La Traction électrique par Accumulateurs.

Par M. P. BERNABÉ, Ingénieur A. et M.

A l'heure où les difficultés politiques et économiques mondiales obligent chaque peuple à vivre le plus possible des produits de son sol et de son industrie, il nous a paru d'un grand intérêt d'exposer d'une façon générale les avantages de la Traction Electrique sur routes par Accumulateurs.

Les indications de cet exposé permettent de préjuger l'intérêt indéniable qu'aurait, pour notre pays, le développement de la Traction Electrique sur routes.

Les statistiques les plus récentes nous font connaître que pendant les quatre premiers mois de l'année 1922, la totalité des importations en France d'huiles de pétrole a atteint :

Pétrole raffiné....	31.748.009 gallons
Essence.....	59.390.648 —
Huiles lourdes....	20.994.540 —

Ces importations sont en augmentation de 48 % sur celles de 1921, et en diminution de 37 % sur celles de 1920, pour la période envisagée ; elles peuvent donc être considérées comme une moyenne des besoins actuels et en convertissant en francs leur valeur f. o. b. on arrive à une somme de 360 millions environ par an, qui s'évaluent de notre pays pour le paiement de ces produits.

Cette vassalité de la France exige que tous les efforts et tous les moyens soient coordonnés pour affranchir le pays de cette suzeraineté, qui peut, à un moment donné, constituer un danger économique et national ; d'ailleurs les pouvoirs publics encouragent la recherche du « Combustible national » et de réels progrès ont été réalisés dans cette voie.

Notre pays est particulièrement favorisé au point de vue de la répartition des forces hydrauliques et il semble que leur bonne utilisation est la vraie solution du problème.

Les grands projets d'électrification des réseaux français sont en voie d'exécution, mais de longues années se passeront encore avant que la traction électrique sur rail, par prise directe, soit généralisée.

Au point de vue des transports de terre l'automobile a conquis la route, mais les prix élevés du carburant, des matières de graissage et de la main-d'œuvre ont profondément modifié les conditions de ces transports, ils sont devenus d'un emploi onéreux, prohibitif et leur influence joue un rôle certain dans les difficultés économiques actuelles.

Quand la rapidité de livraison n'entre pas en considération, on revient vers la traction animale, malgré tous les inconvénients qu'elle peut présenter.

Nous sommes convaincus que des économies appréciables pourraient être réalisées dans les transports terrestres si l'on arrivait à développer pratiquement la traction par accumulateurs.

Cette idée n'est pas nouvelle, des essais ont été faits en France de 1881 à 1900 par Raffard, Immish, Ronchau, Jeanteaud, Renault, Milde, Krieger, Garcin et Schivre,

etc... ils n'ont pas donné les résultats espérés. L'évolution rapide du moteur à explosion, à partir de l'année 1900, les a fait à peu près abandonner et l'automobile à essence est devenue le moyen de tourisme terrestre qui s'impose, dans tous les cas où le prix de revient n'est pas un facteur à considérer au premier chef.

Mais au point de vue industriel et commercial il n'en est pas de même, car le prix du transport grève lourdement la marchandise et des économies sont tout à fait désirables dans cette partie.

Plusieurs facteurs ont contribué à rejeter la traction par accumulateurs, après les essais faits de 1881 à 1900, uniquement avec des batteries au plomb :

- 1^o Poids, fragilité et encombrement des batteries ;
- 2^o Emanations nocives des réactions électrolytiques ;
- 3^o Entretien difficile et onéreux.

D'autre part, pendant cette période, une grande partie des sociétés des voitures électriques étaient des entreprises exclusivement financières, qui se limitaient à des transports de voyageurs, même à du tourisme, sans en avoir réalisé les conditions indispensables : régularité, rapidité, confort pour les voyageurs.

En Amérique, les essais, qui avaient lieu vers la même époque, ont été poursuivis dans le but de rendre pratique la traction par accumulateurs : elle s'est ainsi développée assez rapidement, malgré les difficultés qui ont été rencontrées à l'origine.

