

**BALLARD**

**FUEL CELL POWERED  
ZERO EMISSION**

**TRANSPORTATION**



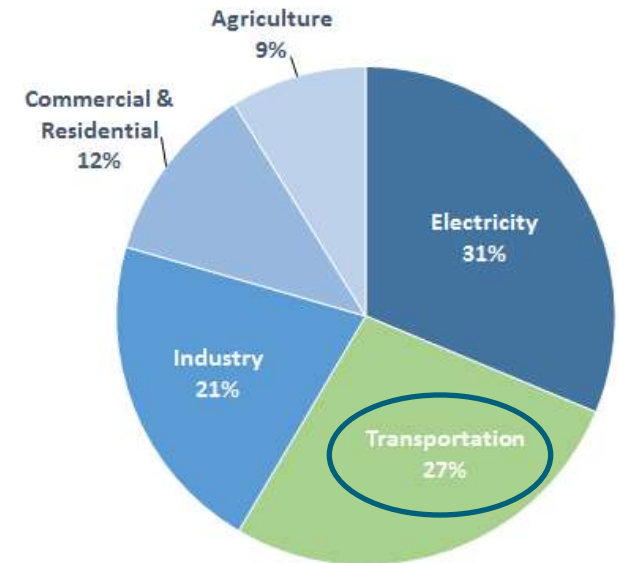
**La pile à hydrogène; une solution pour les transports publics ?**

# La Qualité de l'air est un problème de santé mondial

**BALLARD®**



Émissions de gaz à effet de serre par secteur économique en 2013 aux U.S.



Estimation de l'inventaire des émissions américaines des GES de 1990 à 2013

**Des technologies de propulsion alternatives pour les transports urbains sont nécessaires afin de réduire les émissions de GES et améliorer la qualité de l'air**

# Des besoins pour des Transports Publics plus propre...

**BALLARD®**

## Sensibilisation du Public

- Accord de Paris COP21 avec les engagements de réduction des émissions
- Impact direct des émissions de GES reconnu sur le coût de la santé
- Les citoyens exigent des transports publics plus propre
- Plusieurs villes sont déjà engagées dans la promotion des motorisations alternatives

## Réglementations

- Normes d'émission Euro Diesel
- Lois sur la réduction des émissions GES et futures réglementations CARB (Californie)
- Nouvelle politique énergétique du Québec

## Aides

- US: Financements AQIP et LoNo (FTA)
- Europe: Programme FCH-JU
- Chine: Nouvelle politique sur l'énergie des véhicules
- Le marché carbone (QC,BC)
- Fonds Vert (QC)



Le défi majeur à relever aujourd'hui pour de nombreuses villes et opérateurs de bus est de passer à une émission zéro dans les transports publics et de garder la flexibilité opérationnelle et de maintenir les niveaux de service requis dans les budgets alloués.

# Quelles technologies pour les Bus Zéro Emission (ZEB)?

**BALLARD®**

## HYDROGENE

- Motorisation électrique
- Petite batterie et moteur à pile à combustible
- Ravitaillement en hydrogène au dépôt
- Aucune infrastructure sur route



## TROLLEY

- Motorisation électrique
- Alimenté directement par le réseau
- Alimentation en continu par L.A.C.



## BATTERIES (Biberonnage)

- Motorisation électrique
- Petite batterie
- Electrique avec ou sans contact
- Recharge rapide aux arrêts de bus

