

Vers un avenir sans émissions - des autobus électriques à batteries et à pile à combustible



Pourquoi des bus électriques ?

Environnement : réduction significative des émissions de gaz d'échappement et de bruit.

Durabilité : électricité verte

Coûts d'exploitation : à moyen terme, l'énergie électrique est moins chère que le diesel ou le gaz naturel.

Autonomie : l'électricité verte peut être produite dans le pays.

Confort de conduite : la propulsion électrique est silencieuse, douce et peu sensible aux vibrations.

Confort des passagers : plus de places assises en raison de la suppression de la tour du moteur sur un nombre croissant de modèles.

Le bus électrique s'émancipe de plus en plus du bus diesel, la tour du moteur à l'arrière gauche a été supprimée. La comparaison avec Solaris en est un exemple.



L'agencement de l'espace intérieur dépend également du type de traction,
les moteurs centraux nécessitent généralement des surélévations de plancher des sièges.

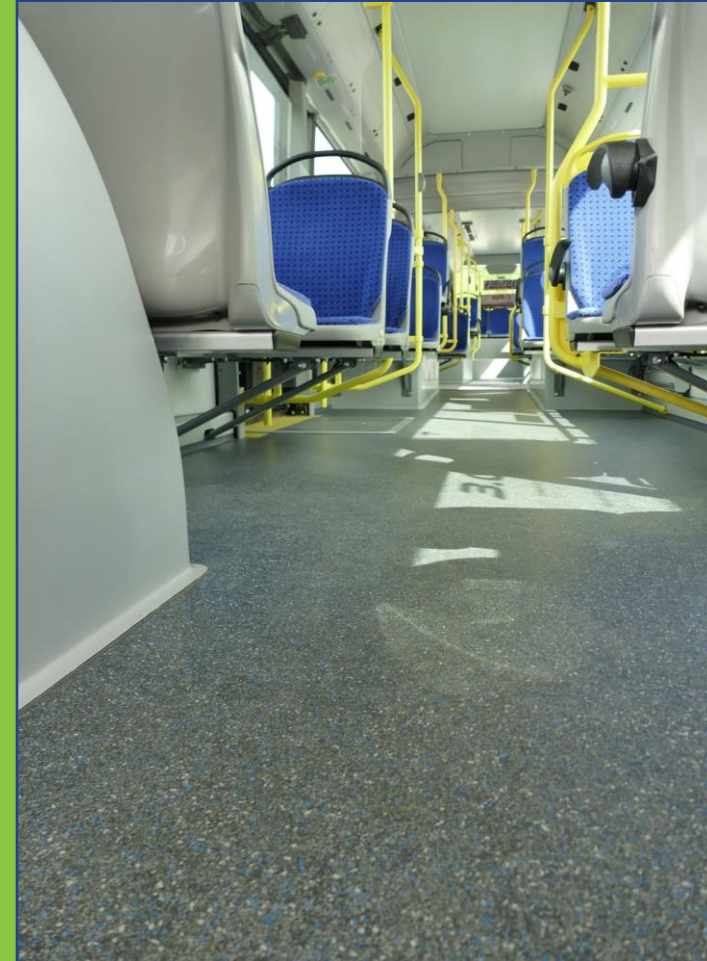
MAN Lion's City E



Quantron Cizaris



Un aménagement intérieur idéal du point de vue des passagers
est visible sur l'Ebusco 3.0 articulé avec essieu électrique.



Le nouvel essieu électrique ZF Axtrax 2 est censé être nettement plus robuste et plus fiable que son prédécesseur. MAN sera le premier constructeur à l'adopter pour ses bus électriques à partir de 2025.



Maintenant, les bus électriques atteignent une bonne autonomie.

