

**SESSION 5**

---

**STANDARDISATION, FISCALITE**

---

Président : M. Michael MANGAN, Applications Manager, Chloride  
Silent Power, Royaume-Uni  
Rapporteur : M. Jacques VOOS, AVERE

Introduction par M. Michael MANGAN

Résumé de la session par M. le Prof. MAGGETTO

## STANDARDISATION, FISCALITE

### I/ Préambule

Quelque datant de la fin du 19ème siècle, le véhicule électrique routier n'est pas encore arrivé dans sa phase de maturité et par conséquent il n'y a pas encore de règlements spécifiques particulièrement adaptés à ce type de véhicule, ni en normalisation ni en taxation, sauf quelques exceptions dans l'un ou l'autre pays.

Par contre, les organismes tels que l'ISO (International Standard Organization) et la CEI (Commission Electrotechnique Internationale) ont créé des groupes de travail actifs - TC 22/SC 21 et 22 pour l'ISO et TC 69 pour la CEI - qui étudient les problèmes de normalisation particuliers à ce type de véhicule.

D'autre part, la Commission des Communautés Européennes édite et tient à jour les directives d'homologation des véhicules destinés à circuler sur la voie publique. La partie technique de ces directives précisent les règles auxquelles doivent satisfaire tout véhicule pour répondre aux critères techniques qui ont surtout trait à leur sécurité active et passive vis-à-vis des occupants du véhicule et des autres usagers de la voie publique.

Il convient de noter que, conformément à l'esprit qui a guidé les experts du COST 302, cette étude n'a nullement l'intention de se substituer même partiellement à l'un ou l'autre des organismes spécialisés dans la normalisation et la taxation mais d'apporter des éléments de réflexion, ne peuvent être considérés que comme étant une première analyse motivée par les spécificités de ce véhicule.

D'autre part, il faut tenir compte de l'état particulièrement évolutif auquel est liée cette technologie en cours de développement et dont certains aspects peuvent être catalogués comme technologie de pointe.

## STANDARDISATION

### II/ Organisation de l'étude

En dehors d'un relevé qui a essayé d'être le plus complet possible des normes nationales et internationales qui sont applicables ou qui paraissent s'appliquer aux véhicules électriques, un des aspects importants a été l'analyse de la partie technique des directives C.E.E. et règlements de "Genève" existant pour les véhicules à moteur thermique.

Il est apparu que certaines de ces directives étaient directement applicables au véhicule électrique. Elles sont citées dans cette étude "Directives type A", d'autres seraient applicables sous réserve d'un examen plus approfondi avec des amendements éventuels "Directives type B" et enfin il serait nécessaire d'envisager des directives nouvelles ou la non application des "Directives type C".

La méthode de travail utilisée consiste à définir quelle pouvait être la particularité ou la spécificité technique des véhicules électriques par rapport au véhicule à combustion interne.

En effet, il paraît logique que pour tout ce qui n'est pas spécifique au véhicule électrique, les directives existantes soient d'application strictes, par exemple, toutes les directives de sécurité et de signalisation par rapport aux occupants et aux autres usagers de la voie publique. Nous les examinerons rapidement.

### III/ Spécificités des véhicules électriques

La différence capitale par rapport aux véhicules à propulsion traditionnelle provient de la présence à bord d'une source d'énergie électrique puissante dont:

- la tension est généralement supérieure aux tensions dites "de sécurité"
- les masses (poids) sont généralement importantes
- les fluides contenus sont généralement corrosifs mais peu inflammables
- les dégagements gazeux peuvent présenter éventuels risques d'explosion.

Les particularités du véhicule électrique routier ont été appréciées en fonction de l'état actuel de l'art (essentiellement batteries au plomb-acide) et des technologies industrialisées avec projection sur les nombreux équipements en développement. Ces particularités couvrent pour l'essentiel les différents types de véhicules actuellement envisageables.

Elles peuvent déterminer soit des risques nouveaux (électrocution), soit en éliminer (pollution), par rapport aux véhicules à moteurs à combustion interne.

#### a/ Ravitaillement en énergie et raccordement au réseau

Cette opération s'effectue généralement par recharge électrique par redresseur embarqué ou à poste fixe, ce qui inclut généralement une charge lente à faible puissance d'environ 3 kW/1.000 kg/véhicule, prélevant au réseau l'énergie non stockable et donc à faire de préférence pendant les heures creuses, ou pendant la journée pour augmenter l'autonomie.

#### b/ La charge lente ne pose pas de problème de disponibilité d'énergie si les utilisateurs disposent d'emplacements privés mais le problème légal de canalisation sur le domaine public est à considérer pour les recharges sur la voie publique.

D'autre part, le problème des harmoniques renvoyés par le redresseur dans les réseaux de distribution est à considérer dans le cas d'une pénétration importante. En fait, ce dernier point est examiné par l'Unipôle et le Groupe de Travail Technologie. De toute manière, il faudra considérer le problème des tensions et de la standardisation des accessoires de raccordement (prise de courant) au même titre que les dimensions des orifices de remplissage des réservoirs d'essence sont précisées internationalement.

#### c/ Stockage d'énergie

Le véhicule à accumulateurs permet le stockage d'énergie électrique difficilement stockable en elle-même (sauf centrale de pompage), tandis que le véhicule thermique emmagasine pour son déplacement un combustible essentiellement stockable et dispose de l'air ambiant pour son fonctionnement. Les dimensions se standardisent naturellement.

#### d/ Puissance électrique installée

Ici intervient la notion de puissance développable en fonction du temps d'utilisation car en véhicule électrique la puissance maximale développable est d'au moins 3 fois la puissance uni-horaire tandis qu'en véhicule thermique la puissance maximale est pratiquement la puissance uni-horaire.

Les caractéristiques sont également très différentes car en véhicule électrique le couple maximum est déjà fourni à une vitesse de rotation de quelques tours/minute et ce couple décroît avec la vitesse tandis qu'en véhicule thermique le couple à très faible vitesse est pratiquement nul, croît jusqu'à environ 2/3 du régime maximum, puis décroît.

D'autre part, en véhicule électrique, la puissance instantanée développable en cas de défauts peut être très grande, d'où nécessité absolue de prévoir des sécurités efficaces en cas de défaillance de l'appareillage de contrôle de la puissance. Ceci d'autant plus que bien souvent il n'y a pas sur le véhicule électrique de dispositif de découplage entre moteur et roues mais liaison directe tandis que le véhicule thermique a généralement un embrayage.

#### 4/ Risques particuliers

Les risques particuliers sont de divers ordres :

##### a) Batteries

- risque de choc électrique car tension supérieure aux tensions dites de sécurité
- risque chimique de corrosion par les électrolytes, acide, alcalin ou métaux fondus
- masse importante car le réservoir d'énergie pèse environ 1/3 du poids total.

##### b) Dans l'installation

- risque de choc électrique car les tensions sont généralement supérieures aux 50 V admis comme tension non dangereuse
- risque de court-circuit très dangereux mais facilement maîtrisable par des protections appropriées
- pratiquement pas de risques d'incendie par combustion de liquide, sauf dans le cas de batteries à haute température comme les sodium/soufre.

#### 6/ Nuisances

- a) Bruit faible car la motorisation est silencieuse; un véhicule électrique n'émet pas plus de 60 db.
- b) Fumée : néant car pas de combustion.
- c) Parasites HF: Ce point, actuellement résolu, est à surveiller aussi bien vis-à-vis de l'environnement du véhicule électrique que des occupants éventuels car les moteurs et les contrôles électroniques sont naturellement des émetteurs de parasites radio-électriques.
- d) Confort : Une difficulté reste, c'est le chauffage, étant donné que le bon rendement de propulsion ne procure pas de pertes suffisantes pour assurer un confort semblable au véhicule électrique et ce à une température trop basse pour être exploitable.

#### 7/ Limites de performances

Actuellement, les performances industriellement obtenues sont de 100 km d'autonomie urbaine et une vitesse maximum proche de 100 km/h.

## **8/ Conditions d'essai**

Vu ce qui est énoncé ci-avant, les conditions d'essai doivent être très strictement précisées et doivent être définies clairement.

Ces conditions doivent être différentes de celles demandées pour les véhicules à moteur thermique car les utilisations projetées pour l'avenir sont essentiellement urbaines et non pour la grande route.

Il semble qu'à l'heure actuelle, les conditions d'essai définies par la SAE (document J227a), sont quasi internationalement acceptées et sont un bon compromis vu les différentes catégories de véhicules urbains et suburbains.

## **IV/ Applicabilité des directives C.E.E. existantes**

A l'analyse de l'ensemble des directives jusqu'ici émises par les autorités compétentes de la C.E.E. concernant les véhicules automobiles de toutes catégories à moteur à combustion interne, il est apparu que certaines d'entre elles étaient directement applicables aux véhicules électriques routiers.

Il s'agit essentiellement des textes couvrant les équipements. Ces directives ont été dénommées dans cette étude : "Directives de type A".

D'autres directives pourraient être utilisées sous réserve de leur apporter quelques modifications ou adjonctions après une étude approfondie. Elles ont été dénommées dans cette étude "Directives du type B".

Enfin, il pourrait être utile qu'à terme de nouvelles directives (type C) soient émises pour couvrir les véhicules électriques routiers ou seraient déclarées inapplicables (pollution).

## **V/ Normes de la Commission Electrotechnique Internationale**

Les normes actuelles concernant la partie électrique sont :

- Publication 783 - 1984 - Filerie et connecteurs des véhicules électriques routiers,
  - Publication 784 - 1984 - Instrumentation des véhicules électriques routiers,
  - Publication 785 - 1984 - Machines tournantes des véhicules électriques routiers,
  - Publication 786 - 1984 - Dispositifs de commande des véhicules électriques routiers,
- qui concernent la chaîne de propulsion.
- Document 69 (secrétariat) 28 du 5 octobre 1985, concernant les chargeurs et les raccordements au réseau
  - Document VW 15715 du 10 janvier 1985 et ses annexes qui définit ce qui est relatif aux véhicules hybrides.

Enfin concernant les batteries au plomb, les Comités 21 et 69 ont pris en considération le document "Procédure d'essais pour batteries destinées aux véhicules électriques routiers" rédigé en 1984 par l'A.V.E.R.E.

Il est à remarquer que tous ces documents sont en fait plutôt des recommandations de bonne pratique destinés à servir d'interface entre fabricants des composants (moteur, batterie, etc...) et constructeurs des véhicules électriques plutôt que des documents destinés au grand public.

## **VI/ Documents ISO (Organisation Internationale de Standardisation)**

L'ISO a également publié plusieurs documents relatifs aux véhicules électriques routiers. Ces documents définissent plus précisément les spécifications générales applicables au véhicule et une proposition est en cours d'examen concernant la spécification des essais de consommation d'énergie. Il s'agit en fait des documents ISO/DIS 6469 et ISO/TC 22/SC21 WG1.

### **ASPECT FISCAL**

Quoique cela ne relève pas directement du problème de la standardisation, la fiscalité imposée par les divers Etats aux véhicules, a bien souvent une importance énorme dans la conception et l'usage de ces derniers (par exemple, augmentation du poids à vide).

Le document publié par le CLCA (Comité de Liaison de la Construction Automobile), édition 1985, reprend les divers critères fiscaux concernant les taxes de roulage, les taxes à la possession et des taxes à l'usage des véhicules conventionnels dans les divers pays de la Communauté européenne. Il fait apparaître des différences énormes dans les divers modes de taxation des véhicules et l'annexe 3 résume les pourcentages des taxes sur le prix de vente "client" d'une voiture neuve dans le, différents pays et l'annexe 4, les pourcentages des taxes sur les carburants dans les mêmes contrées.

On s'aperçoit de quelques tendances générales. Par suite de la plus faible motorisation du véhicule électrique par rapport à son homologue thermique (rapport d'environ 1 à 4), les taxes basées sur la puissance ou la cylindrée sont actuellement favorables aux véhicules électriques pour passagers.

Par contre, comme les utilitaires sont en général taxés au poids (à vide ou en charge suivant les pays), ce système de taxation pénalise fortement le véhicule électrique à cause du poids des batteries sauf en Grande-Bretagne où le poids du réservoir d'énergie n'est pas pris en compte, et en République Fédérale d'Allemagne, où on ne prend que la moitié pour le véhicule électrique et où il bénéficie d'une détaxation "écologique".

Ces effets expliquent, pour une grande partie, les différences que vous constaterez lors de l'exposé du Docteur RUDD dans son examen économique.

Pour les deux berlines, les comparaisons de coûts commerciaux sont en général plus favorables que celles des coûts de ressources (hors taxe), tandis que c'est généralement le cas inverse pour les utilitaires sauf, bien entendu, pour la Grande-Bretagne.

Il est dommage de constater que dans la majorité des pays de la Communauté européenne, des régimes fiscaux sont en fait une entrave supplémentaire au développement des véhicules électriques utilitaires qui sont, de l'avis de tous les experts, le créneau le plus intéressant pour l'usager et le gouvernement, car il s'agit essentiellement d'utilisation urbaine.

Certains pays, le Danemark, le Royaume-Uni, l'Allemagne et l'Italie, ont adopté certains dégrèvements temporaires de taxation des véhicules électriques.

## RESUME DE LA SESSION

M. Michael MANGAN, président de séance, ouvre la discussion en observant que M. J. VOOS a traité de sujets très différents relatifs à la normalisation et à la taxation et y ajoute quelques commentaires.

L'objectif poursuivi par le groupe d'étude des normes est d'aider au développement et non de le freiner. Il existe quantité de normes applicables aux véhicules électriques et il en existe un certain nombre qui doivent être adaptées aux véhicules électriques.

Les trois sujets principaux qui ont fait l'objet des travaux du groupe sont la sécurité de ces nouveaux véhicules, l'interchangeabilité des composants et les méthodes de comparaison.

L'interchangeabilité des composants fait penser à l'industrie automobile qui n'a pas conçu ses véhicules afin de permettre l'échange standard de moteurs d'origine différente mais qui permet quand même la substitution de la batterie de 12 Volts.

Les méthodes de comparaison sont destinées à permettre la comparaison des caractéristiques de divers véhicules, comme par exemple les données de consommation en essence publiées par l'industrie automobile.

Le groupe normalisation publie également des recommandations, car le domaine qu'il étudie est nouveau et un certain nombre d'aspects du véhicule électrique ne sont pas nécessairement bien connus des personnes qui travaillent au développement de ce véhicule. A titre d'exemple, on peut citer le cas du moteur électrique qui, dans certaines conditions, peut tourner à grande vitesse alors que la vitesse du véhicule est faible. Il faut être conscients de ces comportements particuliers.

