouvelles tendances et innovations pour la mise en service de bus électriques

L'équipe technique de GPSC

Une série de webinaires sur le développement urbain durable et intégré

Décembre 2018

Sebastián Castellanos
SCastellanos@wri.org

MERCI D’AVOIR PARTICIPÉ!

Questions ou commentaires :

terra.virsilas@wri.org valeria.hurtado@wri.org