Exemple : test d'autonomie Real Run d'Omnibuspiegel
(simulation d'une ligne régulière avec une charge de 4,5 t)

Capacité totale des batteries :	462 kWh
Résultat du 1er passage :	438 km
Consommation à partir des batteries :	399 kWh
Consommation depuis le réseau :	484 kWh
Résultat du 2e passage :	473 km
Consommation à partir des batteries :	409 kWh
Consommation depuis le réseau :	pas de mesure



Aperçu des bus articulés à batteries selon la capacité des batteries en comparaison de 2020 à 2024

Modèle	2020		2024	
	Chimie	Capacité [kWh]	Chimie	Capacité [kWh]
Solaris Urbino 18 Electric	NMC	553	NMC	800
Irizar ie Bus 18	NMC	600	NMC	720
Mercedes-Benz E-Citaro G	LMP	441	NMC	686
VDL Citea LF 181	NMC*	288*	NMC	674
MAN Lion's City 18 E	NMC	640	NMC	640**
Hess Lightram 19 Plug	NMC	450	NMC	624
Iveco E-Way 18	NMC	385	NMC	624
BYD B 19	LFP*	270*	LFP	563
Otokar E-Kent C	-	-	NMC	560
Ebusco 3.0***	-	-	LFP	510

Certains modèles étaient principalement conçus pour l’Opportunity Charging en 2020.

* = données du modèle précédent

** = fenêtre de déchargement agrandie

*** = bus de conception légère; consommation d’énergie réduite

Dans le cas des bus à double articulation, on utilise encore principalement la recharge intermédiaire en cours de route.

Il existe différentes solutions techniques.



Un essai de charge inductive a actuellement lieu à Balingen (Bade-Wurtemberg).

Celle-ci ne s'effectue pas seulement à l'arrêt au terminus mais aussi, sur une courte distance, pendant le trajet. La technique de transmission de l'énergie est fournie par le spécialiste israélien Electreon.



Bus électriques actuels de 12 mètres classés par hauteur totale (sans pantographe ou rails de chargement) :

Ebusco 3.0	3.150 mm*
VDL Citea LF 122	3.190 mm*
MCV C 127 EV	3.200 mm
Otokar E-Kent C 12	3.220 mm
BYD B 12	3.300 mm
Irizar ie Bus 12	3.300 mm
Solaris Urbino 12 Electric	3.300 mm
MAN Lion's City 12 E	3.320 mm
Iveco E-Way 12	3.350 mm
Anadolu Isuzu Citivolt	3.400 mm
Mercedes-Benz E-Citaro	3.400 mm
Hess Lightram 12 Plug	3.407 mm

* = Version de base ; sans packs de batteries supplémentaires sur le toit pour augmenter l'autonomie

Les bus électriques sont nettement plus lourds que les bus diesel

Situation en mai 2024

Poids des bus électriques de 12 mètres

Modèle	Poids	Capacité des batteries
Ebusco 3.0	10.460 kg	250 kWh
Hess Lightram 12 Plug	13.160 kg	402 kWh
Iveco E-Way 12	14.780 kg	462 kWh
MAN Lion's City 12 E	14.450 kg	480 kWh
MCV C 127 EV	14.320 kg	462 kWh
Mercedes-Benz E-Citaro	13.890 kg	490 kWh
Otokar E-Kent C	14.200 kg	350 kWh

Comparaison de poids diesel/électrique

Modèle	Diesel	Ebus	Capacité des batteries
MAN Lion's City 12	11.420 kg	14.450 kg	480 kWh
Mercedes-Benz Citaro	11.380 kg	13.890 kg	490 kWh
Otokar Kent 18,74 m	18.006 kg	21.600 kg	560 kWh

Vers un avenir sans émissions - des autobus électriques à batteries et à pile à combustible

D'autres nouveaux bus à batteries sont proposés

Iveco, en particulier, a élargi sa gamme et propose également le bestseller low entry

Crossway à propulsion électrique.

Iveco Crossway LE Elec



Iveco Streetway Elec



Altas Novus City V7 avec Zhongtong



D'autres modèles sont dans les tuyaux :

Après l'arrêt de la construction de sa propre carrosserie, Scania va peut-être lancer le Fencer, construit par Higer, en Suisse.