La taxation a un caractère différent et artificiel. Les sessions précédentes ont montré qu'un grand nombre de véhicules peuvent être électriques; elles ont montré également les éléments favorables au véhicule électrique que sont la solution du problème de l'environnement et le transfert de la source d'énergie vers une autre base. On a vu aussi qu'il est possible de construire des véhicules électriques acceptables et de les utiliser comme cela a été réalisé par diverses firmes au cours des dernières années.

L'avantage économique et industriel de l'utilisation des véhicules électriques a été mis en évidence bien qu'il ne soit pas nécessairement un avantage pour les particuliers et les constructeurs industriels, mais plutôt un avantage global pour la Communauté Economique.

Si l'on croit ce que l'on a entendu jusqu'ici et ce que l'on va entendre aujourd'hui, il faut le croire, il ne reste plus qu'à réfléchir sur le moyen d'influencer les responsables de la taxation afin de la modifier en faveur du véhicule électrique. Il est nécessaire d'aider le véhicule électrique à sortir "du cercle vicieux de la pauvreté" constitué par les productions en nombre réduit et les coûts élevés qui en résultent.

La production en série de quantité de véhicules électriques sera bénéfique pour tout le monde.

Un intervenant précise qu'il est bien connu que la batterie au plomb offre des performances limitées en décharge profonde. Ceci n'est pas le cas des batteries Zinc-Brome qui conservent totalement leurs caractéristiques jusqu'à ce que la dernière goutte de l'électrolyte à base de Brome ait été utilisée, marquant ainsi une différence essentielle par rapport à d'autres batteries nouvelles.

A la question de savoir pourquoi certains pays ne figurent pas dans les diagrammes montrés dans l'exposé de M. Voos, il est répondu que les données nécessaires n'ont pas été fournies en temps voulu pour les inclure dans les études. Dans le cas du Danemark, il apparaît que ce pays favorise tellement les véhicules électriques au moment de l'acquisition qu'il se retrouverait présenté vers le haut, tout à fait en dehors des limites du diagramme.

Un délégué autrichien appartenant au Ministère de l'Economie et des Transports déclare l'intérêt du ministère pour résoudre le problème de la taxation dans le cadre d'une conception générale des transports. Il fait remarquer que le rapporteur a dit que la taxe à la valeur ajoutée (TVA) n'a pas été prise en compte car elle est déductible. Or, si l'on considère que dans les agglomérations le véhicule électrique sera utilisé pour les déplacements individuels, il est alors évident que l'utilisateur individuel n'aura pas la possibilité d'effectuer cette déduction. Même pour les services publics, des changements sont prévus en Autriche pour réaliser une meilleure transparence des coûts.

Un autre problème de la taxation n'a pas été pris en considération : les raisons pour lesquelles certains pays appliquent et ce par rapport à quels intérêts. En Autriche, par exemple, en ce qui concerne la taxation de l'essence ou du carburant diesel, la politique appliquée vise à couvrir de manière indirecte les coûts liés à l'usure des routes. Ceci doit également être pris en compte car les voitures électriques provoquent certainement une usure des routes moins importante que celle provenant des autres véhicules dont les vitesses et les accélérations sont plus élevées.

Un deuxième élément à mettre en évidence est la nécessité de prévoir la couverture des coûts de la recherche routière dans le montant de la taxation.

Plus fondamentalement, il est évident qu'actuellement, en Autriche, le véhicule électrique est négligé par un système de taxation qui ne considère que les moteurs à combustion interne. Un élément important peut encore être pris en considération et le sera certainement : comme dans le cas des véhicules équipés d'un catalyseur, on peut créer des avantages fiscaux pour les utilisateurs lorsque des effets bénéfiques pour l'environnement y sont liés. Dans le cas des véhicules électriques on peut répercuter ces avantages vers les utilisateurs d'une manière

encore plus importante.

M. Harwell (Royaume-Uni) rappelle une publication qu'il a faite avec le Dr Jensen il y a quelques années et dans laquelle une comparaison de la liste des avantages et des désavantages des véhicules électriques est faite. Il apparaît que tous les avantages, c'est à dire économie de pétrole, aide à réaliser une meilleure balance des paiements, réduction de la pollution et du niveau de bruit, égalisation de la charge des centrales électriques, etc ... profitent à la société tandis que tous les désavantages sont supportés par le propriétaire ou le conducteur du véhicule.

Cette situation est sans intérêt pour la personne qui va acheter ou utiliser un véhicule électrique. Nous avons tous deux personnalités : celle du citoyen et celle du consommateur. Si nous achetons une voiture ou si le responsable des transports dans une firme décide d'acquérir une flotte de véhicules, il se comportera en consommateur et laissera sa qualité de citoyen au placard. Le problème est de savoir comment la société va nous aider à sortir du cercle vicieux de la pauvreté. La seule voie de progression sera trouvée lorsque toutes les personnes présentes à ce séminaire en qualité de citoyen défendront des propositions pour une législation très favorable, en premier lieu en matière de taxation et ensuite en matière de réglementation de l'accès aux villes, de création de parkings pour véhicules électriques et d'autres mesures semblables.

Ces avantages devraient être provisoires et devraient disparaître progressivement lorsque le nombre de véhicules électriques aurait atteint un niveau suffisant, car il est évident que les pays ne sont pas prêts à supprimer leurs revenus fiscaux et que l'équilibre par rapport aux véhicules classiques doit être progressivement retrouvé.

M. H. Payot (Suisse) regrette que l'exposé de M. Voos ne présente que des constats mais pas de propositions concrètes pour définir une structure idéale de taxation ou une philosophie de cette taxation qui ne dépende pas de la source d'énergie utilisée, thermique ou électrique.

La taxation devrait tenir compte du coût global pour la collectivité en incluant la pollution car dans le cadre de celle-ci on pourrait rechercher des critères objectifs et non subjectifs comme cela se pratique dans la taxation. Selon le pays, la taxation est basée soit sur le poids, soit sur la puissance réelle, soit sur la puissance fiscale qui n'est que l'expression de la taxation administrative.

Un critère tout à fait objectif et ne dépendant pas du mode de traction pourrait être la puissance réelle du véhicule. Il y a là une base logique permettant de favoriser le véhicule électrique, en fonction du désir que l'on a de faciliter son intégration, par l'application de coefficients adéquats.

M. J. VOOS répond au rappelant qu'au début de son exposé il a expliqué que le groupe de travail avait volontairement évité de formuler des recommandations, estimant que ce n'était pas son rôle. Il a estimé qu'il suffisait de mettre en évidence les différences (entre les divers régimes de taxation et les diverses réglementations pour véhicules électriques)\* et de montrer leur corrélation par rapport au degré de pénétration sur le marché. Un autre objectif poursuivi est la sensibilisation des personnes.

La proposition de puissance réelle du véhicule est intéressante bien que cette puissance soit probablement difficile à définir.

M. G. Maggetto intervient dans la discussion entre M. Voos et M. Payot en renvoyant les participants à la page 82 du rapport COST 302 où il est clairement indiqué quelles sont les recommandations formulées par rapport aux taxations. Cet aspect de l'étude sera développé dans le dernier chapitre du rapport consacré aux conclusions, où un nombre d'éléments synthétiques très importants seront présentés.

M. Keller (Suisse) rappelle que pour le véhicule thermique deux taxations sont appliquées : l'une à l'achat du véhicule et l'autre sur l'essence ou le carburant diesel.

Pour le véhicule électrique la taxation porte essentiellement sur le courant. Il faut s'attendre que, dès que le nombre de véhicules électriques croîtra, les responsables des taxations se réveilleront. Il faudra alors combattre pour freiner pendant un certain temps cette tendance car l'avantage du véhicule électrique est surtout sensible pour la société et non pour le particulier qui en est le propriétaire.

Une remarque est alors formulée indiquant que l'acheteur du véhicule électrique achète en même temps une batterie sur laquelle la TVA est appliquée. Il y a donc paiement de taxes à l'Etat et ce serait une erreur de dissocier la batterie de l'électricité qu'on y accumule lorsque l'on désire faire une comparaison par rapport au carburant liquide.

M. Knofler (TO, Vienne) déclare que, d'une certaine manière, la taxation a été, jusqu'à présent, un élément de motivation pour l'industrie automobile et très souvent un élément négatif. Le véhicule électrique offre une chance et un espoir de modifier le caractère historiquement usuraire du régime de taxation dans les pays, dans la direction d'un système tenant compte de manière correcte des développements futurs (et nécessaires)\* de la politique de l'environnement, de l'énergie et de l'urbanisation. Un rapport de 1 à 13 entre la Finlande et la Grande-Bretagne ne peut correspondre à une politique de taxation rationnelle et fondée.

Peu de pays tiennent compte dans leur taxation de l'espace occupé par les véhicules et du coût très élevé de cet espace. Il existe toute une série de taxations indirectes qui sont d'origine historique et basées sur des grandeurs physiques qui

ont perdu beaucoup de leur signification par rapport à la situation existant il y a 30 ou 40 ans, à cause de l'évolution technique actuelle. Ces taxations sont tout simplement appliquées par extrapolation "élastique".

Ces éléments sont suffisamment importants pour introduire un régime de taxation acceptable basé sur l'évolution actuelle des connaissances.

Une question est alors posée concernant les régimes de taxation des camions dans les différents pays. En République Fédérale d'Allemagne, par exemple, la taxation est basée sur la cylindrée des moteurs. Ceci n'est pas possible pour le véhicule électrique. Quelle est donc la règle appliquée dans les différents pays ?

M. Rudd (Royaume-Uni) marque son accord sur les avantages des véhicules électriques, allant à la société, et les désavantages dont la charge va aux utilisateurs. Il est cependant dommage de gâcher une bonne cause en exagérant. L'avantage de l'égalisation de la charge des centrales électriques va en fait à l'utilisateur, car cela se traduit dans le faible prix du kWh payé pour recharger les batteries pendant la nuit. Ceci est peut-être faux pour certains pays mais est très certainement exact pour la Grande-Bretagne.

Il est très intéressant d'avoir une discussion préliminaire sur le problème de la taxation car on retrouvera ce problème dans la session suivante. On aimeraient en ce moment éliminer la prudence en réformant le système de taxation et des propositions pour la mesure de la puissance des véhicules ont été formulées. Une histoire malheureuse a existé en Grande-Bretagne. Avant la seconde guerre mondiale une taxe proportionnelle à la puissance a existé et cette puissance était définie d'une manière curieuse, appelée valeur nominale RAC. Il en est résulté une modification complète du dimensionnement des moteurs en Grande-Bretagne et cela a provoqué de grandes difficultés pour l'exportation des moteurs anglais. Ceci a été un des facteurs qui contribuèrent au déclin de l'industrie automobile anglaise. Bien entendu il y a eu d'autres causes à ce déclin, mais en ce qui concerne la taxation il y a lieu d'être très prudent afin de ne pas entraver les progrès de la technologie. Nous ne pouvons pas nous réclamer d'une grande expérience dans le domaine des véhicules routiers mais cette assemblée a une certaine expérience dans le domaine du véhicule électrique. Il faudrait donc concentrer notre attention sur les différences de taxation existant entre les véhicules électriques et les véhicules à moteur à combustion interne.

M. J. Voos précise qu'il est difficile de donner une explication détaillée sur les différences de taxation car les bases d'imposition sont très variées et il n'existe pas deux pays qui ont exactement la même base d'imposition. Ces bases varient selon qu'il s'agit de voitures particulières ou de

véhicules pour le transport de marchandises. Une documentation complète est fournie pour l'étude très fouillée publiée par le CLCA, un groupement des constructeurs automobiles, qui est une bible en matière de taxation sur l'ensemble des véhicules.

On peut dire sommairement que les voitures achetées par les particuliers sont toujours soumises à la TVA. Le taux de TVA est évidemment variable et varie de 10 % au Luxembourg à 25 %, et même 33 % pour certains véhicules, en Belgique. Les taux sont encore plus élevés au Danemark.

Des taxes de roulage sont prélevées par la plupart des pays (Belgique, France, Italie, ...).

Il y a également des taxes et accises extrêmement variables sur les produits énergétiques, par exemple pour l'Italie, 69 % du prix de l'essence et 33 % du prix du carburant diesel.

Un exposé complet est bien évidemment impossible.

Pour les véhicules utilitaires ce n'est pas la puissance du moteur qui est taxée mais plutôt le poids du véhicule. De nombreuses variantes existent car les uns considèrent le poids à vide, d'autres le poids réel, ou le poids maximum autorisé ou le nombre d'essieux. Cet ouvrage fondamental peut être acquis dans tous les clubs automobiles.

M. Genser désire savoir si l'on a demandé aux sociétés d'assurances quel était leur point de vue sur l'assurance pour les véhicules électriques.

La réponse est positive bien que ce sujet sorte un peu du cadre de l'étude. L'attitude des assureurs est favorable car ils considèrent comme autant d'éléments positifs les puissances et les vitesses moins élevées et le mode de conduite plus souple fatiguant moins le conducteur. Sans qu'il y ait de règle en la matière on peut constater, en général, un niveau de primes moins élevé de l'ordre d'une vingtaine de pourcents.

Le président de la séance constate que l'entièreté de la discussion s'est pratiquement concentrée sur la taxation. Un accord général apparaît quant à l'influence de la taxation sur l'acquisition d'un véhicule électrique. Des commentaires très intéressants ont montré que les avantages des véhicules électriques allaient à la Société tandis que les désavantages se concentrent sur l'individu. Si l'on désire exprimer des recommandations sur la taxation des véhicules électriques, il est important que cela conduise à un système de taxation simple n'influencant pas négativement le développement technologique du véhicule électrique.

En conclusion, le président déclare qu'il n'est de bonne taxe qu'une taxe nulle !

**SESSION 6**

---

**ECONOMIE**

---

Président : **M. Willy CLAES**, Ministre d'Etat, Ancien Ministre  
des Affaires Economiques de Belgique  
Rapporteur : **Dr. David Rudd**, précédemment au Ministère des  
Transports, Royaume-Uni.

Introduction par **M. David RUDD**

Résumé de la session par **M. le Prof. MAGGETTO**

## ASPECTS ECONOMIQUES

Le chapitre "Aspects économiques" est bâti sur l'hypothèse, envisagée dans le chapitre "Aspects industriels", que les VE pourraient, sur le plan économique, soutenir la comparaison avec les véhicules conventionnels comparables s'ils étaient construits et vendus en beaucoup plus grand nombre qu'à l'heure actuelle.