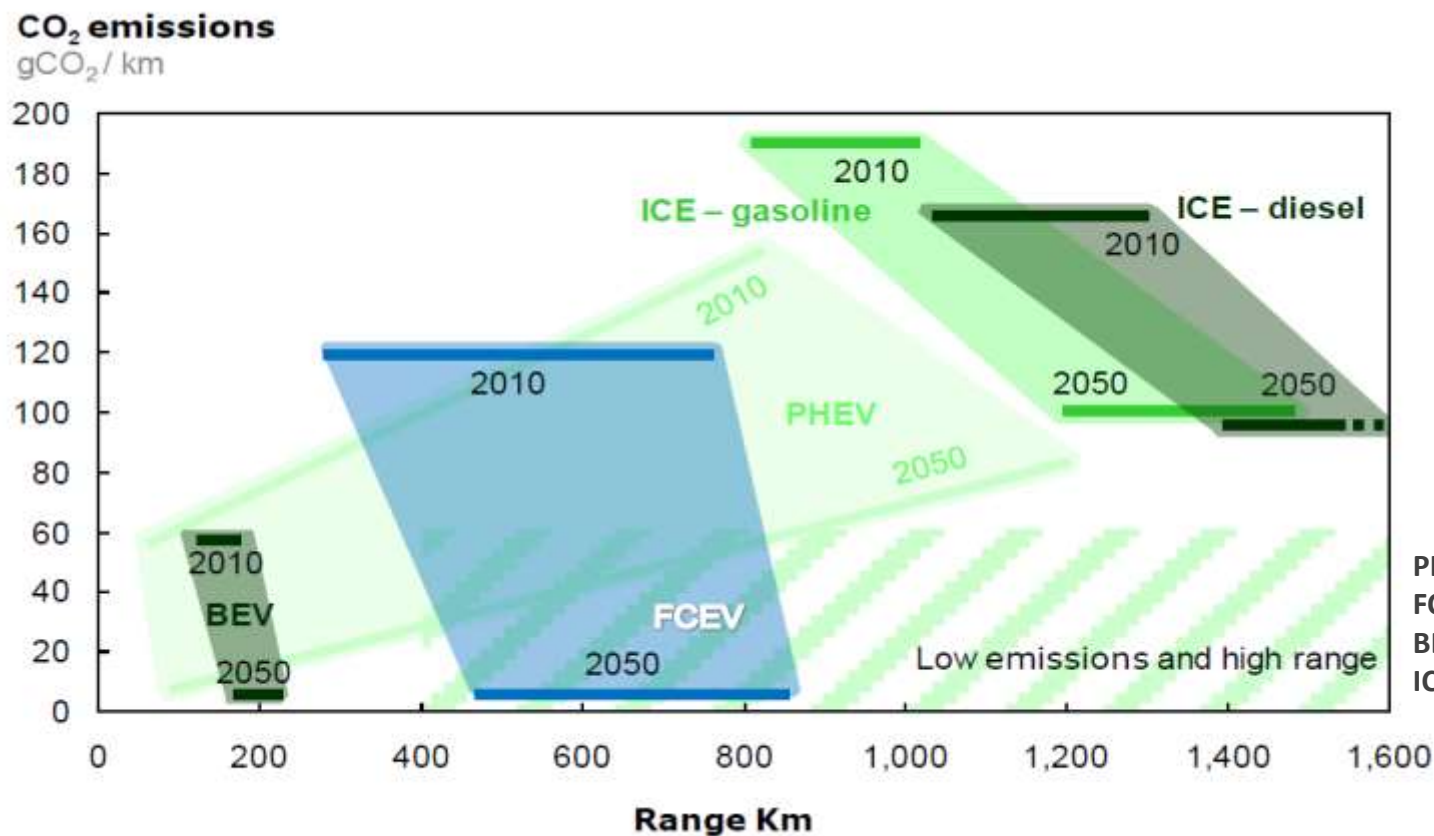


## BATTERIES (Recharge lente)

- Motorisation électrique
- Grosse batterie
- Charge lente des bus en dépôt la nuit
- Aucune infrastructure sur route



# Comparaison des différentes motorisations



PHEV: Plug-in Electrical Vehicle  
FCEV: Fuel Cell Electric Vehicle  
BEV: Battery Electrical Vehicle  
ICE: Internal Combustion engine

Source: Urban buses: alternative powertrains for Europe report – FCH JU

Les bus électriques à hydrogène offrent la combinaison requise de réduction des émissions, la vitesse de ravitaillement en carburant, l'autonomie et la flexibilité de l'itinéraire