Il y a également eu quelques sorties du marché



Van Hool



Scania



Volvo

Offre de minibus électriques à plancher bas en Suisse

Situation en mai 2024

Modèle	Longueur [mm]	Largeur [mm]	Traction*	Batteries Chimie**	Batteries Capacité [kWh]	Remarques
Altas Novus Cityline	7.367	1.993	1 Z	NMC	115	
Altas Novus Cityline LW	7.667	1.993	1 Z	NMC	115	
Altas Novus City V 7	7.490	2.095	1 Z	LFP	141	Cooperation avec Zhongtong
K-Bus E-Solar City III	7.385	2.060	1 Z	Li Ion	75	Véhicule de base Toyota Proace
Mellor Sigma 7	6.990	2.080	1 A	LFP	114	
Omnicar W-Smile S 6	5.995	2.105	1 A	LFP	115	
Omnicar W-Smile S 7	6.990	2.105	1 A	LFP	128	
Otokar E-Centro C	6.605	2.453	1 Z	NMC	110	
Rampini Sixtron	6.000	2.100	1 Z	LFP	210	
Tremonia Sprinter City 45 E	7.367	2.020	1 Z	NMC	115	
Tremonia Sprinter City 75 E	8.468	2.080	1 Z	NMC	126	

Offre de midibus électriques à batterie à plancher bas en Suisse

Situation en mai 2024

Modèle	Longueur [mm]	Largeur [mm]	Traction*	Batteries Chimie**	Batteries Capacité [kWh]	Remarques
Anadolu Novociti Volt	7.957	2.463	1 Z	LFP	268	
BYD Ebus 8	8.750	2.455	2 A	LFP	162	
Hess Lightram 10 Plug	10.790	2.550	1 Z	NMC	390	
Irizar ie Bus 10	10.800	2.550	1 Z	NMC	530	
Iveco E-Way 9	9.520	2.330	1 Z	NMC	346	
Iveco E-Way 10	10.745	2.330	1 Z	NMC	416	
Mellor Sigma 8	8.725	2.350	1 A	LFP	210	
Mellor Sigma 9	9.400	2.350	1 A	LFP	210	
Otokar E-Kent C	10.800	2.540	1 Z	NMC	350	
Rampini Eltron	8.000	2.200	1 Z	LFP	281	
Solaris Urbino 9 LE Electric	9.270	2.450	1 Z	NMC	352	Low Entry

Offre de bus standard électriques à batteries à plancher bas et en Suisse

Situation en mai 2024

Modèle	Longueur [mm]	Largeur [mm]	Traction*	Batteries Chimie**	Batteries Capacité [kWh]	Remarques
Anadolu Citivolt	12.030	2.550	2 A	NMC	495	
BYD B 12	12.200	2.550	2 A	LFP	500	
BYD Ebus 13	13.200	2.550	2 A	LFP	392	
Ebusco 2.2	12.000	2.550	1 Z	LFP	525	
Ebusco 2.2 LE	12.000	2.550	1 Z	LFP	525	Low Entry
Ebusco 2.2 LE	12.900	2.550	1 Z	LFP	525	Low Entry
Ebusco 3.0	12.000	2.550	2 A	LFP	311	Carrosserie en plastique
Ebusco 3.0 13,5m	13.500	2.550	2 A	LFP	311	Carrosserie en plastique
Hess Lightram 12 Plug	12.000	2.550	1 Z	NMC	468	
Irizar ie Bus 12	11.980	2.550	1 Z	NMC	530	
Irizar ie Tram 12	11.980	2.550	1 Z	NMC	530	
Iveco E-Way 12	12.060	2.550	1 Z	NMC	485	
Iveco Streetway 12 Elec	12.130	2.550	1 Z	NMC	485	construit chez Otokar
Iveco Crossway LE 12 Elec	12.050	2.550	1 Z	NMC	485	Low Entry
Iveco Crossway LE 13 Elec	12.965	2.550	1 Z	NMC	485	Low Entry
MAN Lion's City 12 E	12.185	2.550	1 Z	NMC	480	
MCV C 127 EV	12.075	2.550	1 Z	NMC	462	
Mercedes-Benz E-Citaro	12.135	2.550	2 A	NMC	588	
Otokar E-Kent C	12.000	2.540	1 Z	NMC	450	