### Distinction entre coûts commerciaux et coûts des facteurs de production.

Toute comparaison des coûts des VE et des véhicules conventionnels doit opérer une distinction entre les coûts commerciaux, c'est-à-dire ce que les acheteurs ou les usagers payent, et les coûts des facteurs de production, c'est-à-dire des terrains, des matières, de la main-d'œuvre et du capital (y compris le capital à risques), consommés, utilisés ou imposés pendant la construction et l'exploitation des véhicules. La différence entre les deux coûts résulte des taxes prélevées sur les constructeurs et les utilisateurs des véhicules, des subventions qui leur sont accordées et de la faculté donnée aux utilisateurs de consommer des facteurs et de générer des coûts sans contrepartie financière.

Le facteur important dans l'évaluation des possibilités futures d'augmentation du nombre des VE est constitué par les coûts commerciaux. Les VE sont privilégiés dans ce type de comparaison par le fait qu'ils échappent, dans la plupart des pays, à la taxe sur les carburants due par les véhicules conventionnels, sont exonérés, dans certains pays, des droits d'accises sur les véhicules et voient, en Grande Bretagne, leur construction subventionnée pendant une période limitée. Par ailleurs, les utilisateurs de véhicules routiers ne doivent pas couvrir le coût de la pollution atmosphérique (coûts médicaux, coûts de réparation des bâtiments, coûts des dommages causés aux plantes et aux animaux) et du bruit (double vitrage, barrière anti-bruit, etc.) qu'ils causent et ne payent aucune compensation pour ces nuisances.

Les taxes et les subventions varient selon les pays. La Grande-Bretagne et le Danemark sont seuls à privilégier ainsi certains VE suffisamment pour les rendre commercialement compétitifs. Les subventions ne sont toutefois

accordées que pour une durée limitée en Grande-Bretagne. Toute augmentation importante du nombre des VE est donc conditionnée par l'amélioration de leur conception, la réduction de leur coût, la modification de la législation ou une combinaison de ces facteurs.

L'évaluation des avantages et des inconvénients présentés par les VE pour le pays dans lequel ils circulent passe nécessairement par celle du coût des facteurs de leur production, coût qui doit donc être quantifié avant de proposer aux Etats une réorientation de leur politique ou une modification de leur législation.

Le coût des facteurs comprend les coûts directs payés par les usagers, c'est-à-dire les coûts commerciaux après déduction ou addition des taxes et subventions, et les coûts indirects, que sont le coût de la pollution atmosphérique causée par les véhicules conventionnels et par les cheminées des centrales électriques fournissant l'électricité aux VE.

Afin de pouvoir comparer valablement différents types de véhicules taxés différemment dans des pays différents, nous sommes convenus d'une méthode uniforme de calcul des coûts directs des VE et des véhicules conventionnels correspondants. Etant donné qu'un des avantages vraisemblables des VE est constitué par leur durée de vie utile plus longue, la méthode la plus simple est une variante de la méthode des flux actualisés dans laquelle les coûts annuels équivalents des composants des coûts des véhicules pendant leur durée de vie utile sont calculés et comparés directement. La méthode retenue est décrite dans l'annexe 7/1 du rapport COST 302 qui précise également comment les coûts indirects de la pollution atmosphérique ont été pris en compte dans le calcul des coûts totaux des facteurs. La même méthode peut, à quelques réserves près, être adaptée à la comparaison des coûts commerciaux.

#### Méthode de comparaison

Nous avons comparé sept VE qui sont mentionnés dans le chapitre "Aspects Industriels" avec les véhicules à essence ou au diesel qui leur correspondent le plus dans 10 pays.

Nous avons élaboré une méthode (annexe 7.1.) de comparaison des coûts totaux des facteurs des VE et des véhicules conventionnels correspondants afin de pouvoir comparer valablement différentes catégories de véhicules taxés différemment dans des pays différents. Cette méthode permet d'estimer l'avantage

(ou le désavantage) présenté par un VE sur le plan des coûts des facteurs par rapport à un véhicule conventionnel équivalent parcourant certains kilométrages annuels donnés dans un pays quelconque.

Comparaison des coûts des facteurs de production.

Nous sommes arrivés à la conclusion qu'à quelques réserves près (voir paragraphe 9.2.5.), trois VE (une voiture et deux camionnettes) seraient avantageuses sur le plan du coût des facteurs dans les dix Etats, sauf une camionnette dans un pays (voir figure 7.1.). En conséquence, si 7 millions de ces VE étaient répartis dans les mêmes proportions que les voitures particulières habituelles, ils présenteraient au total un avantage sur le plan du coût des facteurs de plus d'un milliard d'Ecus par an par rapport aux véhicules conventionnels actuels les plus comparables (voir figure 7.11.). Nos analyses de sensibilité permettent d'affirmer que cette conclusion est raisonnable, c'est-à-dire qu'elle n'est pas infirmée par des variations, plausibles, de nos données et de nos hypothèses.

L'ampleur de l'avantage total dépend des estimations formulées au sujet des avantages écologiques présentés par les VE dans les dix pays. En effet, l'avantage écologique total excède de près de 400 millions d'Ecus par an l'avantage total sur le plan du coût des facteurs qui, en revanche, ne sera pas atténué par la réduction future du niveau toléré des émissions des véhicules conventionnels et des centrales (voir paragraphe 9.5.). La raison en est que ces réductions majoreront le coût de construction et d'exploitation des véhicules conventionnels avec lesquels les VE sont comparés davantage qu'ils ne majorent les coûts d'exploitation des VE. En effet, la diminution des avantages mesurés en termes de coûts indirects sera contrebalancée par une augmentation à peu près équivalente des avantages mesurés en termes de coûts directs.

L'avantage total dépend toutefois des estimations formulées au sujet du coût des 3 VE seulement produits par deux constructeurs établis dans un seul pays. Quoique les 4 autres VE aient des performances techniques très comparables à celles des véhicules conventionnels correspondants, ils resteront trop chers pour pouvoir présenter des avantages sur le plan du coût des facteurs tant que leur coût d'investissement n'aura pas été ramené à des niveaux nettement inférieurs à ceux que leurs constructeurs ont estimé pouvoir atteindre.

Nous constatons qu'en Grande-Bretagne et en Allemagne, les avantages présentés par les VE sur le plan du coût des facteurs sont inférieurs aux avantages qu'ils présentent sur le plan du coût commercial ainsi calculé (ou que les désavantages sur le plan du coût des facteurs excèdent les désavantages sur le plan du coût commercial) et que les différences sont souvent importantes. En outre, ces différences tendront à augmenter à mesure que le niveau toléré de pollution atmosphérique sera abaissé parce que cet abaissement amplifiera les avantages présentés par les véhicules électriques sur le plan des coûts commerciaux sans entamer ceux qu'ils présentent sur le plan du coût des facteurs. Sous l'angle strictement économique, nous ne voyons donc aucune raison d'inviter les gouvernements de ces pays à user de moyens fiscaux plus généreux encore pour favoriser la substitution des VE aux VT. Ils pourraient souhaiter refaire nos calculs en partant de données ou d'hypothèses légèrement différentes dans le cas où les différences sont faibles et en se demandant si ces facilités fiscales ne sont pas parfois excessives, mais nous ne prétendons pas que nos estimations sont exactes et nous n'avons pas de recommandation particulière à formuler en cette matière.

Les avantages présentés par certains VE sur le plan du coût des facteurs excèdent pourtant les avantages qu'ils présentent sur le plan des coûts commerciaux (à moins que leurs désavantages en termes de coût des facteurs soient plus faibles que leurs désavantages en termes de coûts commerciaux) en Finlande, en Suède, en Suisse, en France, en Belgique et en Italie. La fiscalité de ces pays est donc de nature à faire obstacle aux améliorations que ces VE pourraient apporter à leurs économies et à leur environnement. Nous suggérons donc aux gouvernements de ces pays de réexaminer leurs régimes fiscaux en vue d'éliminer les obstacles au remplacement, profitable, des véhicules conventionnels par des VE et de les aligner sur ceux des deux autres pays. Nous ne prétendons pas que nos calculs doivent être acceptés sans autre vérification, mais nous sommes convaincus qu'un réexamen approfondi serait justifié et bénéfique à ces causes communes que sont la prospérité économique et l'amélioration de l'environnement de l'Europe occidentale.

Nos estimations des avantages présentés par les VE sur le plan du coût des facteurs sont valables sous réserve que :

a) l'estimation du coût d'investissement des trois véhicules "économiques"

- proposés dans le chapitre "Aspects Industriels" soit réaliste;
- b) les caractéristiques techniques (voir paragraphe 7.3.6.) des trois premiers VE leur permettent réellement de remplacer un tel nombre de véhicules conventionnels, que les hypothèses émises au sujet du nombre et du kilométrage annuel de ces véhicules conventionnels se vérifient ou qu'ils puissent être compétitifs et être utilisés aux fins prévues dans les dix pays;
  - c) la flotte prévue de VE puisse couvrir les frais généraux des réseaux de vente et de service après vente qui lui sont nécessaires;
  - d) un nombre suffisant d'utilisateurs et de propriétaires puissent être amenés à opérer la conversion, alors même que les véhicules électriques présentent l'inconvénient d'avoir une autonomie plus courte et des temps de recharge plus longs que les véhicules conventionnels.

Ces réserves, importantes, posent aux constructeurs et distributeurs des VE des problèmes dont la solution ouvrirait, si elle se doublait de l'élimination des obstacles fiscaux, un marché approprié à ces VE, ainsi qu'à d'autres VE de conception et de coût comparables, en Europe occidentale.

La solution de ces problèmes passe par :

- a) une réestimation minutieuse des coûts de production de l'option technique finalement retenue;
- b) la poursuite des recherches en vue d'améliorer les performances techniques des VE "économiques" ou de réduire les coûts de production des VE qui ne le sont pas;
- c) le réexamen des sources des composants, en particulier des accumulateurs, dont les coûts et les performances semblent différer profondément selon les constructeurs;
- d) l'analyse des possibilités d'utilisation de composants communs, éventuellement normalisés, pour tous les VE;
- e) des études de marché, la mise en place de réseaux de vente et de service après-vente, l'organisation de campagnes publicitaires.

#### Comparaison des coûts commerciaux.

La comparaison des coûts commerciaux est intéressante pour les deuxième et troisième points de notre mandat qui nous charge d'étudier :

- b) la mesure dans laquelle les parcs des VE des Etats participants devraient augmenter dans un avenir prévisible,
- c) si les gouvernements des pays participants auraient avantage à coordonner leurs politiques et leur activité législative de façon à induire un développement du parc plus rapide que celui qui peut actuellement être prévu.

Pour ce qui est de la première question le coût commercial n'est évidemment qu'un des facteurs influant sur la taille du parc, c'est-à-dire la pénétration du marché, des VE. Les utilisateurs et les propriétaires sont également fortement influencés par au moins sept facteurs non monétaires, à savoir le degré d'équivalence technique des VE (voir chapitre 6, tableau 6.3) sur le plan de leurs exigences personnelles, de la fiabilité, de la qualité des réseaux de distribution et d'entretien, des réglementations locales (de lutte contre le bruit par exemple), de la publicité et, parfois aussi, de la mode et des préjugés (pour ou contre les VE).

Il y a aussi malheureusement plusieurs méthodes différentes pour comparer les coûts de projets commerciaux largement utilisés, en l'occurrence celles du "délai" ou du "kilométrage" de récupération. Ces méthodes sont très simples à appliquer, mais elles ne tiennent pas compte de l'inégalité de la durée de vie utile des VE, de leurs accumulateurs et des VT, ni des taux d'intérêt. Une autre méthode consiste à calculer les coûts annuels, amortissements compris, des véhicules et des accumulateurs, sans tenir compte de l'intérêt sur le capital. Il est parfois posé en hypothèse que les véhicules sont vendus d'occasion après quatre ou cinq années d'utilisation, mais l'estimation de leur valeur à la revente ne peut être que très incertaine parce qu'il n'y a que très peu de VE en circulation. En égard à la diversité des régimes fiscaux en vigueur dans les dix pays, au fait que leurs effets dépendent de la méthode d'évaluation appliquée et à l'influence des facteurs non monétaires précités, nous avons renoncé à passer en revue la gamme des évaluations que les utilisateurs potentiels auraient probablement faites dans la pratique.

Pour ce qui est de la deuxième question, nous avons voulu faire ressortir les effets des régimes fiscaux actuellement appliqués dans les différents pays en apportant à nos comparaisons des coûts des facteurs les modifications suivantes :

- a) multiplication des coûts d'investissement des véhicules et (le cas

- échéant) des accumulateurs, des prix de l'énergie et des coûts kilométriques d'entretien par des facteurs (pourcentage fixes) reflétant la charge fiscale qui pèse sur eux dans les différents pays;
- b) prise en compte dans les comparaisons des autres coûts commerciaux différents pour les VE et les VT (notamment les taxes annuelles sur les véhicules dans la plupart des pays et, dans l'un d'eux, la taxe kilométrique)
  - c) élimination des coûts indirects des comparaisons;
  - d) maintien du même taux d'intérêt, du même véhicule, de la même durée de vie des accumulateurs et des mêmes prix hors taxes des véhicules et des accumulateurs que dans les comparaisons des coûts des facteurs.

Les taxes qui pèsent le plus sur les comparaisons sont les droits prélevés sur les combustibles liquides et, dans certains cas, les taxes annuelles sur les véhicules. Dans certains pays, la taxe à la valeur ajoutée représente un autre élément important du coût de l'automobile, quoi qu'elle puisse normalement être récupérée par ceux qui utilisent leur véhicule à des fins professionnelles. Quoique les sept VE puissent être utilisés à de telles fins, la majorité des petites voitures électriques seront vraisemblablement utilisées à des fins privées, tandis que les camionnettes électriques seront presque toutes utilisées à des fins professionnelles. Par souci de simplification, nous avons donc inclus la TVA (là où elle est due) dans les comparaisons des deux voitures, alors que nous n'en avons pas tenu compte dans les autres comparaisons.

Ces adaptations de notre méthode de comparaison des coûts des facteurs de production nous semblent également donner une méthode de comparaison des coûts commerciaux plus rationnelle que les méthodes précitées. Nous sommes conscients que les dimensions du parc des VE dépendront du jugement porté par les utilisateurs et propriétaires potentiels sur leurs avantages et inconvénients et non du fait qu'ils "devraient" s'y convertir, mais notre méthode présente de très sérieux avantages et nous la recommandons donc aux utilisateurs potentiels des VE (qui baseront évidemment leur jugement sur le prix qu'ils payeront effectivement pour les véhicules, les accumulateurs, l'énergie et les autres postes de coût).