Les bus électriques à hydrogène donnent la réponse aux questions clés:

## POLITIQUE

- Urbanisation
- Communautés défavorisées
- Développement économique
- Education

## ENVIRONNEMENTALE

- Emmission Zéro
- Réduction de la pollution sonore
- Hydrogène renouvelable
- Qualité de l'air

## ECONOMIQUE

- Coût de la santé publique
- Coût du changement climatique
- Coût de l'énergie
- Coût de l'infrastructure

## OPERATIONNELLE

- Flexibilité
- Productivité
- Géographie
- Autonomie

# Pourquoi des bus électriques à hydrogène?

*Zéro Emission et Performances*

**BALLARD®**

L'autobus électrique à hydrogène est l'option la plus flexible des technologies ZEV - contrairement à d'autres solutions électriques, il peut être utilisé comme un autobus diesel

## Haute autonomie quotidienne

de 300 km en moyenne sans ravitaillement – avec extension possible



## Flexibilité de l'itinéraire

non lié à une quelconque infrastructure sur la route



## Performance

comparable aux bus diesel concernant l'accélération ou la conduite en côte



## Ravitaillement rapide

environ 7 minutes, avec plusieurs cycles de ravitaillement possible par jour



## Confort du passager

en raison de la réduction sonore et d'un confort de conduite en douceur



## Technologie mature

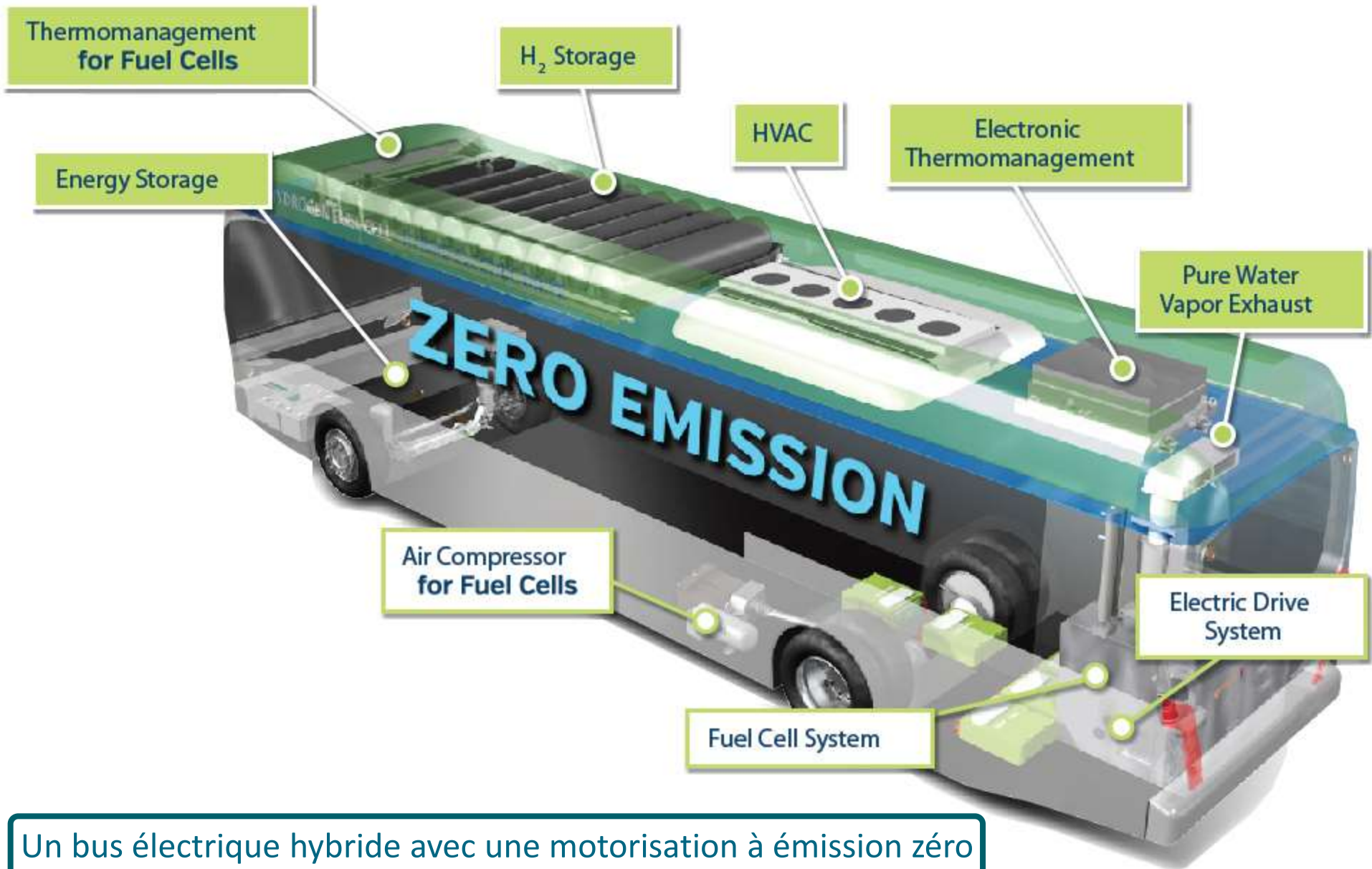
avec plus de dix ans d'expérience opérationnelle et plus de 10M de kilomètres parcourus