Suite Offre de bus standard électriques à batteries à plancher bas et en Suisse

Situation en mai 2024

Modèle	Longueur [mm]	Largeur [mm]	Traction*	Batteries Chimie**	Batteries Capacité [kWh]	Remarques
Solaris Urbino 12 Electric	12.000	2.550	1 Z	NMC	600	essieu électrique ZF en option
VDL Citea LF 122	12.200	2.550	2 A	NMC	490	
VDL Citea LE 122	12.200	2.550	1 Z	NMC	490	Low Entry
VDL Citea LE 135	13.500	2.550	1 Z	NMC	490	Low Entry

Offre de bus électriques à trois essieux de 15 mètres en Suisse

Situation en mai 2024

Modèle	Longueur [mm]	Largeur [mm]	Traction*	Batteries Chimie**	Batteries Capacité [kWh]	Remarques
BYD Ebus 15	14.775	2.550	2 A	LFP	563	
Irizar ie Bus 15	14.980	2.550	1 Z	NMC	450	
Solaris Urbino 15 LE Electric	14.890	2.550	1 Z	NMC	616	Low Entry
VDL Citea LE 149	14.900	2.550	1 Z	NMC	674	

Offre bus articulés électriques à batteries à plancher bas en Suisse

Situation en mai 2024

Modèle	Longueur [mm]	Largeur [mm]	Traction*	Batteries Chimie**	Batteries Capacité [kWh]	Remarques
BYD B 19	18.750	2.550	2 A	LFP	563	
Ebusco 2.2 Gelenk	18.000	2.550	2 A	LFP	525	
Ebusco 3.0 Gelenk	18.000	2.550	2 A	LFP	510	
Hess Lightram 18 Plug	18.000	2.550	2 Z	NMC	546	
Hess Lightram 19 Plug	18.741	2.550	2 Z	NMC	624	
Irizar ie Bus 18	18.100	2.550	1 Z	NMC	720	
Irizar ie Bus 18	18.730	2.550	1 Z	NMC	720	
Irizar ie Tram 18	18.730	2.550	1 Z	NMC	720	
Iveco E-Way 18	17.980	2.550	1 Z	NMC	624	
MAN Lion's City 18 E	18.060	2.550	2 Z	NMC	640	
Mercedes-Benz E-Citaro G	18.125	2.550	2 A	NMC	686	en option entraînement à deux essieux
Otokar E-Kent C	18.000	2.540	1 Z	NMC	560	
Otokar E-Kent C	18.740	2.540	1 Z	NMC	560	
Solaris Urbino 18 Electric	18.000	2.550	1 Z	NMC	800	essieu électrique ZF Axtrax en option ; entraînement à deux essieux en option
VDL Citea LF 181	18.100	2.550	2 A	NMC	674	en option entraînement à deux essieux

Offre de bus électriques à batteries à plancher bas et double articulation en Suisse

Situation en mai 2024

Modèle	Longueur [mm]	Largeur [mm]	Traction*	Batteries Chimie**	Batteries Capacité [kWh]	Remarques
Hess Lightram 25	24.379	2.550	2Z	LTO	128	
Solaris Urbino 24 Electric	24.700	2.550	2 Z	NMC	704	

* Les abréviations signifient : A = moteur électrique dans l’essieu; Z = moteur central ; précédé à chaque fois du nombre de moteurs.