Actuellement l'Amérique, pays du pétrole par excellence, emploie 200.000 véhicules électriques à accumulateurs. New York et Chicago en possèdent respectivement 4.500 et 4.000.

En Angleterre, les services de livraison des grandes gares, les services de nettoyage des grandes villes (Londres, Manchester, Glasgow) emploient des camions électriques à leur entière satisfaction ; des maisons de commerce

(Lyons, Harrod) possèdent à Londres 50 à 60 véhicules électriques divers pour leurs services de livraisons.

Différents tracteurs mécaniques construits par une firme française.

Il est regrettable que la France ait été nettement devancée dans cette voie. Si le problème de la traction électrique sur route par accumulateurs reste entier pour notre pays, nous aurons du moins, pour son application, le bénéfice de l'expérience américaine et anglaise.

Les difficultés de l'emploi pratique de l'accumulateur au plomb, dans la traction électrique en Amérique ont stimulé les recherches des inventeurs et en 1903, M. Thomas Edison réalisait un accumulateur fer-nickel, alcalin plus léger, robuste et d'un entretien peu élevé ; à la suite de perfectionnements successifs, il arrivait à pouvoir donner à cet accumulateur, même pour son emploi dans la traction, une garantie de capacité de dix ans, prouvée par l'expérience, pour un service journalier de charge et de décharge.

Cette garantie permettait donc d'amortir le prix d'achat de la batterie sur 10 ans, ce qui, comme on s'en rend compte, constitue un élément d'une valeur appréciable.

Nous estimons que la traction électrique sur routes par accumulateurs devra se limiter au camion industriel, dont le circuit journalier sera de 60 à 90 kilom. et qu'il faut actuellement laisser à l'automobile à essence les grands voyages de tourisme. Cependant dans certains services de ville, il pourra être avantageux d'exploiter la voiture électrique, mais ce moyen de transport devra faire l'objet d'une étude particulière dans chaque cas en tenant compte des conditions locales.

Nous devons nous en rapporter à l'expérience américaine et anglaise pour avoir des éléments d'appréciation sur les conditions de la traction électrique.

L'Electrical World du 10 octobre 1921 présente une étude de la question, d'après les résultats de l'exploitation des camions électriques de la C^{ie} Cushmann's Sons C^o, boulangers à New-York.

Les essais entre les différents moyens de transport automobile et camion électrique ont duré 6 ans.

La C^{ie} Cushmann's possède 149 camions dont 105 de 1 tonne, 40 d'une demi-tonne, 4 de 5 tonnes, 20 autres camions étaient commandés en novembre 1921. Le parcours moyen des camions de 1 tonne est de 64 km par jour, celui des camions de 1/2 tonne est de 40 km. Tous ces véhicules sont équipés avec des batteries Edison fer nickel.

Ci-dessous un tableau donnant les prix de revient pour les camions de 1/2 tonne et 1 tonne.

	Camions 1/2 tonne		Camions 1 tonne	
Parcours annuel	14.120 km.		19.766 km.	
	par jour	par km.	par jour	par km.
Amortissement	2f 874	0f 0702	3f 302	0f 0577
Entretien et réparations	3.534	0.0863	4.329	0.0769
Frais de pneumatique ..	1.847	0.0668	2.889	0.0513
Recharge des accumulateurs	2.399	0.0609	3.968	0.0705
Entretien et remplacement des batteries ...	3.818	0.0962	4.690	0.0833
Frais fixes	0.097	0.2276	9.509	0.1699
Salaires des conducteurs.	29.401	0.7311	29.401	0.5226
Total général....	52f 970	1f 3171	58f 088	1f 0322

En septembre 1921, M. A. Priestley, chef du service sanitaire de la ville de Sheffield, a fait une conférence : « Les Véhicules électriques et leur emploi dans les services sanitaires de la ville

de Sheffield » devant un auditoire composé des chefs des Services sanitaires des villes anglaises.