# Qu'est qu'un bus électrique à hydrogène?

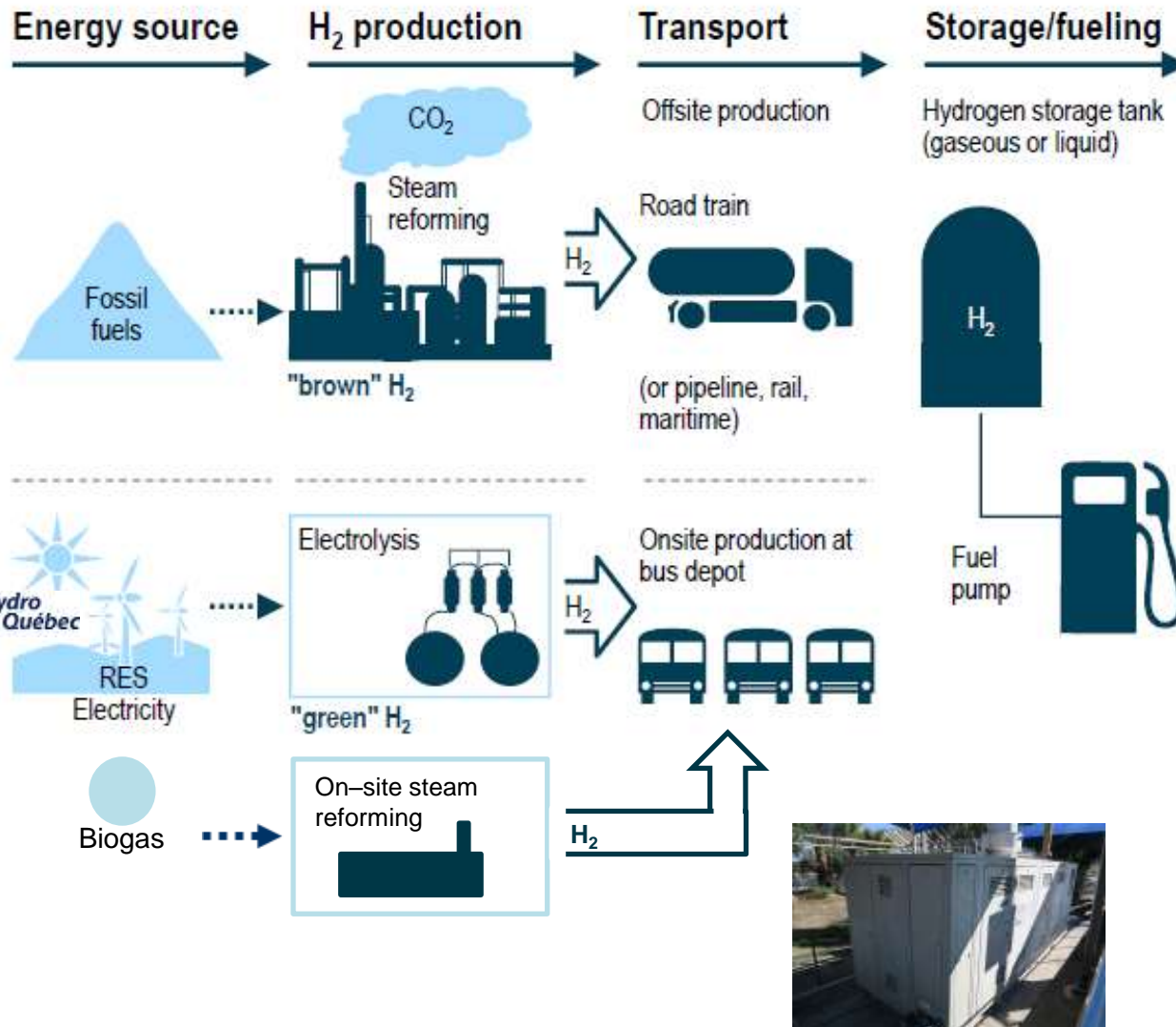
**BALLARD®**



Un bus électrique hybride avec une motorisation à émission zéro