Nous ne disposons pas des moyens nécessaires pour effectuer une étude de marché en tenant compte de cette multitude de méthodes et d'influences,

mais nous avons adapté notre méthode de façon à obtenir plusieurs comparaisons des coûts commerciaux des mêmes couples de véhicules afin de mettre en lumière l'incidence du remplacement, dans les comparaisons des coûts des facteurs, des coûts indirects (que les utilisateurs ne paient pas en tant qu'utilisateurs) par les taxes et subventions qu'ils paient ou reçoivent dans les différents Etats. Nous recommandons cette méthode ainsi adaptée à tous ceux qui pourraient acheter ou utiliser des VE. Nous nous sommes toutefois plus particulièrement préoccupés d'évaluer l'incidence de cette substitution sur les comparaisons afin de pouvoir inviter les différents pays à coordonner leurs politiques fiscales ou législatives.

## RESUME DE LA SESSION

Etant donné la série de problèmes que posent les aspects économiques du véhicule électrique, le président de la séance, M. le Ministre Claes, propose d'entamer immédiatement la discussion du rapport.

M. Chase (Ministère des Transports, Royaume-Uni) remarque que l'étude économique ne comporte pas d'aspect "sécurité routière". En Grande-Bretagne, proportionnellement, le nombre le plus élevé d'accidents graves causant des blessures ou des morts, ont lieu dans les zones urbaines. Il est probable que l'introduction de véhicules électriques en quantité aussi importante que celle proposée dans le rapport pourrait avoir une influence sur ces accidents.

Dans l'évaluation des nouveaux systèmes de contrôle routier ou des systèmes améliorés, la sécurité est un des facteurs inclus dans l'évaluation économique. La méthode d'évaluation du coût des vies perdues ou des blessures est bien définie en Grande-Bretagne. On peut se demander s'il aurait été possible d'inclure cette évaluation du coût des accidents dans l'étude économique. Bien entendu la difficulté aurait été une estimation de la différence entre les véhicules électriques, (à introduire)\*, et les véhicules à moteur à combustion interne actuels car il n'existe que très peu de données. La vitesse réduite des véhicules électriques pourrait avoir certains effets.

M. D. Rudd confirme qu'un grand nombre de problèmes ont été considérés parmi lesquels le problème de la sécurité. On peut penser que la sécurité n'a pas été incluse faute de données. Des informations ont été demandées mais cela a conduit à deux opinions opposées, ce qui, soit dit en passant, sert toujours de prétexte pour l'administration civile (pour ne pas trancher ?)\*.

S'il existe une opinion favorable et une opinion défavorable il est toujours possible de choisir celle qui correspond à une option préférentielle.

On dit que les véhicules électriques sont plus sûrs que les véhicules thermiques car leurs performances sont plus faibles.

Il n'existe pas d'information statistique à ce sujet. Certaines compagnies d'assurances offrent des primes moins élevées pour les véhicules électriques ce qui indique qu'elles ont probablement étudié le problème sans qu'elles soient disposées pour autant à fournir des informations. D'autres compagnies pensent que les batteries de type nouveau et plus particulièrement les batteries à haute température pourraient être dangereuses et elles préfèrent alors ne pas les assurer du tout.

-----  
\* Note du rédacteur

Il faut écarter définitivement l'idée qu'un véhicule électrique pourrait être dangereux à cause de son caractère silencieux. Ce problème est fictif et trivial et il n'est pas du tout nécessaire de glosser à ce sujet car ajouter une source de bruit bon marché n'est vraiment pas un problème.  
Les autres aspects de la sécurité sont plus difficiles à décrire.

M. J. Bradbury (Lucas-Chloride, Royaume-Uni) considère qu'il est inutile de s'égarer dans cette discussion sur la sécurité. En Grande-Bretagne, une ou deux flottes de véhicules électriques comportent plus de 70 véhicules agréés et ont accumulé des informations sur la sécurité sur une période allant de 3 à 6 ans. Une des compagnies d'électricité utilisatrices (Southern Electricity Board)\* signale, dans son rapport, que l'apport des véhicules électriques à la sécurité routière est plutôt positif. Il n'y a pas eu de tentative de quantification de cette opinion.

M. D. Porter (Electricity Council, Londres) confirme que les véhicules électriques ne sont pas silencieux mais plutôt peu bruyants. Des essais ont été effectués à Londres, pour un institut pour aveugles, avec des véhicules électriques parmi lesquels se trouvait une Ford Granada classique. C'est le véhicule thermique qui fut le plus difficilement entendu ce qui indique que le problème du silence d'un véhicule électrique est fictif. Certains véhicules thermiques sont actuellement moins bruyants que les véhicules électriques.

Un intervenant constate que le chauffage du véhicule électrique exige la mise en oeuvre d'une source complémentaire ce qui signifie un avantage économique particulier dans les pays à climat favorable tels que l'Italie. Or il a été dit que cette économie est la plus marquée en Finlande et en Suède. A-t-on tenu compte du problème du chauffage dans l'étude économique ?

M. Rudd répond affirmativement mais l'effet en est très réduit. L'avantage apparaissant pour la Finlande n'a rien à voir avec la quantité d'énergie car il a été supposé que les véhicules, thermiques et électriques, consomment la même quantité d'énergie. Cet avantage est lié aux très grands bénéfices économiques en Finlande, qui sont nettement supérieurs à ceux de l'Allemagne.

Un intervenant appartenant au "Deutsche Gesellschaft für Strassenverkehr" de l'Allemagne fédérale constate que l'introduction du catalyseur à trois voies est considérée comme diminuant l'avantage écologique des véhicules électriques. En a-t-on tenu compte dans l'étude et quel avantage subsiste-t-il encore pour les véhicules électriques ?

-----  
\* Note du rédacteur

M. D. Rudd dit que l'on a analysé le coût des facteurs de production des véhicules électriques actuels, équipés de batteries au plomb construites selon les quantités définies dans le chapitre "Aspects industriels". Ces coûts ont été comparés avec ceux des véhicules thermiques non équipés des solutions orientées vers la prévention de la pollution tels que les catalyseurs ou autres techniques. Cependant, dans le calcul de l'avantage écologique, c'est-à-dire les coûts liés à la pollution tels que discutés dans la session "Environnement", on a ajouté au coût des véhicules thermiques le coût correspondant à l'acquisition et à l'utilisation de l'équipement nécessaire pour ramener la quantité d'émission de polluants des véhicules thermiques au même niveau que celui des véhicules électriques. En fait si l'on considère que les véhicules électriques ne provoquent pas d'émissions il faut alors équiper plus de véhicules thermiques qu'il n'y aurait de véhicules électriques. Pour 1.000 véhicules électriques il faudrait équiper 1.500 véhicules classiques; on a tenu compte du coût de cet équipement sous la forme d'une pénalisation du coût de l'environnement pour les véhicules thermiques. Cette réponse n'est pas directe mais elle indique où est l'avantage du véhicule électrique.

Un intervenant signale que les données pour le calcul des coûts d'un système dépendent de la définition du système considéré. Le système (véhicules électriques)\* a été limité aux frontières de chaque pays. Les coûts dus à la pollution de l'environnement ne sont pas limités aux frontières car il est très vraisemblable que des coûts soient provoqués dans un pays par des pays environnants. Dans l'hémisphère nord à vents d'Ouest dominants il est probable que des transferts de pollution se produisent vers l'est avec un transfert de coûts correspondants. C'est une question que peut se poser la société dans différents pays lorsque beaucoup de coûts de pollution sont provoqués par un pays voisin.

M. D. Rudd considère que ce phénomène existe mais qu'il est plutôt minime pour l'étude car les avantages pour l'environnement se situent essentiellement dans les villes là où circulent les véhicules électriques. On reste donc limité à un seul pays.

Une part plus petite du désavantage des véhicules électriques, et dans certains cas cette part est très petite, se retrouve dans la production de l'électricité qui pollue l'atmosphère sur de grandes étendues, les émissions des centrales électriques anglaises pouvant par exemple polluer les lacs suédois, etc.... Mais cet effet est vraiment sans signification car le coût dû à la production de l'électricité pour les véhicules électriques dans un seul pays est une erreur mais celle-ci est vraiment petite et l'auteur du rapport serait très heureux si cette erreur était la seule apparaissant dans les calculs !

-----  
\* Note du rédacteur

M. Dale (Royaume-Uni) marque son accord sur l'hypothèse formulée par M. Rudd selon laquelle le problème économique est le problème central mais il est moins sûr du fait que le véhicule électrique puisse justifier son apparition sur les routes européennes sur base de son économie générale (incluant les effets sur l'environnement)\*. Cette hypothèse néglige un élément supplémentaire qui est d'ordre politique.

On peut citer l'exemple des centrales électriques nucléaires. L'électricité qu'elles produisent est la moins chère. La France et la Belgique en exploitent les avantages. La Suède l'a rejetée. La République Fédérale allemande l'a écartée dans une grande mesure et la Grande-Bretagne adopte une position d'attente.

Cette analogie avec l'énergie nucléaire n'est pas totalement arbitraire car il y a lieu de tenir compte de la pression des mouvements écologistes. De plus l'électricité de nuit en France et en Belgique est tellement abondante et bon marché qu'elle devra être vendue à des conditions favorables puisque ces centrales doivent continuer à produire, ce qui favorisera le véhicule électrique. Quelle est la situation en Norvège où de grandes quantités d'énergie hydroélectrique sont disponibles en surplus ?

Dans ce domaine où le point de vue politique joue un rôle, d'autres personnes pourraient exprimer une opinion.

Il existe une différence importante entre les véhicules électriques, et leurs effets, et les centrales nucléaires. Dans ce dernier cas il existe un accord véritable sur le fait que les coûts réels, à long terme, de l'énergie nucléaire n'ont pas été pris en considération et les écologistes en tant qu'opposants à cette énergie auront une position dominante le jour où ces coûts seront effectivement comptabilisés.

Il n'existe pas d'attitude politique semblable pour le véhicule électrique car l'attitude qui prévaut résulte des avantages allant à la société et des avantages pour l'individu. On peut essayer de sortir de cette ambiance politique pour exprimer une réponse scientifique et économique\*.

M. Rudd répond que les avantages et désavantages ont été inclus dans la comparaison économique. Il est toujours possible d'y apporter des améliorations mineures en incluant les problèmes de sécurité ou les coûts liés aux dégâts dus au SO<sub>2</sub> dans les pays voisins. Mais il faut justifier le véhicule électrique en termes économiques car c'est l'application des principes économiques qui accroît la prospérité des pays occidentaux libres.

M. H. Zuker demande si l'étude économique tient compte de la perte de valeur des véhicules électriques au cours du temps c'est à dire de l'ensemble des composants à l'exception de la batterie.

-----  
\* Note du rédacteur

M. Rudd confirme que cela a été fait. Il renvoie au texte en précisant que le coût annuel a été calculé en fonction de la durée de vie du véhicule. Ce coût inclut les intérêts et l'amortissement. Il est calculé à l'aide de la formule utilisée par les organismes de prêt à la construction et basé sur le principe des annuités. Sur 10 ans, il s'agit par exemple du prix à payer pour le remboursement d'un prêt et pour les intérêts. Les intérêts et l'amortissement sont donc inclus. Les constantes utilisées dans la formule croissent en fonction du nombre de kilomètres parcourus annuellement car la durée de vie du véhicule est plutôt déterminée par le nombre total de kilomètres parcourus que par la période de temps considérée. Elle peut être inférieure à 10 ans lorsque le nombre de kilomètres est élevé.

La batterie est prise en compte séparément car sa durée de vie est largement inférieure à 10 ans et des valeurs de 5, 4, 3 et 2 ans ont été retenues. Un an peut être atteint si le nombre de kilomètres parcourus est grand. Pour la batterie, la formule utilisée est la même que celle du véhicule.

M. Niessler (Autriche) indique que pour les véhicules à moteur à combustion interne il faut considérer qu'avec ou sans catalyseur ce qui est versé dans le réservoir passe par l'échappement. L'humidité peut également être la cause d'une détérioration du milieu le long des routes à haute densité de trafic ou dans les agglomérations par la création de brouillards et par l'absorption de vapeur d'eau par les façades humides. En hiver ces façades gélent; les façades humides contribuent à augmenter les besoins en énergie pour le chauffage des bâtiments.

M. Rudd explique que cet aspect des émissions appartient à l'étude du groupe environnement. Le scénario envisagé dans la comparaison entre véhicules électriques et moteurs à combustion interne considère que les deux groupes de véhicules émettent la même quantité de pollution et donc les mêmes dommages aux bâtiments et aux êtres humains. C'est le coût de cet équilibre qui est la base du calcul.

Le Dr. Reinhardt précise qu'étant donné les diverses sources de pollution, par gaz d'échappement, par l'industrie ou par d'autres origines, il est difficile de procéder à une évaluation particulière des effets correspondants. Ces problèmes, y compris les effets sur les façades, ont été discutés mais finalement c'est la méthode présentée dans le rapport qui a été retenue.

M. John Clark constate que l'étude proposée a utilisé une méthode opposée à celle mise en oeuvre dans la plupart des schémas d'évaluation. Dans ces schémas, en terme de pollution atmosphérique, le coût correspondant est négligé car on ne dispose pas d'une bonne mesure de son coût financier.

L'étude présentée ne se pose pas la question de savoir comment obtenir une mesure directe du coût de la pollution

atmosphérique mais opte arbitrairement pour le calcul du coût de l'élimination de cette pollution (à sa source et non dans le milieu où elle s'est répandue)\*. Il n'est pas du tout certain que l'homme de la rue soit disposé à payer ce prix.

M. Rudd confirme ce choix. Le groupe de travail économique peut être fier de ne pas avoir adopté les méthodes couramment utilisées par les spécialistes des transports routiers. Ceux-ci n'ont pas été dans la possibilité de faire ce qui a été fait pour les véhicules électriques et il n'y a pas de honte à n'avoir pas utilisé la méthode directe. De plus cette méthode directe n'est pas seulement inutilisable mais elle est aussi illogique. C'est la méthode indirecte qui a été utilisée car elle reporte la responsabilité d'une décision sur les populations de l'Europe c'est à dire sur leurs gouvernements. Les affirmations exprimées en tant que partisans enthousiastes des véhicules électriques seront considérées avec circonspection mais en tant que citoyens il y a lieu de savoir si oui ou non on désire éliminer la pollution des cités. Si la réponse est négative, le véhicule électrique ne se justifie pas. Si la réponse est positive le véhicule électrique apporte une solution économiquement efficace pour réduire considérablement la pollution. Cette conclusion semble être très correcte pour une étude telle que celle qui est présentée dans le rapport COST.

Le prof. Jeanneret (Suisse) apporte des précisions sur le mode d'entraînement des véhicules et plus particulièrement sur le coût à l'achat, sur l'entretien et sur la sécurité de fonctionnement.