Au cours de son exposé très documenté, il a notamment présenté les explications suivantes :

« Pendant un an on a transporté 7.040 tonnes d'ordures ménagères par véhicule électrique, à raison de 4 S 98 s. par tonne (6 fr. environ) ; 10.670 tonnes de cendres à raison de 2 S 23 d. par tonne (2 fr. 90 environ), alors que par traction animale, le prix du transport a varié de 8 S 32 d. (10 fr. 45 environ) à 5 S 54 d. (7 fr. 10 environ) par tonne, suivant les sec-
« teurs desservis.

« Pour les 12 mois considérés, l'économie totale réalisée « par la ville est de £ 1050, soit 26.500 fr. environ »...

En mars 1921, M. James Jackson, surintendant de la Corporation de Birmingham donne les renseignements suivants :

« On emploie à Birmingham 32 véhicules électriques pour le « transport des ordures ménagères ; les frais de transport pour ces véhicules sont en moyenne de 4/4 S 57 d. (106 fr. 40) par jour, 13 S 817 d. (17 fr. 34 environ) par véhicule et par tonne transportée. L'économie moyenne réalisée par véhicule et par an est de £ 250 (6.250 fr. environ au pair).

L'édition de juillet 1922 du journal *The Electric vehicle* publie un article de M. Mitchell, Ingénieur Directeur du Département électrique de Glasgow, sur les résultats de l'emploi des camions électriques dans les services municipaux de la ville de Glasgow ; en les rapportant aux camions à essence utilisés dans les mêmes services, il établit la comparaison ci-dessous :

	Voit. à essence	Voit. électrique
Parcours annuel en milles	8.000	8.000
Prix initial	£. 780	£. 900
	Prix de revient annuel	
Pneumatiques	£. 28	£. 20
Intérêt	» 46	» 54
Dépréciations pétrole 15 %, élec- trique 10 %	» 117	» 90
Entretien (non compris le rem- placement de la batterie)	» 50	» 10
Conducteurs	» 182	» 182
Matières de graissage	» 11	» 1
Essence	» 80	
Energie électrique		£. 35
Renouvellement		» 80
Taxes	£. 25	» 25
Total	£. 563	£. 512
Soit, environ	fr. 13.875	fr. 12.800

Cette comparaison donne une économie brute de 10 % environ en faveur du camion électrique, dans les conditions les plus défavorables, c'est-à-dire en comptant aux mêmes taux les frais de conducteur et les taxes par voiture.

En réalité, on arrive à une économie de 25 à 30 %, comme l'indique l'article du 1^{er} octobre 1921 de *l'Electrical World*.

La même publication expose un relevé du prix d'entretien des véhicules électriques de la « Glasgow », Corporation électrique département » depuis la mise en service des divers véhicules électriques de son effectif.

On y remarque qu'un camion de 1 tonne, en service depuis 10 ans, a demandé pour son entretien par mile depuis son origine :
« Châssis 1,560 pences, 1.940 francs, soit par mile-an, 194 francs.
« Batterie, 0,208 pences, 260 francs, soit par mile-an, 26 francs.
« Moteurs et connexions, 0,015 pences, 18 fr. 75, soit par mile-an, « 1 fr. 875.

« Bandages, 0,275 pences, 343 fr. 75, soit par mile-an, 34 fr. 375.

« La dépense d'entretien par mile du châssis est très élevée, car elle comprend les réparations par suite d'accidents et dans ce cas cette partie de la voiture a le plus à souffrir. Le prix d'entretien de la batterie est fort peu élevé et cette performance est à retenir.

« Le relevé démontre d'ailleurs que l'évaluation du prix d'entretien est essentiellement variable avec le prix d'entretien de la batterie et l'usure des bandages; mais pour obtenir une exploitation bénéficiaire, il est indispensable d'opérer sur des batteries dont la vie réelle soit longue, l'entretien simple et d'un prix insignifiant.