# Chaîne de Production de l'Hydrogène

**BALLARD®**



# Déploiement des bus à hydrogène aux USA



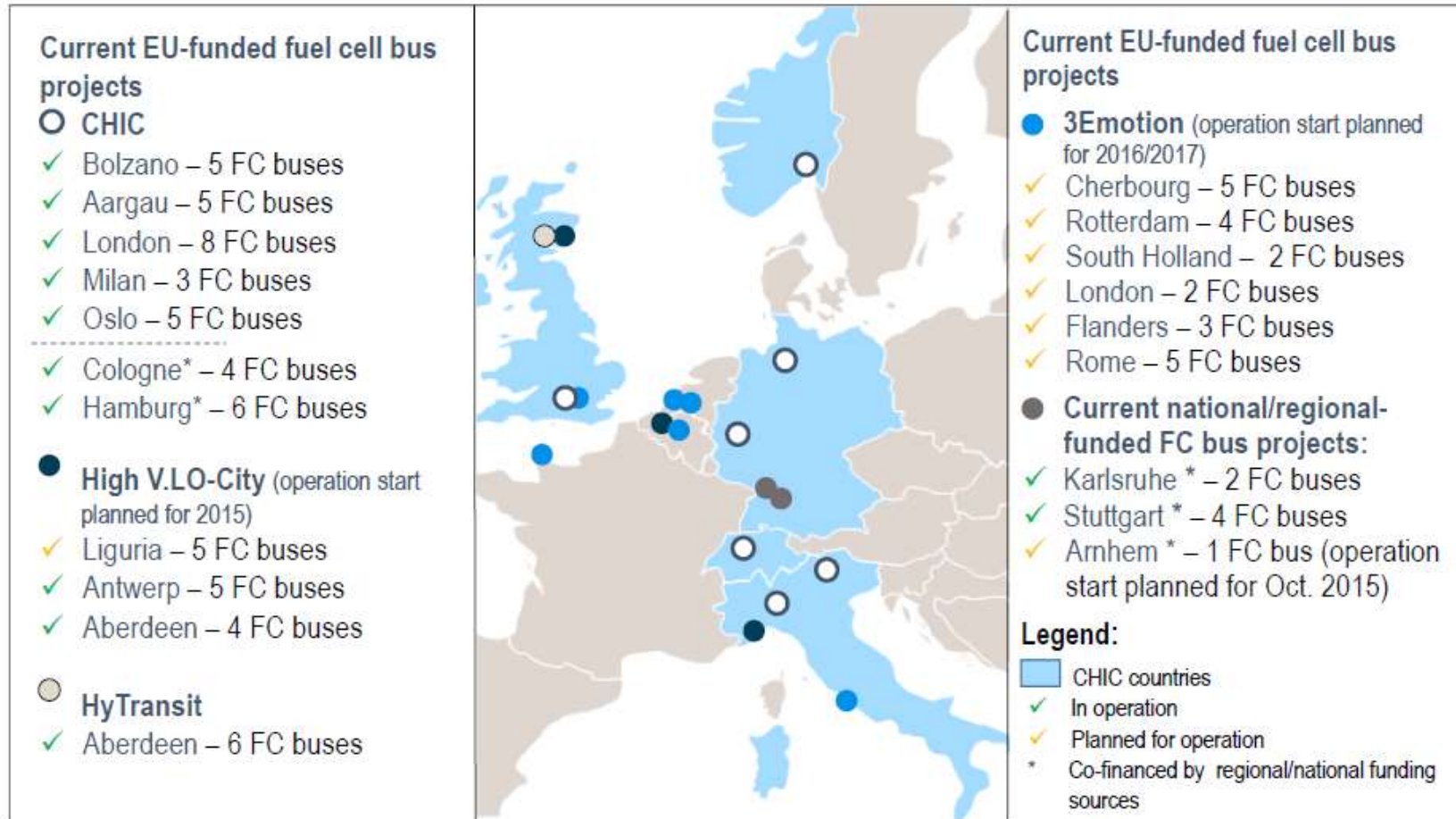
-  in service
-  testing/commissioning
-  funded