Les caractéristiques techniques sont considérées en premier lieu. Trois types d'entraînements entrent en ligne de compte :

- le coût d'un moteur à courant continu à aimants permanents en terre rare est très élevé et il n'est pas aisé d'obtenir des moteurs dont la puissance est de l'ordre de 30 kW;
- le moteur asynchrone associé à un convertisseur statique est la solution la plus favorable, le moteur étant très simple et de prix 2.5 à 3 fois moindre que le moteur à courant continu correspondant;
- les convertisseurs statiques pour moteurs à courant alternatif sont actuellement chers car les convertisseurs industriels à 220 V développent des puissances monophasées de 5 à 6 kW tandis que sous 380 V triphasés (où les puissances peuvent être de plusieurs dizaines de kW)\* les tensions continues correspondantes atteignent 600 Volts et les semiconducteurs, Transistors bipolaires et FETs, y sont adaptés;
- la tension à bord des véhicules électriques se situe entre 100 et 200 Volts et il n'existe guère de composants sur le marché qui soient construits pour ces tensions (mais bien plutôt pour les tensions industrielles plus élevées)\*;

-----  
\* Note du rédacteur

- dès qu'il est possible de construire en série industrielle, on constate que l'entrainement à courant alternatif devient déjà moins cher que l'entrainement à courant continu.

Une recherche a été faite dans le cadre d'un contrat P.T.T. et il a été constaté qu'en utilisant les mêmes éléments, la solution à moteur asynchrone était clairement la plus favorable.

Le moteur synchrone aura également une chance de s'imposer surtout sous la forme de moteur de roue. Equipé d'aimant permanent il devient beaucoup plus cher.

Enfin pour les problèmes d'entretien on peut affirmer que :

- des difficultés peuvent être rencontrées au niveau de la commutation des moteurs à courant continu;
- le moteur à courant continu est moins surchargeable que le moteur synchrone ou asynchrone;
- le moteur à courant continu peut être sujet à des problèmes de commutation en cas de très forte humidité; ou si l'air est très sec ou si les températures sont très basses;
- les aspects négatifs du moteur à courant continu ne se rencontrent pas chez le moteur asynchrone ou synchrone.

Il est donc possible dorénavant de construire un entraînement pour véhicule électrique qui soit fiable à 100 % et qui n'exige aucun entretien.

M. Rudd pense que ces conditions sont d'un très grand intérêt mais qu'elles se rapportent aux aspects techniques. De plus pour l'esprit du rapport il y a lieu de se référer au paragraphe 9.12 du rapport COST où il est dit que le moteur à collecteur des véhicules électriques actuels sera graduellement remplacé par des moteurs sans collecteur.

Le contrôle de la vitesse à l'aide de convertisseurs statiques se développerait beaucoup plus rapidement si les véhicules électriques étaient construits selon les quantités envisagées dans le rapport. Cependant, les effets économiques des améliorations futures des batteries ou des systèmes de production n'ont pas été inclus dans l'étude.

Une longue discussion a eu lieu sur le point de savoir s'il fallait comparer les véhicules électriques résultant des développements futurs avec les véhicules à moteur à combustion interne actuels.

Pour justifier le choix effectué dans l'étude COST on peut faire la comparaison biologique qui suit.

Le léopard qui chasse une gazelle n'aura de repas que s'il court plus vite que la gazelle. Au cours des quelques centaines de milliers d'années qui se sont écoulées les gazelles ont appris à courir plus vite et le léopard également. Un léopard actuel attraperait sans problème une gazelle d'il y a 100.000 ans tandis qu'un léopard de cette époque révolue ne pourrait pas du tout attraper une gazelle actuelle.

On peut assimiler le véhicule électrique au léopard bien que l'échelle de temps pour l'évolution du véhicule électrique doive plutôt se compter en années.

-----  
\* Note du rédacteur

Il faut donc comparer des choses comparables c'est à dire soit des véhicules électriques et des véhicules thermiques actuels ou des véhicules électriques et des véhicules thermiques futurs. Etant donné la difficulté d'appréciation de l'évolution future des véhicules thermiques c'est la comparaison de l'état actuel des véhicules électriques et thermiques qui a prévalu.

Il est difficile de dire qui, du véhicule électrique ou du véhicule thermique, évoluera le plus rapidement.

M. Brusaglino confirme que les solutions futures utiliseront probablement des moteurs à courant alternatif, synchrones ou asynchrones, car l'électronique correspondante verra ses prix décroître rapidement.

Dans la méthodologie de l'évaluation COST c'est l'état de l'art actuel qui sert de base afin que l'approche proposée garde un caractère conservatif.

L'étude des aspects industriels permettra de développer un autre point de vue.

Le Prof. Maggetto pense que l'évolution de la technologie des entraînements correspond à l'évolution technologique que l'on observe dans le domaine de la traction ferroviaire. L'évolution de mode que l'on y observe s'appuie sur une base plus ou moins économiquement justifiée. La traction continue y est progressivement remplacée par la traction alternative, le TGV en étant un bel exemple d'application.

Pour le véhicule électrique le passage à la technologie de la traction en courant alternatif sera économiquement justifié par le fait que le moteur à courant continu n'est pas adapté à une production de masse. C'est probablement là que l'on trouvera l'élément principal de justification économique de la traction alternative.

M. Menga (ENEL, Italie) commente l'aspect économique du véhicule électrique en Italie.

La différence, apparaissant dans les graphiques présentés par le Dr Rudd, entre les coûts des moyens de fabrication des différents véhicules, est de l'ordre de 100 ECUs à comparer aux coûts totaux des véhicules pour lesquels la différence est de l'ordre de 4.000 ECUs. Cette différence est de l'ordre de 2 % des coûts totaux des véhicules. On peut se demander si elle n'a pas un ordre de grandeur correspondant aux erreurs d'estimations des données du calcul. Les coûts des véhicules électriques et des véhicules thermiques sont très proches; par conséquent toute action menée en faveur des véhicules électriques ne pourra pas uniquement être basée sur un critère économique.

M. Rudd considère que la question de M. Menga est très pertinente mais qu'elle pourrait être divisée en deux parties. En premier lieu, pour les coûts des moyens de production et le bénéfice que l'on a, dans ce cadre, à produire des véhicules électriques, un certain nombre de tests de sensibilité ont été effectués tels que décrits au chapitre 7 du rapport COST. Il en

résulte clairement, comme conclusion, que l'avantage global du véhicule électrique est suffisamment important pour ne pas être annulé par des variations plausibles des hypothèses de calcul. Dans certains cas les avantages sont petits, dans d'autres cas ils sont soit nettement positifs ou nettement négatifs. Après mûre considération, et ce fut une question d'avis, les auteurs du rapport économique ont estimé qu'il existe une chance pour les véhicules électriques en Europe si le nombre prévu dans le parc hypothétique et les calculs économiques est l'objectif à réaliser.

En second lieu il faut considérer un calcul qui demande une précision plus grande. C'est le calcul de la différence entre les coûts des moyens de production et les coûts commerciaux. La précision du calcul doit être plus grande car on remplace tout simplement une petite partie des coûts totaux, (dans le cas des coûts des moyens de production)\*, par une autre petite partie des coûts totaux (commerciaux)\*\*. Les nombres que l'on manipule sont beaucoup plus petits (que les coûts totaux)\*\*, ainsi que le montrent les graphiques, et l'erreur sur la différence entre ces nombres peut être très importante.

Une erreur nettement moins importante résulterait du remplacement des avantages financiers liés à la pollution par les avantages liés au mode de taxation.

En conclusion on peut dire que l'argumentation de M. Menga peut être pertinente et que tout calcul économique n'atteint jamais la justesse que l'on aimerait lui voir atteindre.

Un intervenant exprime son inquiétude quant à l'importance des éléments liés à la pollution dans l'évaluation globale.

La base du calcul est le coût du catalyseur à trois voies. Ce système est imposé par les gouvernements dans différents pays européens et a fait l'objet de discussions et de négociations au sein de la Communauté pendant de nombreuses années. En 1985 un accord est intervenu à Luxembourg; cet accord est actuellement ratifié par divers pays. Certains pays, dont la République Fédérale d'Allemagne, étaient en faveur de limites de pollution exigeant l'introduction du pot catalytique mais d'autres pays, incluant le Royaume-Uni, la France et l'Italie, considèrent que les coûts du pot catalytique pourraient ne pas être justifiés, les avantages sur la pollution étant insuffisants pour justifier les coûts d'installation et d'utilisation du catalyseur à trois voies.

Par conséquent, si l'on considère le point de vue politique en Europe, la base de calcul n'est pas correcte.

M. Rudd considère que cette question est intéressante et compliquée.

Le catalyseur à trois voies a été utilisé comme moyen pour atteindre un objectif souhaitable (en matière de pollution)\*. Il semble que, toute considération à propos des véhicules électriques mise à part, ce soit un moyen raisonnablement

-----  
\* Note du rédacteur

économique d'atteindre cet objectif. S'il existait un moyen plus économique d'atteindre le même objectif cela réduirait les avantages des véhicules électriques liés à la pollution car il faudra toujours comparer les véhicules électriques avec la meilleure des solutions de remplacement conduisant au même résultat sur l'environnement. Ceci ne signifie pas qu'un quelconque gouvernement soit obligé de mettre en oeuvre l'une ou l'autre méthode de protection ou d'amélioration de l'environnement car il s'agit là d'un problème politique comme cela a été dit dans les remarques introductives.

Si l'on veut améliorer l'environnement il faudra le faire en tant que peuple ou communauté en exprimant cette volonté au moment des élections. Et les gens ne votent pas, dans leur grande majorité, pour cette option quoiqu'ils en aient la possibilité. C'est un problème qu'il faut poser aux citoyens; certains voteront en faveur des mesures favorables à l'environnement mais beaucoup d'autres ne le feront pas. Une telle décision devant être prise par le biais d'un vote, elle donnera lieu à des discussions publiques sans fin avant que le vote n'ait lieu.

En tant qu'expert, on peut affirmer que si l'on désire améliorer l'environnement, le véhicule électrique est une solution rudement bonne pour atteindre cet objectif et ce tant du point de vue technique que du point de vue économique.

Un intervenant considère également que toute recherche comporte une certaine imprécision et qu'elle ne devrait servir que de support à une décision. Un point est à considérer qui pour certaines entreprises est essentiel pour trouver une décision : il peut être économiquement justifié d'opter pour le véhicule électrique si l'on considère l'obligation légale, pour certaines entreprises, de constituer une réserve en produits pétroliers. Ceci peut constituer une charge très importante aussi bien du point de vue du volume de l'entrepôt que du point de vue du capital bloqué quel que soit le mode de règlement et en particulier le règlement financier pour les pouvoirs publics.

Il faut prendre ceci en considération dans le cadre d'une politique de l'énergie. En Autriche la décision d'encourager les véhicules électriques est basée, aussi bien pour la politique des transports que pour la politique de l'énergie, sur la souplesse et l'indépendance dans l'énergie primaire. Il faut donc remarquer que cette réserve obligatoire de carburant n'existe pas pour la route ou pour la poste. La nécessité de réserves, qui est la règle exprimée pour les pays de l'OCDE, règle valable pour la plupart des pays européens, est éphémère.

M. Rudd répond que ce commentaire concerne la politique des gouvernements ainsi que les analyses et recommandations faites par l'OCDE. A cela on peut répondre que l'introduction des-----

\* Note du rédacteur

véhicules électriques conduira à une économie de consommation pétrolière de 3,5 % ce qui n'est pas susceptible de provoquer un bouleversement chez quelque partie que ce soit. Une firme, telle une compagnie de transport par autobus, qui aurait des soucis pour son approvisionnement en combustible liquide pourrait penser à une solution électrique pour parer à une pénurie éventuelle mais elle devrait préalablement consulter son gouvernement, comme ce fût le cas en Grande-Bretagne, afin de s'assurer que des réserves suffisantes existent en cas de situation de pénurie.

Le président de la séance donne la parole à un représentant de l'Automobile Club de Suisse, ACS, qui en relation avec les "12 Heures Electriques de Bruxelles" désire faire part de l'organisation en Suisse, depuis deux ans déjà, d'un Grand Prix de formule E, c'est à dire d'une compétition, en circuit, pour véhicules électriques. Le circuit utilise les pistes d'un aérodrome. L'épreuve se compose d'un essai d'accélération sur un quart de mille, d'une course durant 48 minutes et d'un sprint pendant trois tours de circuit. Les batteries ne peuvent pas être rechargées pendant ou entre les épreuves. Cinquante participants ont contribué au succès de l'épreuve parmi lesquels on retrouve des représentants des producteurs et distributeurs d'énergie électrique, tels que l'Electricité de Strasbourg et la RWE de ESSEN, et des représentants de firmes automobiles tel que Volkswagen ou BMW (avec des voitures équipées de batterie Sodium-Soufre)\*.

L'ACS désire contribuer de cette manière au développement du véhicule électrique et est convaincue qu'une compétition sportive peut également motiver les personnes qui s'occupent de véhicules électriques. Une grande motivation a été observée ces dernières années dans les centres de recherche des firmes automobiles.

Le Grand Prix Formule E aura également lieu en juin 1988 (à Luzern)\*.

M. le Ministre W. Claes, conclut.

Il remercie le rapporteur, M. Rudd, qui par ses répliques a démontré sa connaissance approfondie des différents aspects du dossier.

Il félicite les organisateurs du séminaire car il a vécu de très près les problèmes énergétiques en ayant été Ministre de l'Energie pendant les deux crises de l'énergie en 1973 et en 1979.

Il a également, aux mêmes moments, présidé le conseil des ministres européens de l'énergie.

Une déception peut être exprimée car, bien que la généralisation soit dangereuse, on constate que le monde occidental semble avoir oublié en grande partie les leçons des crises énergétiques.

Dans la Communauté Européenne, les efforts en matière d'utilisation rationnelle de l'énergie et de recherche de

-----  
\* Note du rédacteur

sources d'énergie de remplacement ne représente plus grand chose et ont même tendance à diminuer.

Sans faire preuve de pessimisme, on peut affirmer que le moment où les ressources pétrolières seront épuisées se produira certainement. Le charbon et la biotechnologie peuvent peut-être fournir des sources de remplacement mais le travail qui se fait à ce séminaire est important et peut, à court terme, apporter une solution de remplacement ce qui est très important du point de vue de la politique énergétique.

En ce qui concerne les aspects écologiques, le rapporteur a déclaré qu'il s'agit avant tout d'un problème de démocratie, le citoyen devant déterminer la voie à suivre. Peut-être en sera-t-il ainsi, mais il se peut que l'évolution du monde oblige l'humanité à accepter les conséquences résultant d'une situation non désirée. Politiquement et économiquement l'obligation d'accepter des mutations profondes, qui permettront de concilier à nouveau l'économique et l'écologique, apparaîtra car c'est la conclusion inévitable de l'évolution de notre planète.