« Le véhicule électrique devra être exécuté avec la conception actuelle, et la perfection à laquelle on est arrivé dans la fabrication de la voiture automobile à essence.

« Quand ces deux conditions seront remplies, il est presque inévitable que l'emploi du véhicule électrique se généralisera autant que celui à essence. Le camion le plus ancien roulant pratiquement et continuellement depuis dix ans, il n'y a pas de raison pour qu'un autre camion ne fasse pas le même usage, et l'on peut compter sur une dépréciation annuelle de 10 % du prix d'établissement. »

Sur la publication *The Electric Vehicle* du mois d'août 1922, nous relevons l'extrait suivant relatif aux résultats d'exploitation depuis 1918, de camions de 3 tonnes employés au nettoyage de la ville de Harrowgate.

ANNÉES 1918-1919			Tonnage transporté	Prix par tonne
	£	S d		S d
Salaires	1044	7 2	3.501	5 11
Traction	159	6 10		0 11
Divers	26	16 2		0 2
£	1230	10 2	3.501	7 0
En francs ...	30.762	85		3 22

ANNÉES 1919-1920			Tonnage transporté	Prix par tonne
	£	S d		S d
Salaires	1462	9 8	4.069	7 2
Traction	405	7 3		2
Divers	30	7 4		0 2
£	1.898	4 3	4.069	9 4
En francs	47.455	35		11 72

ANNÉES 1920-1921			Tonnage transporté	Prix par tonne
	£	S d		S d
Salaires	1.807	1 8	3.947	9 2
Traction	403	11 8		2 0 ½
Divers	132	17 2		0 8
Réparations	75	0 0		0 4 ½
£	2.418	10 6	3.947	12 3
En francs	60.463	30		15 12

ANNÉES 1921-1922			Tonnage transporté	Prix par tonne
	£	S d		S d
Salaires	1.700	12 3	4.944	6 11
Traction	201	12 1		0 9
Divers	142	14 3		0 7
Réparations	491	3 2		2
£	2.542	1 9	4.944	10 3

En réunissant les divers éléments de ce relevé on obtient les chiffres totaux suivants :

	Dépense totale	Tonnage	P. p. tonne
Année 1918-1919	30.762 ^f 85	3.501 ^f	8 ^f 22
Année 1919-1920	47.455 35	4.069	11 72
Année 1920-1921	60.463 30	3.947	15 12
Année 1921-1922	63.552 20	4.944	12 96
Soit un total de	202.233 ^f 70	16.461 ^f	12 ^f 29

Une des 62 voitures électriques de livraison employées par la firme Harrods Ltd, à Londres.

Le même numéro du *The Electric Vehicle* donne une analyse des prix de revient des taxis cabs électriques, employés à New-York par l'Electro Car Service Company, elle établit un prix de revient de 0.203 cents par mille, contre 0.3069 cents par mille obtenus avec le taxi cab à pétrole.

Plus de cinquante de ces camions sont en service à la station du quai du « Bush Terminal » à New-York.

Analyse des prix des taxis électriques de l'Electro Car Co Opération sur 6 électro-cabs 75 miles par jour, 365 jours par an.

ÉTABLISSEMENT

6 Autorisations à 3.000 \$	\$ 18.000 »
3 Batteries supplémentaires à 500 \$	\$ 1.500 »
Fabriquées par Electro-Corporation	
Accessoires équipements	\$ 500 »
Frais de garage	\$ 2.000 »
Frais de bureau	\$ 250 »
Total	\$ 22.250 »

DEPENSE ANNUELLE D'EXPLOITATION

CHARGES FIXES

Par mile

.0047 Intérêt des frais d'établissement 11.125 à 7 % \$ 778 75

DÉPRÉCIATION

.0119	Machinerie \$ 19.500 à 10 %	\$ 1.950 »
.0003	Accessoires \$ 500 à 10 %	50 »
.0012	Garage \$ 2.000 à 10 %	200 »
.0002	Bureau \$ 250 à 10 %	25 »
.0027	Assur. incendie \$ 22.250 à 2 %	445 »
.0011	Licence à \$ 3000	180 »