Sunline	5		10
ACT	13	1	10
OCTA		1	10
SARTA		2	5
UCI	1		
Flint	1		
New Haven	1		
Boston MBTA		1	
BJCTA	1		
Capital Metro	1		



# Déploiement des bus à hydrogène en Europe



Source: CHIC project – Element Energy

Plus de 140 bus à hydrogène avec le financement de FCH-JU 2016 pour 2017-2018



# Déploiement des bus à hydrogène en Chine

# BALLARD®



En service	<10
En cours de développement	>330

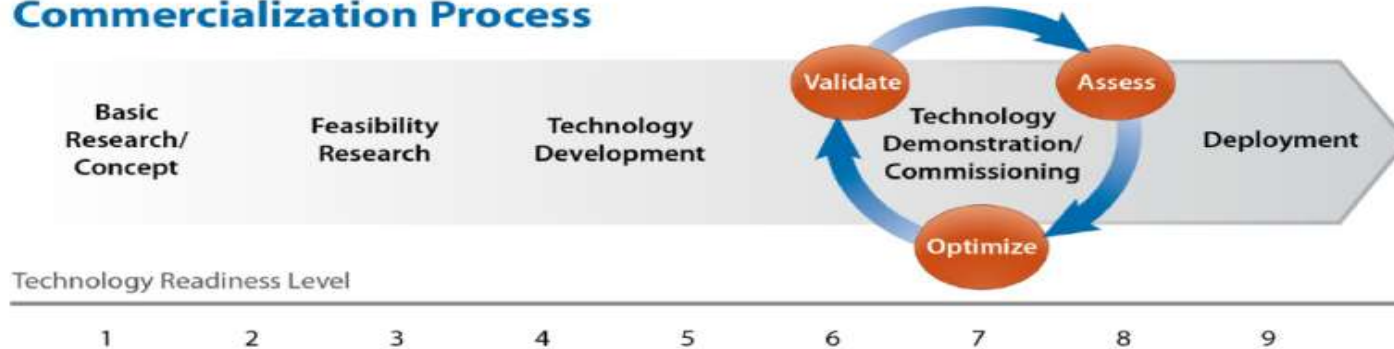
Ballard a annoncé la signature de contrats en Chine avec des équipementiers spécialisés dans la fabrication des autobus et métros légers pour produire localement des systèmes piles à combustible.