D'un point de vue plus pragmatique et plus matérialiste, il ne faut pas sous-estimer non plus les effets purement économiques de l'objet de l'étude COST 302. L'emploi sera influencé, bien que la production de véhicules électriques conduira à produire moins d'automobiles classiques, car des réseaux d'entretien et d'autres secteurs devront se développer. L'aspect politique d'emploi résultant des véhicules électriques ne peut pas être négligé.

Enfin, les différences, soulignées par le rapporteur, entre les conséquences des régimes de taxation dans divers pays permettent d'espérer que des impulsions apparaissent facilitant l'harmonisation fiscale dans la Communauté Européenne et au-delà de celle-ci. Une telle harmonisation est importante du point de vue économique. Elle est aussi susceptible de créer un peu plus d'ordre et de tranquillité monétaire. Cette dernière est d'une grande nécessité.

En conclusion, les efforts de recherche dans le domaine technologique et le domaine économique doivent être poursuivis de même qu'une politique de relations publiques orientée vers l'ensemble de la société.



**SESSION 7**

---

**INDUSTRIE**

---

**Présidente : Mme Edith CRESSON**  
Ancien Ministre de l'Industrie et du Commerce  
Extérieur de France,  
Maire de Châtellerault

**Rapporteur : Mr Giampiero BRUSAGLINO**  
Centre de Recherches - FIAT - Torino  
Président de l'action COST 302

**Introduction par M. G. BRUSAGLINO**

**Résumé de la session par M. le Prof. MAGGETTO**

## ASPECTS INDUSTRIELS

Les aspects industriels ont été étudiés en ce qui concerne respectivement les coûts de production et la disponibilité des matières premières. Le coût de production notamment constitue un facteur clé qui influe sur l'ensemble du schéma économique du véhicule électrique; à ce titre, il a été examiné et évalué en détail dans le chapitre "Economie" du rapport final COST 302.

### 1. Coûts de production.

L'objectif de l'évaluation consistait à évaluer la réduction du coût de production comme une fonction du volume de la production annuelle pour différentes catégories de véhicules électriques.

Suivant la structure retenue pour l'évaluation économique l'analyse a été faite d'une part pour le véhicule sans la batterie et d'autre part pour la batterie elle-même.

1.1. En ce qui concerne les véhicules on a choisi les mêmes types que ceux qui avaient déjà fait l'objet de l'évaluation économique et de l'étude des aspects opérationnels. Ces véhicules correspondent au développement actuel de l'état de l'art. Il s'agit de prototypes ou d'unités prélevées sur des petites séries, en général principalement dérivés de véhicules conventionnels à moteur thermique. Ces 7 véhicules sont les suivants :

- VW Citystromer (D)
- VW Elektrotransporter (D)
- Daimler Elektrotransporter (D)
- Bedford CF Electric (GB)
- FIAT Daily (I)
- FIAT 900 (I)
- Zagato 250 (I).

Dans le cas d'une production de masse dans les futures années, en prenant comme hypothèse les volumes de production retenus pour l'évaluation économique, la structure des véhicules serait inévitablement modifiée de façon à obtenir une intégration optimale des équipements électriques et des composants.

L'évaluation économique qui a été effectuée a pris en considération cette probable évolution dans la mesure où cela était possible sans disposer de descriptions détaillées.

De même le développement futur des composants électriques et électroniques examiné au chapitre 5 du rapport final (progrès technique) ainsi que la réduction des coûts de l'électronique ont été pris en compte.

Ainsi l'évaluation économique doit être considérée comme une première tentative, sans doute de caractère prudent, mais cependant assez fiable pour fournir une estimation de coût avec un degré d'approximation suffisant pour l'objectif général de l'étude.

Dans le rapport la figure 6.3 montre les principales caractéristiques techniques des véhicules électriques par rapport à celles de véhicules thermiques à essence ou diesel qui ont été considérés comme comparables sur le plan des fonctions à remplir en zone urbaine.

Il faut remarquer que dans plusieurs cas, les performances et la charge utile maximum sont inférieures à celles des véhicules conventionnels. Cependant les performances, en termes de vitesse maximale et d'accélération, ont été définies, pour le développement des véhicules, sur la base des fonctions à remplir en zone urbaine; ces aspects ont été examinés par le chapitre 4 du rapport final (aspects opérationnels) qui a conclu à une adaptation et à une compatibilité remarquable aux nécessités du trafic urbain.

En ce qui concerne la charge utile, l'aptitude d'un véhicule électrique à remplacer un véhicule conventionnel dépend de l'utilisation particulière qui en est faite. Il est bien connu que dans de nombreux cas la pleine capacité de charge utile d'un véhicule conventionnel n'est jamais ou rarement utilisée et de plus faibles capacités des véhicules électriques sont alors adéquates.

Quant à la comparaison entre les caractéristiques des véhicules électriques avec celles des véhicules conventionnels considérées sous l'angle des fonctions en zone urbaine, il faut souligner que les véhicules électriques offrent une facilité de conduite qui découle de leur vitesse continuellement variable sans recours à l'embrayage et au changement de vitesse, ce qui présente un avantage particulièrement important dans la circulation urbaine.

C'est en gardant à l'esprit ces considérations que l'on peut examiner le diagramme de la figure 1, qui montre l'estimation des coûts des véhicules électriques, batteries exclues, par rapport à ceux des véhicules conventionnels

et en fonction de diverses hypothèses de production annuelle. Il en ressort une économie d'échelle substantielle à partir d'une production importante. Dans ce diagramme le volume de production annuelle est indiqué, par comparaison, pour les véhicules conventionnels.

L'étalement sur dix années de la construction des 6 millions de voitures particulières électriques et du million de camionnettes électriques considérées comme envisageables et sa répartition à parts égales entre quatre constructeurs européens permettraient à chacun de sortir annuellement 150.000 voitures et 25.000 camionnettes en moyenne et les besoins de remplacement deviendraient ensuite importants. Il semble donc réaliste d'envisager la production de séries suffisantes pour entraîner une baisse du coût de production des véhicules et leur permettre, dès lors, de supporter la concurrence des véhicules conventionnels correspondants, compte tenu également de tous les autres facteurs intervenant dans le cycle de vie des véhicules tels qu'ils sont examinés dans le chapitre "Economie" du rapport final.

Il faut remarquer qu'un accroissement du bénéfice qui résulterait de l'économie d'échelle pourrait être obtenu si l'on produisait des composants communs à différents types de véhicules.

1.2. En ce qui concerne les batteries la figure 2 montre l'évolution des prix en ECU par KWh de puissance installée en fonction de la production annuelle de véhicules.

Un élément important à considérer quand il s'agit de coût des batteries est évidemment la durée de vie de ces dernières. Cette étude a été faite dans le chapitre "Economie" du rapport final où l'ensemble des aspects économiques ont été examinés.

D'autre part l'évaluation, en matière de batteries, a été faite en tenant compte de l'état de l'art actuel.

Le développement futur possible et prévisible en termes de types de batteries et de durée de vie n'a pas été pris en considération de telle sorte que l'évaluation se fonde uniquement sur les données disponibles.

## 2. Matières premières.

Les 7 millions de véhicules pris comme hypothèse et leurs batteries plomb-acide, entraîneraient une demande de cuivre et de plomb. La consommation

annuelle moyenne sur une période de dix ans représenterait approximativement 0,7 % et 6 %, respectivement, de la production minière mondiale actuelle. Le cuivre et le plomb peuvent cependant être recyclés.

Si nous considérons de nouveaux types de batteries, celles au nickel-fer ou au nickel-zinc entraîneraient naturellement une demande de ces métaux à la place du plomb.

Si les batteries étaient pour moitié au plomb-acide, pour un quart au nickel-fer et pour le quart restant au nickel-zinc, les consommations annuelles de plomb, de nickel et de zinc représenteraient respectivement 3 %, 5 % et 0,2 % de la production minière mondiale.

Il ne devrait pas être difficile de trouver du cuivre et du plomb mais certains gisements de nickel et de zinc sont loin de l'Europe. Cependant, après quelque cinq années, le recyclage des métaux réduirait d'autant le volume des importations nécessaires.

Ces consommations provoqueraient des sorties de devises européennes aux-quelles feraient évidemment pendant l'incidence favorable de la diminution des importations de pétrole.

Le solde net dépend des prix mondiaux des métaux et du pétrole mais il devrait être favorable à long terme à la balance commerciale européenne.

Dans le cas des batteries sodium-soufre aucun problème d'approvisionnement en matières premières ne devrait se poser.

## RESUME DE LA SESSION

Mme le Ministre E. Cresson exprime sa satisfaction de voir que le sujet "véhicules électriques" a rassemblé un grand nombre de participants alors que, pour la première fois, une manifestation de ce genre est organisée sur ce thème par la Commission des Communautés Européennes.

On parle du véhicule électrique depuis de nombreuses années. Lorsqu'on a la responsabilité d'une collectivité locale, on voit déjà un certain nombre d'applications, ce qui a permis au ministre, recevant la visite d'industriels intéressés par le problème des véhicules électriques, de ne pas se contenter d'encourager verbalement ses interlocuteurs, mais de leur dire que des véhicules pourraient certainement être expérimentés dans la ville de Châtellerault.

Depuis un an, une dizaine de véhicules Renault, dont un exemplaire a participé au "12 Heures Electriques de Bruxelles", sont utilisés à Châtellerault. Ils fonctionnent, à la plus grande satisfaction, dans des services quotidiens à l'intérieur de la ville.

Un certain nombre d'observations ont été formulées. Elles ont amené le constructeur à faire certaines modifications ou corrections. Il s'agit donc d'une étude en vraie grandeur permettant aux techniciens des évaluations mesurées.

Une autre ville en France, La Rochelle, collabore de la même manière avec le constructeur français Peugeot.

Il y a donc des débouchés intéressants à condition de pouvoir bien les connaître, bien les détecter et bien les chiffrer car il s'agit d'un produit qui n'est pas encore connu des utilisateurs potentiels.

A la suite du séminaire COST 302 il serait bon de pouvoir définir une stratégie pour continuer l'action afin de déterminer comment une sensibilisation des utilisateurs potentiels peut être réalisée.

Le rapporteur, M. Brusaglino, montre dans son exposé quelques graphiques qui illustrent de manière intéressante le problème de la production industrielle de véhicules électriques. Ces graphiques sont annexés à la fin du compte rendu de cette séance de discussion.

M. Voos, en se référant au graphique (voir l'annexe ci-dessus) qui montre l'estimation des coûts de production des voitures électriques discutées dans le rapport (Volkswagen, Fiat, Bedford, Zagato) constate que les coûts de production du véhicule Zagato, véhicule de conception entièrement électrique, restent toujours inférieurs aux coûts de production des autres véhicules et ceci aussi bien en petite qu'en grande quantité. Quelle est l'explication de cette situation?

M. Brusaglino répond que le véhicule Zagato a été conçu dans une firme qui peut organiser sa production de manière

relativement souple ce qui permet de maintenir les coûts de production à un niveau bas même pour de faibles quantités. En Grande-Bretagne (Bedford) et en Italie (Fiat) la structure du véhicule électrique est assemblée dans les lignes normales de production.

Le coût dépend donc du processus de construction.

Il faut encore probablement ajouter l'influence de la conception même du véhicule. En effet, certains véhicules sont adaptables à diverses utilisations et sont plus développés; d'autres véhicules sont conçus strictement pour une utilisation urbaine.

M. Soekha considère qu'à la suite de l'exposé de M. Brusaglino des questions subsistent concernant l'implantation d'une production industrielle de véhicules électriques.

L'étude montre que le marché européen de véhicules électriques correspond à 10 % du parc total. On peut, dans ces conditions poser les questions qui suivent.

Quelles sont les conditions d'importance particulière qui conduiront à la substitution d'une telle quantité de véhicules classiques par des véhicules électriques ?

Quels sont les points forts et les points faibles de la technologie actuelle des véhicules électriques ?

Y a-t-il d'autres problèmes que la puissance spécifique et l'énergie spécifique des batteries actuelles ?

Y a-t-il un problème de disponibilité de matières premières ?

Considérant l'énergie des sources disponibles et la disponibilité des matières premières, quelles mesures peuvent-elles être prises pour accroître l'introduction des véhicules électriques ?

Des éléments permettant la poursuite d'une action de recherche concertée de type COST, financée par les CE et l'industrie pourraient être trouvés dans le développement prioritaire de batteries Sodium-Soufre et dans le développement de véhicules hybrides. Dans ce dernier cas les coûts de production, d'achat, d'exploitation et d'entretien devraient, bien entendu, rester proches des coûts correspondants pour les véhicules classiques.

Si l'on veut introduire industriellement le véhicule électrique, un certain nombre de questions très générales se posent si l'on sent qu'un marché réel basé sur la demande se crée et si l'on veut répondre à cette demande.

M. G. Brusaglino constate que M. Soekha a posé des questions relatives à l'ensemble du problème du développement et de la construction des véhicules électriques. Son point de vue personnel est que la technologie actuelle est suffisamment développée pour permettre la production de véhicules électriques adaptés à différentes utilisations.

L'état de l'art actuel permet de développer des véhicules électriques valables pour des utilisations en zones protégées, en zones urbaines et même en zones suburbaines, et en quantité égale à celle retenue pour l'étude COST 302, à condition qu'une définition valable du marché soit indiquée aux firmes

constructrices qui puisse les encourager à faire les investissements nécessaires.

Une incertitude a été signalée quant au type de batteries à mettre à bord des véhicules électriques. Il n'y a pas de contradiction à commencer une production en se basant sur une batterie particulière et à développer ensuite parallèlement des nouvelles batteries qui pourraient ainsi être testées pratiquement.

Plusieurs types de batteries seront probablement utilisés car s'il a été dit qu'il n'existe pas de problème de matières premières il est possible qu'avec l'accroissement des quantités de véhicules produits, ce problème apparaisse.

Différents types de batterie sont aptes à l'utilisation. Les batteries au plomb pour un certain nombre d'applications et les batteries Sodium-Soufre pour d'autres. Le mélange futur dépendra des développements technologiques.

Le véhicule hybride est également très intéressant car son développement rencontre les mêmes problèmes technologiques que le développement du véhicule électrique. Le véhicule hybride est un véhicule de transition (permettant de parcourir de longues distances)\* dans l'attente de l'apparition de batteries et de piles à combustible capables de fournir l'énergie et la puissance nécessaires aux grandes autonomies.

Le développement de batteries sèches (sans entretien)\* est un élément intéressant pour le véhicule hybride.