.0221 3.628 75

ENTRETIEN

.0220	Bandages (Main d'œuvre)	\$ 3.613 50
.0250	Batteries »	4.106 25
.0150	Machinerie »	2.463 75

.0620 10.183 50

FRAIS DE GARAGE

.0260	Force électrique 106,762 Kw à 4C/ par KWH...	\$ 4.270 48
.0020	Approv., lavage, matériel	328 50
.0040	Main-d'œuvre pour propreté et soins	657 »
.0060	Réparation, lumière, chauffage, eau, téléph.	985 50

.0380 6.241 48

EXPLOITATION

.0532	6 mécaniciens à \$ 28 (moyenne) × 52 semaines	8.736 »
.0049	Réclamations, dommages accidents	800 »
.0049	Dépenses diverses et dépenses légales	800 »
.0027	Uniformes à \$ 75 par an.	450 »

.0657 10.786 »

DIRECTION

.0152	Salaires et dépenses bureau	2.500 »
-------	-----------------------------	---------

0.2030

Dépense totale annuelle	\$ 33.339 73
Soit, en francs	192.699 82

33.339,73
 $\frac{33.339,73}{365 \times 6} : \$ 15,23$ par jour et par cab
 soit 78 fr, 89

Prix par mile : $\$ \frac{15,23}{75} : 0.203$ par mile (1610 mètres)

soit 1 fr. 052 par mile ou 0 fr. 65 environ le kilomètre.

Ces résultats sont vérifiés par l'exploitation de 6 taxis cabs pouvant fournir journallement un parcours de 50 miles par charge de batterie et une vitesse de 25 miles à l'heure.

Il nous paraît que ces conditions ne sont pas suffisantes pour justifier l'emploi de ces taxis cabs en France, sauf dans des cas bien déterminés, après étude approfondie.

CONCLUSION

L'intérêt économique pour la France de la traction électrique sur routes par accumulateurs est réel, mais il n'est pas assez démontré d'une façon générale, que ce mode de traction est arrivé à une application pratique et qu'il puisse être développé.

Les essais faits de 1881 à 1900 dans des transports de voyageurs avec batteries d'accumulateurs au plomb, ont laissé une impression fâcheuse de la marche des véhicules à accumulateurs et du prix de revient de cette exploitation.

Cependant quelques constructeurs s'intéressent vivement à la fabrication du camion électrique, mais si aucune difficulté n'intervient dans le choix du camion, des organes moteurs des accessoires, il n'en est plus de même pour la batterie d'accumulateurs.

Nous estimons que la batterie constitue un critérium pour le véhicule électrique et que ce choix doit être établi en tenant compte :

1° Du prix d'achat de la batterie et de son amortissement annuel ;

2° Du prix d'entretien annuel ;

3° De la variation du rendement de la batterie pendant la durée de son service ; il faudra s'attacher à obtenir un rendement constant ;

4° Du poids et de l'encombrement ;

L'étude du moteur devra tenir compte de la batterie choisie et des conditions d'exploitation imposées.

Les secteurs électriques des grandes villes ont un intérêt puissant à voir se développer la traction par accumulateurs pour l'utilisation du courant aux heures creuses ; ils se doivent de coopérer à ce développement par la création de postes de charge pour la fourniture de l'énergie, dont le prix devrait être abaissé et ne pas dépasser 0,25 le KWH.

La France est à peu près dépourvue de houille et de pétroles. Un conflit pourrait mettre ce pays dans une situation très précaire à ce point de vue, tandis qu'il pourra toujours disposer de forces hydrauliques suffisantes, pour assurer l'alimentation en énergie d'un nombre considérable de camions pour les services de l'intérieur.

Derrière l'intérêt économique immédiat, c'est l'intérêt national qui pourrait être sauvegardé par le développement de la traction électrique sur routes, que les sphères gouvernementales doivent encourager et soutenir.