# Etat actuel de la technologie

**BALLARD®**

## Commercialization Process



- ❑ Plus de 300 autobus à pile à hydrogène ont été déployés et des millions de km ont été parcourus
- ❑ Plusieurs équipementiers offrent aujourd'hui l'option du bus électrique à hydrogène
- ❑ Configurations hybrides: les modules d'alimentation piles à hydrogène sont intégrés avec des batteries
- ❑ Plus de 20,000 heures de durée de vie sur un même module démontré en service par les gestionnaires des flottes de Londres TFL et AC Transit
- ❑ Les bus à hydrogène ont prouvé qu'ils améliorent l'économie de carburant x2 par rapport au bus GNC
- ❑ Disponibilité >85%
- ❑ Les coûts des bus à pile à hydrogène ont été réduits de 75% par rapport aux premiers prototypes mis sur le marché.

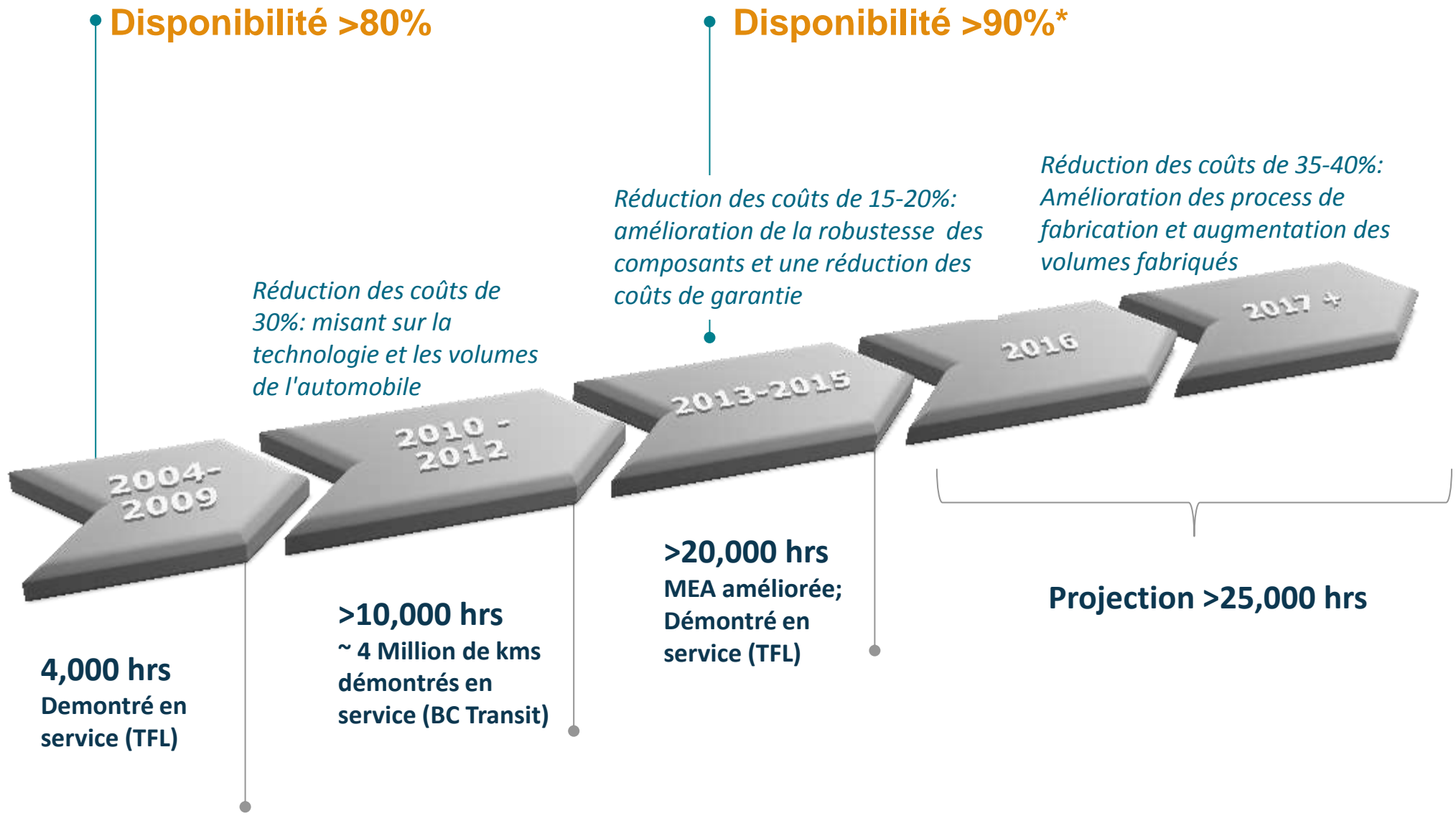
# Performances des bus à hydrogène



**Table ES-1. Summary of FCEB Performance Compared to DOE/FTA Targets<sup>1</sup>**

	Units	Current Status <sup>a</sup> (Range)	2016 Target <sup>1</sup>	Ultimate Target <sup>1</sup>
Bus lifetime	years/miles	0.25–4.9/ 7,900–117,000 <sup>b</sup>	12/500,000	12/500,000
Power plant lifetime <sup>c</sup>	hours	660–20,000 <sup>b,d,e</sup>	18,000	25,000
Bus availability	%	40–92	85	90
Fuel fills <sup>f</sup>	per day	1	1 (<10 min)	1 (<10 min)
Bus cost <sup>g</sup>	\$	2,100,000– 2,400,000	1,000,000	600,000
Roadcall frequency (bus/fuel cell system)	miles between roadcalls	1,800–6,800/ 9,000–104,000	3,500/ 15,000	4,000/ 20,000
Operation time	hours per day/days per week	7–21/ 5–7	20/7	20/7
Scheduled and unscheduled maintenance cost <sup>h</sup>	\$/mile	0.54–1.33	0.75	0.40
Range	miles	240–340 <sup>i</sup>	300	300
Fuel economy	miles per diesel gallon equivalent	5.56–7.71	8	8