Le développement d'un véhicule hybride équipé de quatre moteurs-roue apporterait des solutions utiles au véhicule électrique et serait une bonne base technologique pour un futur véhicule.

Etudier un véhicule hybride parallèlement à un développement initial de véhicules électriques utilisant la technologie actuelle est possible si l'industrie reçoit les indications nécessaires sur les possibilités réelles du marché.

L'équilibre économique du véhicule électrique peut être atteint si les volumes à produire proposés sont réalisés. Pour y arriver, des utilisations particulières, même en petites quantités, pourraient servir d'encouragement et montrer la bonne voie par une démonstration.

M. A. Kalberlah pose une question relative à la figure montrant les coûts en fonction du nombre de véhicules construits. Cette figure l'effraie car il semble que les constructeurs allemands, Daimler Benz ou VW, ne soient pas capables de construire des véhicules électriques à un prix compétitif!

A quoi est-ce dû ?

Cependant, les chiffres utilisés sont des estimations et celles-ci dépendent des hypothèses faites. Ceci peut conduire à une perte de précision.

On ne devrait comparer le véhicule VW-City stromer qu'avec le VW-Elektrotransporter et le Daimler Benz Transporter car ces trois véhicules se différencient des autres. Cela provient de

-----  
\* Note du rédacteur

ce que, comme on le dit à la page 50 du rapport COST 302, le véhicule Citystromer est dérivé d'un véhicule classique de série et qu'il en conserve toutes les caractéristiques c'est à dire : quatre places et une vitesse de l'ordre de 100 km/h et même plus. Il faut comparer cela aux véhicules n'atteignant qu'environ 60 km/h.

Les transformations importantes apportées à ces véhicules ne peuvent conduire à un prix raisonnable que si l'on atteint un niveau de production suffisant c'est à dire de l'ordre de 100.000 unités.

A la figure de la page 51 du rapport COST 302 on voit que le prix de la batterie utilisée est comparativement trois fois plus élevé que la moyenne normale. Cela est dû à la combinaison des exigences de grande vitesse et de charge importante pour le véhicule et des exigences imposées à la batterie conduisant à en tirer une charge importante tout en limitant la température et l'épuisement de l'électrolyte.

Toutes les études ont conduit à la conviction que le véhicule électrique produit en masse sera quand même plus cher que le véhicule classique correspondant et cela sans tenir compte du prix de la batterie.

Comment est-il possible alors que le véhicule Fiat Daily arrive à des prix comparables au véhicule classique pour une production de 10.000 unités ?

Le véhicule électrique devra toujours être plus cher que le véhicule thermique comparable. En effet, même si on pouvait construire l'entraînement électrique au même prix que le moteur à combustion interne, on devrait acquérir un chargeur de batterie en supplément et un appareil de chauffage. De plus, le véhicule électrique sera toujours construit plus solidement, donc plus lourd, pour pouvoir transporter le poids de la batterie.

M. G. Brusaglino précise que les coûts pour le véhicule Citystromer ont été fournis par la délégation allemande.

Pour l'explication des diagrammes il précise la convergence observable pour tous les véhicules lorsque les volumes de production sont importants.

La différence observable pour les petites quantités dépend des différences de conception entre les véhicules. Le véhicule Citystromer est un véhicule très évolué conçu pour des performances très élevées et une excellente mise en œuvre de la batterie, tenant compte de la nécessité de fournir une puissance élevée pendant un long intervalle de temps. Ceci exige une batterie avec des auxiliaires de contrôle très évolués et pourrait être la raison des coûts élevés aux faibles quantités de production.

Cependant, pour les grandes quantités, la différence entre le véhicule électrique et le véhicule conventionnel n'est pas aussi importante. Cette différence ne s'annule pour aucun véhicule, sauf le Fiat Daily. La raison de l'annulation de la différence de coût entre le véhicule Fiat Daily électrique et son homologue à moteur thermique est à trouver probablement

dans la comparaison avec le véhicule à moteur diesel qui est relativement cher. Le coût du véhicule électrique n'inclut pas la batterie. La batterie conduit donc à un coût supplémentaire.

M. C. Bassac, (EDF), exprime sa surprise et son regret de voir quatre années de travail du groupe COST 302 déboucher sur la recherche d'études complémentaires.

L'action COST 302 pourrait utilement se poursuivre mais il faudra bien qu'à un moment donné certains construisent des voitures et que d'autres les achètent. Ne pas commencer à le faire c'est perdre son temps.

Après une journée et demi de débats, il est heureux que la question de savoir si le véhicule électrique doit dériver du véhicule thermique par électrification ou s'il est un véhicule de conception spécifique, apparaisse.

Les affirmations passées des constructeurs automobiles relatives au moindre coût d'un véhicule électrique construit à partir d'un véhicule thermique s'avèrent inexactes.

Si les circonstances inclinent au développement par les petits constructeurs alors il faudrait commencer par là.

Le jour où les grands constructeurs voudront bien s'intéresser au sujet, ils prendront alors le train en marche ou il ne le prendront pas, mais pendant les deux journées du séminaire le véhicule électrique s'est montré positif sous tous ses aspects. "Nous attendons maintenant que les constructeurs construisent et que les utilisateurs achètent, mais les utilisateurs ne pourront acheter que si les constructeurs fabriquent".

Il faut maintenant commencer à prendre des décisions pragmatiques et ne plus renvoyer la balle à de nouvelles études de futures batteries et de futurs marchés.

Les études de marché des véhicules classiques tiennent quelque fois seulement en quelques pages.

Il ne faudrait pas s'enfoncer dans de nouvelles études théoriques, dans une longue suite à COST 302 pendant des dizaines d'années et ne pas aboutir à une industrialisation de véhicules électriques.

Mme. le Ministre E. Cresson, intervient.

La question de la construction du véhicule électrique suscite beaucoup d'enthousiasme ce qui est compréhensible étant donné l'intérêt des participants pour le sujet.

Pendant quatre ans, dans le cadre COST, une réflexion et des études techniques ont été produites qui démontrent bien que les véhicules électriques sont tout à fait utilisables comme cela est montré à Châtellerault où on les utilise avec beaucoup de satisfaction de la part du personnel utilisateur, de la municipalité qui les finance et également du constructeur.

Tout simplement, tout le monde connaît les difficultés des constructeurs automobiles européens et sait que lorsqu'on se lance dans une production, en particulier dans le secteur de l'automobile, il faut bien connaître le marché.

-----  
\* Citation

Pour connaître le marché il ne faut pas se lancer dans des études sans fin tournant en rond. La partie technique est bien résolue et si des industriels veulent d'ores et déjà construire, personne ne les en empêche.

"Au contraire, on ne souhaite que ça".

A la suite de contacts avec les industriels français de l'automobile on les trouve beaucoup plus ouverts qu'ils ne l'étaient il y a même deux ans. La même évolution doit probablement exister dans les autres pays.

Il est malgré tout intéressant pour les constructeurs de mieux connaître le marché car le véhicule électrique a une utilisation très particulière à l'intérieur des villes et sur certains sites qui s'accompagne de contraintes de limitation d'autonomie et de contraintes de poids.

Mobiliser ces constructeurs pour réaliser une étude plus fine du marché ne doit pas être bien difficile. Mais les clients ne connaissent pas le produit et ceci rend l'étude de marché difficile.

En réponse à cette question du marché on pourrait mener plusieurs actions parallèles.

En premier lieu, il faudrait inciter rigoureusement les constructeurs à produire.

Pour que les utilisateurs potentiels connaissent mieux le produit, il faudrait le leur expliquer. Une brochure illustrant par des exemples simples ce qui intéresse l'utilisateur, qu'il soit un responsable d'une collectivité locale ou un utilisateur dans une organisation ou une administration quelconque, pourrait convenir. Cet intérêt, c'est la non-pollution, le coût, la maniabilité, l'autonomie. Le prix sera difficile à expliquer. Il dépend aussi des industriels. Il faudrait laisser une marge de variation possible pour le prix en considérant que tout en ne pouvant dépendre qu'un petit peu des quantités il doit se négocier avec les industriels.

La ville de Châtellerault joue avec la ville de La Rochelle un rôle pilote en matière de véhicules électriques. Châtellerault est prête à réunir chez elle les responsables de toutes les municipalités de France et des utilisateurs potentiels pour leur montrer des véhicules électriques, la manière de s'en servir, la gestion du parc et comment on peut former le personnel pour utiliser ces véhicules.

Dans d'autres pays d'Europe il existe également des villes moyennes qui offrent un site pour opérer une telle démonstration. La ville moyenne est plus favorable pour ce genre d'exercice.

Beaucoup de villes sont sensibles à l'environnement, à la verdure, à l'anti-pollution.

Châtellerault est jumelée avec une ville allemande appelée Velbert, située près de Düsseldorf. Les gens s'y soucient fort de l'environnement, comme c'est le cas tout particulièrement en Allemagne.

Plusieurs actions peuvent être menées en parallèle.

-----

\* Citation

La question de savoir quelle est l'équipe qui va prendre en charge ces actions est posée.

L'équipe COST ayant l'habitude du travail en groupe fournira aisément ceux qui se chargeront de poursuivre sur un autre terrain l'action qui a été menée dans le domaine technique et scientifique avec beaucoup de sérieux et avec l'appui de la Communauté.

M. G. Maggetto enchaîne sur le commentaire de Mme le Ministre E. Cresson.

La discussion a apporté des éléments importants quant au développement futur des véhicules électriques et des actions à mener pour que finalement un marché démarre effectivement.

Un point a été très important dans le cadre des discussions COST : la base de comparaison est constituée d'une majorité de véhicules classiques transformés en véhicules électriques. Ces véhicules ne sont guère aptes à aboutir dans une chaîne de production industrielle. C'est ce qui fait leur coût. En effet, on prend un véhicule classique et on le transforme pour en faire un monstre en or massif bien que le résultat de la transformation soit bon.

Un seul véhicule était de conception purement électrique.

Une question importante doit être posée aux industriels classiques ou non classiques. Comment faut-il développer le véhicule électrique ? A partir d'un véhicule à transformer ou à partir d'une conception entièrement électrique.

Un véhicule électrique avec une batterie doit être conçu électriquement. C'est essentiel.

La question se pose donc de savoir quand un produit sera disponible, comment il va être construit et qui en possède. Il existe déjà une conception électrique.

Construire des véhicules électriques en certaines quantités aux fins d'expérimentation alors que la chaîne de production n'existe pas est absurde. C'est le cas du véhicule City Stromer. Ce véhicule ne pouvait guère apparaître dans la comparaison car en tant que véhicule expérimental c'est une Rolls Royce électrique. Un tel véhicule ne peut pas être pris comme base de départ pour une production en série.

M. Jeanneret (Suisse) affirme qu'un changement de point de vue doit se produire. Transformer un véhicule classique en véhicule électrique équipé d'une batterie au plomb est actuellement la seule solution disponible pour réaliser un confort équivalent. C'est le confort qu'il faut voir autrement. Pour se déplacer d'un point A à un point B un véhicule électrique léger pesant 300 kg au lieu de 1200 kg suffit. Il sera plus petit et moins confortable mais il pourra transporter deux personnes et n'exigera qu'environ un quart du poids de la batterie nécessaire pour un véhicule de dimensions habituelles. La même distance pourra être parcourue et même plus car la résistance au roulement et à la pénétration dans l'air sera plus faible. Si après 10.000 ou 12.000 kilomètres la batterie doit être changée cela ne coûtera qu'un quart du prix de la batterie d'un véhicule actuel. On parle aussi toujours de

batteries nouvelles qui seraient disponibles dans dix ou quinze jours. Chaque fois des espoirs nouveaux naissent mais seule la batterie au plomb subsiste en tant que solution possible. Si l'on veut assurer le transport jusque dans les environs immédiats de la ville il n'est pas nécessaire d'avoir le chauffage à bord car un véhicule thermique qui ne parcourt que quelques kilomètres ne verra son chauffage fonctionner, surtout en hiver, qu'après deux à trois kilomètres.

Si l'on fait abstraction du confort, on pourra construire un véhicule économiquement rentable. Construire un véhicule électrique semblable à un véhicule thermique et au même prix n'est pas réalisable actuellement.

M. Richard (La Rochelle, France) pense que la question posée par le prof. Maggetto est fondamentale. Faut-il que les constructeurs automobiles envisagent le développement du véhicule électrique à partir d'un véhicule produit sur les chaînes de constructions classiques ou faut-il qu'ils conçoivent, expérimentent et réalisent un véhicule totalement nouveau?

Ce débat concerne les constructeurs automobiles traditionnels. Cependant, les petits constructeurs de tous les pays ont un rôle particulièrement important à jouer pour la promotion du véhicule électrique. En ce qui concerne la France, le fait de produire en série significative des véhicules, comme cela s'est fait à Strasbourg par Elestra et comme cela se fera à La Rochelle à partir de janvier par la Société des Electromobiles Rochelaise (pour le véhicule Rocaboy)\*, doit permettre de sensibiliser davantage le marché et d'apporter des éléments de réflexion aux grands constructeurs automobiles sans qu'il y ait intention de rivaliser.

M. Brusaglino pense également comme M. Richard que de petites séries produites par de petites sociétés peuvent ouvrir une bonne voie pour le développement des véhicules électriques par la mise en évidence des problèmes d'entretien et d'assistance technique et par la familiarisation du public avec l'utilisation des véhicules électriques. Une démonstration très importante se produirait automatiquement en même temps qu'une identification d'un marché potentiel probablement plus vaste que celui couvert par ces petites séries.

Le problème de savoir si le véhicule électrique doit être conçu comme tel ou dérivé du véhicule classique a provoqué beaucoup de réflexions chez Fiat pendant les années écoulées. L'opinion qui prévaut actuellement est que pour les véhicules commerciaux, fourgonnettes, etc ..., leur construction est possible dans le cadre de la chaîne de production normale en y introduisant les modifications nécessaires pour l'introduction de l'équipement électrique et de la batterie et cela bien qu'une nouvelle structure soit toujours souhaitable.

-----  
\* Note du rédacteur

Pour la voiture particulière, il est préférable de développer une structure propre pour atteindre une rentabilité économique et des performances acceptables. Un prototype de voiture a déjà été développé par FIAT pour montrer comment une voiture électrique peut être conçue.

M. Kalberlah (Volkswagen AG) abonde dans le sens de M. Brusaglino. Les transformations profondes réalisées pour produire le véhicule électrique City Stromer ont démontré que cela n'était pas la bonne façon de procéder. Par ailleurs, 7 % de l'ensemble des véhicules ne sont pas la panacée. Si ces véhicules devaient être produits par un seul constructeur on pourrait le faire à partir d'une conception originale. Les coûts de développement et de production d'un véhicule totalement nouveau seraient de l'ordre de grandeur de 2 milliards de DM (c.à.d. 1 milliard d'ECUS)\*.