** Les abréviations signifient : LFP = lithium-phosphate de fer ;
LMP = polymère de lithium ;
LTO = oxyde de lithium et de titanate ;
NMC = lithium-nickel-manganèse-cobalt ;
\$ = conception de la batterie selon les spécifications du client

Un coup d'œil sur les bus à pile à combustible

- Plus chers que les bus à batteries
- Faible rendement de la production d'hydrogène
- Disponibilité d'hydrogène vert
- Infrastructure supplémentaire : la station-service d'hydrogène coûte environ
1,2 à 1,5 million de francs

Vers un avenir sans émissions - des autobus électriques à batteries et à pile à combustible

La croissance de l'offre de bus à pile à combustible est presque plus rapide que celle des bus à batteries



Rampini Hydon



Mercedes-Benz E-Citaro Fuel Cell



Iveco Eway H2



Otokar E-Kent Hydrogen



Wrightbus Kaite Hydroliner



Arthur Bus

Offre de minibus et midibus à pile à combustible à plancher bas en Suisse

Situation en mai 2024

Modèle	Longueur [mm]	Largeur [mm]	Propulsion*	Batteries Chimie**	Batteries Capacité [kWh]	P.à.c*** Fabricant	P.à.c*** Puissance	Remarques
Rampini Hydron	8.000	2.220	1 Z	LFP	175	Loop	30	
Wrightbus Kite Hydroliner FCEV	10.000	2.520	1 Z	LTO	29	Ballard	70	en option BZ Ballard 100 kW

Offre de bus standard à pile à combustible à plancher bas en Suisse

Situation en mai 2024

Modèle	Longueur [mm]	Largeur [mm]	Propulsion*	Batteries Chimie**	Batteries Capacité [kWh]	P.à.c*** Fabricant	P.à.c*** Puissance	Remarques
Arthur Bus H2 Zero 12	12.000	2.550	2 A	LTO	45	Ballard	70	
Iveco E-Way H2	12.050	2.550	1 Z	NMC	69	Hyundai	180	
Mercedes-Benz E-Citaro Fuel Cell	12.135	2.550	2 A	NMC	294	Toyota	60	
Otokar E-Kent Hydrogen	12.000	2.550	1 Z	NMC	140	Ballard	70	
Solaris Urbino 12 Hydrogen	12.000	2.550	2 A	LTO	29	Ballard	60	
Wrightbus Kite Hydroliner FCEV	11.000	2.520	1 Z	LTO	29	Ballard	70	en option BZ Ballard 100 kW
Wrightbus Kite Hydroliner FCEV	12.165	2.520	1 Z	LTO	29	Ballard	70	en option BZ Ballard 100 kW



Offre de bus articulés à pile à combustible à plancher bas en Suisse

Situation en mai 2024

Modèle	Longueur [mm]	Largeur [mm]	Propulsion*	Batteries Chimie**	Batteries Capacité [kWh]	P.à.c*** Fabricant	P.à.c*** Puissance	Remarques
Mercedes-Benz E-Citaro G Fuel Cell	18.125	2.550	2 A	NMC	392	Toyota	60	en option, entraînement à deux essieux
Solaris Urbino 18 Hydrogen	18.000	2.550	1 Z	LTO	60	Ballard	100	

* Entraînement : Z = moteur central, A = moteur électrique dans l'essieu ; le nombre de moteurs est indiqué en premier.

** Les abréviations signifient : LFP = lithium-phosphate de fer ;

LMP = polymère de lithium ;

LTO = oxyde de lithium et de titanate ;

NMC = lithium-nickel-manganèse-cobalt

\$ = spécifique au client

*** Pile à combustible

Résumé et perspectives :

- L'offre de bus à batteries et à pile à combustible continue de croître
- Les capacités des batteries et donc l'autonomie continuent d'augmenter
- Les différents composants s'améliorent et deviennent plus efficaces
- Une mise en réseau intelligente et globale des techniques de refroidissement et de chauffage permet d'améliorer l'efficacité énergétique. L'efficacité du système continue d'augmenter
- A moyen terme, les chauffages d'appoint à base de combustibles fossiles seront difficilement justifiables

Nous vous remercions de votre attention
Nous vous souhaitons beaucoup de succès dans
votre voyage vers l'absence d'émissions.

N'hésitez pas à nous contacter si vous avez des questions

info@omnibuspiegel.de