# Feuille de route pour les bus à hydrogène



\* AFCBP 2<sup>nd</sup> Evaluation, <http://www.nrel.gov/docs/fy15osti/64344.pdf>, page 16



# Une industrie établie

# BALLARD®

## Equimentiers Bus

## Fabricants Pile à hydrogène

## Motorisation Electrique



NEW FLYER



EvoBus



金龙客车



BUS & COACH



Feichi Bus

# BALLARD®

HYDROGENICS  
SHIFT POWER | ENERGIZE YOUR WORLD



NUCELLSYS  
THE FUEL CELL SYSTEM COMPANY



BAE SYSTEMS

SIEMENS

vossloh

SKODA



# Les défis à surmonter

**BALLARD®**

## INTEGRATION / OPTIMISATION DES COMPOSANTS

- Amélioration de la fiabilité des véhicules
- Standardisation des composants industriels utilisés

## PROCESSUS DE FABRICATION DES BUS

- Plate-forme commune pour les bus électriques / composants partagés

## MANAGEMENT

- La formation du personnel de maintenance des opérateurs

## ACCESSIBILITE

- Réduction du CAPEX des bus à hydrogène
  - Augmentation du volume de production
  - Gestion de la chaîne logistique des composants du bus à pile à hydrogène
- Meilleure compréhension des coûts d'exploitation au fil du temps (coût du cycle de vie)
- Coût de l'hydrogène



# Les tendances actuelles

**BALLARD®**

**2**

300 autobus urbains ont été déployés depuis le début des années 90; ce nombre va doubler au cours des 12 prochains mois

**1**

Forte demande en provenance de Chine

**3**

Europe: +140 nouveaux bus à hydrogène sur la route d'ici 2018

**4**

Une technologie qui s'étend aux applications ferroviaires

**5**

Les véhicules hydrogène prennent la route...



**BALLARD**

**FUEL CELL POWERED  
ZERO EMISSION**

**TRANSPORTATION**



**Merci**



[www.ballard.com](http://www.ballard.com)