La question s'est alors posée de savoir s'il fallait concevoir à nouveau - et résoudre les problèmes correspondants - les portières qui doivent s'ouvrir sans que l'eau de pluie tombe sur le siège, ou la porte arrière qui doit être conçue de sorte qu'on ne la heurte pas de la tête.

Quant on observe le véhicule City Stromer on s'aperçoit que toutes les modifications se situent dans le plancher du véhicule. Les renforts nécessaires pour les axes s'y trouvent; la structure supportant la batterie y est intégrée; on pourrait y prévoir les chemins de câbles. L'idée qui prévaut est donc que dans le cas où le marché deviendrait plus favorable on pourrait développer un véhicule acceptant deux structures de plancher différentes, l'une pour le moteur à combustion interne et l'autre pour le véhicule électrique.

En planifiant la construction de la sorte on peut arriver à une chaîne de construction semblable à celle qui permet de construire actuellement la Volkswagen Passat et la Volkswagen Variant.

M. Kalberlah répond ensuite à l'intervention de M. Jeanneret. En ce qui concerne la mise en oeuvre de véhicules électriques petits et légers il n'est pas possible de suivre le raisonnement de M. Jeanneret. En effet, plus petit est le véhicule et plus difficile deviendra la réalisation d'une charge utile valable. Si l'on observe toute la gamme des véhicules existant actuellement on voit bien que la charge utile relative diminue avec la dimension du véhicule.

On peut citer comme exemple la Volkswagen Golf qui pour un poids propre de 800 Kg transporte 400 Kg de charge et la camionnette Transporter qui pèse 1200 Kg et transporte 1200 Kg. Le véhicule de 2 tonnes transporte 6 tonnes ou 4 tonnes de charge.

Tant que l'on aura à utiliser des batteries, 400 kg de batteries au plomb pour le City Stromer ou 260 kg de batteries Sodium-Soufre pour la Jetta il faut exprimer de préférence les progrès obtenus pour la densité d'énergie en augmentation-----

\* Note du rédacteur

d'autonomie.

Avec la batterie Sodium-Soufre la solution adoptée a été un peu différente par l'adoption d'un poids légèrement inférieur et l'augmentation de l'autonomie d'un facteur 2.5.

Tant que l'on aura affaire à des batteries lourdes elles ne conviendront pas aux petites voitures.

En ce qui concerne la notion de voiture petite et légère on peut se demander où se situent les zones de protection contre les collisions frontales ou à l'arrière ou latérales. Il en résulterait un véhicule qui s'apparenterait aux véhicules de la classe moyenne inférieure.

Il est évident que tout ce qui a été dit à propos de construction légère pour les véhicules électriques est valable également pour les véhicules classiques actuels.

Une construction légère entraîne des prix déraisonnables car les matériaux de construction sont si chers qu'ils ne peuvent être justifiés sur la durée de vie du véhicule par l'économie de carburant ou par l'économie d'énergie électrique.

M. Perrière (Peugeot, France) déclare, comme l'ont fait

MM. Brusaglino et Kalberlah, que les constructeurs ont une clientèle et qu'ils ne peuvent pas construire des véhicules dont le prix de revient kilométrique est plus cher que le véhicule que cette clientèle utilise à l'heure actuelle. Les clients sont habitués à un certain confort et on ne peut ni dégrader les véhicules ni négliger certaines normes.

Faut-il électrifier un véhicule thermique ou concevoir un véhicule électrique typique ?

Il y a plusieurs manières de voir les choses.

Dans un premier temps, chez Peugeot - et chez les autres constructeurs probablement aussi - pour faire un petit nombre de véhicules, 150 à 200 par an, il n'existe pas de structure pour construire des véhicules à un prix compétitif.

Si on aborde maintenant des quantités plus importantes, par exemple 5.000 à 10.000 véhicules par an, il y a obligation de partir d'un véhicule de série que l'on électrifie le mieux possible. Les véhicules électriques Peugeot 205 et Citroën C15 passent donc sur les lignes de montage correspondantes. Ce n'est pas un problème et c'est le seul moyen pour arriver à un prix compétitif.

Lorsque les quantités seront plus importantes un véhicule électrique spécifique sera peut être étudié. Mais on n'en est malheureusement pas encore là.

M. Perrière partage l'opinion de M. Brusaglino sur le coût du véhicule électrique hors batterie.

Pour des quantités significatives le problème de la construction du moteur et de l'électronique d'alimentation et de contrôle sans trop de surcoûts est pratiquement résolu. Mais le problème de la batterie laisse le constructeur automobile assez démunis. Peu de choses sont faites sur l'industrialisation des batteries et la construction actuelle n'est pas du tout adaptée à une production automobile. Peut-être y a-t-il là encore beaucoup de choses à faire.

Pour les batteries alcalines, les moyens de production actuels

sont des techniques d'aviation; il faut donc les exclure de ces considérations. S'il n'y a pas une réflexion entre les constructeurs de batteries et les constructeurs automobiles pour définir un produit qui pourra être construit en grande série on n'arrivera jamais à des prix compétitifs pour la batterie.

Un participant suisse déclare que l'un des problèmes essentiels du débat actuel est de définir le marché cible c'est à dire l'utilisateur. Avec les moyens techniques actuels il est possible de mettre en compétition le véhicule électrique dans des conditions favorables en choisissant le bon marché.

Des études faites en Suisse montrent qu'en 1981, 750.000 Suisses parcouraient tous les jours entre deux et quinze kilomètres comme distance origine-destination. Sur ces 750.000 Suisses, environ 200.000 disposent de deux véhicules et plus. C'est le marché cible initial. Vouloir offrir les mêmes services qu'avec les véhicules thermiques actuels est en ce moment un faux débat.

A partir de cette étude de marché un nouveau véhicule a été développé. Comme l'initiative n'émanait pas de constructeurs automobiles il y a eu moins de contraintes dans la réflexion et il a été possible de concevoir une plate-forme mobile extrêmement simple.

La chaîne de traction est basée sur un moteur synchrone installé dans la roue.

Il en résulte une fabrication avec un minimum d'éléments à mettre en oeuvre. Certains éléments exigent une technique assez élaborée et donc, bien sûr, de la recherche mais le résultat obtenu est que la fabrication peut se faire aussi bien en petite qu'en grande série sans problèmes vérifiables.

Il semble donc qu'un des points importants à prendre en compte est qu'il faut tenir compte de l'évolution technique.

Tout le monde reconnaît qu'actuellement il faut utiliser les moyens en batteries disponibles dans le commerce c'est à dire la batterie au plomb et cela même si certains espoirs fondés apporteront d'autres solutions dans 5 à 10 ans ou peut-être avant.

La batterie brome/Zinc sera peut-être également utilisable dans l'immédiat. Avec ces batteries-là, plomb-acide ou peut-être brome-zinc, on arrive à répondre aux exigences de la ville. L'étude de marché montre qu'en fait il faut une capacité de transport pour deux adultes ou un adulte et au maximum deux enfants.

Ce n'est donc pas une voiture familiale mais une voiture pour la maman qui va faire ses courses ou pour l'adulte qui ira au travail ou, à la rigueur, pour l'enfant qui va à l'école.

C'est aussi une voiture pour l'usager du chemin de fer qui veut atteindre une destination non desservie par ce moyen de transport.

Il existe donc tout un marché de la courte distance qui constitue dès maintenant une cible très intéressante pour le véhicule électrique routier.

Ce véhicule sera construit en Suisse d'ici un mois.

M. Brusaglino partage le point de vue du délégué suisse. Ce véhicule nouveau pourrait s'introduire dans un secteur du marché total et indiquer la bonne voie à suivre pour les grandes industries.

L'idée d'avoir un moteur dans la roue est intéressante et pourrait ouvrir une voie pour des constructeurs spécialisés.

La firme FIAT s'est également adressée à un constructeur spécialisé pour la construction de véhicules électriques commerciaux en petites séries.

Mais dès qu'on atteint de grandes quantités, par ex. 100.000 par an comme envisagé dans le rapport, on peut penser à une conception nouvelle en gardant certaines pièces communes avec d'autres véhicules. Cette solution est possible et dépend de la technique de construction du constructeur et des quantités qui sont demandées sur le marché.

M. F. Tonnerreux (Renault, France) indique que chez Renault l'analyse du marché de la voiture électrique et du véhicule électrique utilitaire a été faite. C'est le véhicule utilitaire urbain qui représente le créneau intéressant pour des quantités vendables par un grand constructeur. Sur cette base la transformation en véhicule électrique de deux véhicules classiques, le Renault Master et le Renault Express, a été réalisée. Ces deux véhicules ont été assemblés en petite série sur les chaînes des usines Renault, prouvant ainsi qu'il était possible de le faire moyennant quelques adaptations faciles. Une évaluation rapide du prix de revient a ainsi pu être réalisée pour des séries plausibles pour le marché français c'est à dire environ 20.000 véhicules par an.

Les conclusions recoupent assez bien le graphique de

M. Brusaglino, à savoir que pour un surcoût de 20 à 30 % par rapport aux véhicules thermiques ces 20.000 véhicules peuvent être produits. Renault est donc à même de procéder à la transformation nécessaire du véhicule thermique et à l'introduction en production de série des organes de la motorisation électrique.

Toutefois M. Tonnerreux partage l'avis de M. Perrière en ce qui concerne l'absence de batteries performantes répondant au cahier des charges spécifié par Renault et disponibles à des prix compétitifs. Le travail qui reste à faire est l'optimisation et l'étude des moyens d'industrialisation des batteries.

M. J. Bradbury (Lucas Chloride, Royaume-Uni) indique que la firme Chloride a déterminé un marché mais ne pourra le satisfaire que si des volumes de production raisonnables sont atteints.

En écoutant ce qui a été dit dans la discussion il apparaît qu'en Europe les efforts sont très dispersés. L'action COST 302 a effectué un bon travail en déterminant les possibilités d'application des véhicules électriques mais est décevant par l'absence de recommandations pour une stratégie coordonnée de commercialisation. Aux Etats-Unis une stratégie nationale de commercialisation a été élaborée avec le soutien du Département

de l'énergie et des sociétés d'électricité. Cette politique se concentre sur des véhicules particuliers choisis en fonction de marchés précis et de constructeurs de composants, les sociétés d'électricité jouant un rôle prépondérant. Cette stratégie produira ses fruits l'année prochaine avec le lancement d'un seul type de camionnette électrique lequel sera suivi par d'autres véhicules de technologie nouvelle. Cette camionnette résulte d'une coopération avec la technologie européenne qui jouit d'une excellente réputation aux U.S.A.

Il serait excellent d'examiner l'approche du problème des véhicules électriques faite aux Etats-Unis afin de déterminer comment cette action concertée pourrait être reproduite en Europe. Ce serait certainement un test de l'efficacité avec laquelle on peut travailler en tant que Communauté alors qu'il existe une quantité d'approches partielles et de projets qui ne permettent pas de mettre une stratégie nationale sur pied. Aucun projet ne réussira s'il ne résulte pas d'une action concertée.

M. Brusaglino répond en disant qu'une étude de développement en commun de composants et des intentions communes de tous les constructeurs pourrait être imaginée. Il ne s'agirait pas d'une voiture électrique européenne mais d'une structure européenne de base et des composants communs.

Parallèlement à cela quelques firmes pourraient produire des petites séries de véhicules pour animer le marché et pour convaincre l'opinion publique du caractère positif de l'utilisation des véhicules électriques.

Cette action commune exige une volonté commune des constructeurs afin qu'ils mettent ensemble leurs intentions et organisent un programme.

M. Jean-Pierre Cornu (Saft, France) confirme son accord avec l'opinion française et l'opinion suisse en ce qui concerne les batteries. Si le marché doit s'ouvrir, il le fera par les véhicules utilitaires c'est à dire par les véhicules circulant peu ou prou en site captif et en faible autonomie. Jusqu'à présent, les fabricants de batteries se sont ingénierés à trouver des couples électrochimiques donnant le maximum d'énergie massique et volumique. Or on s'aperçoit que pour des flottes captives l'autonomie n'est pas forcément le critère numéro un. L'expérience de Châtellerault en est un exemple vivant. La réflexion chez SAFT est de considérer qu'en privilégiant la puissance plus que l'autonomie, on peut être amené à fournir des batteries d'une capacité beaucoup plus faible mais capables d'assurer au véhicule les performances actuellement normales en embarquant un poids de batterie réduit de moitié voire de trois-quarts.

Pourquoi embarquer 800 kg de batterie capables de propulser un véhicule pendant 130 km alors que tous les jours il ne parcourt que 30 km. Une batterie de 200 kg, le quart de poids, est à envisager si elle fournit la même puissance. La puissance spécifique devra être nettement supérieure à 200 W/kg.

Il est possible aujourd'hui d'étudier des couples qui sont plus

puissants que ceux que l'on a actuellement sous la main c'est à dire les classiques batteries au plomb et Ni-Fe. On peut envisager des couples capables de donner de la puissance tels le nickel-zinc ou le nickel-cadmium.

Les constructeurs de batteries ont aujourd'hui un besoin vital de l'expertise de la profession automobile pour mettre au point une technologie de batterie que l'on peut produire en très grandes séries comme l'exige le secteur automobile.

Si on dépasse un coût de main d'œuvre supérieur à 10 % du coût des matières premières on ne pourra pas constituer une batterie à un prix compétitif. C'est là que l'expérience des constructeurs automobiles en matière de fabrication de très grandes séries devient déterminante.

M. G. Maggetto demande alors à M. Cornu si SAFT abandonne aujourd'hui la batterie nickel-fer pour proposer la batterie nickel-cadmium.

M. J.P. Cornu répond en disant que la batterie nickel-fer et la batterie nickel/cadmium ont des caractéristiques très différentes. L'une est plus intéressante en énergie et l'autre en puissance. Toutes les deux peuvent trouver un champ d'application dans les différentes versions demandées par les utilisateurs.

C'est un faux débat de vouloir les opposer l'une à l'autre; elles sont en fait complémentaires.

Un intervenant constate que le débat n'a pas évoqué l'existence d'un secteur industriel important qui est celui de la fabrication des composants pour véhicules électriques, associée au problème de l'assemblage. La question se pose de savoir si la plus grande disponibilité en temps libre, associée à un intérêt croissant pour les problèmes d'environnement, ne créerait pas un milieu d'acheteurs intéressés par des possibilités d'assemblage facile de sous-ensembles. Cela pourrait créer des sources de travail très précieuses.

M. Reinhardt pense que la proposition suivie de développement d'un véhicule électrique simple est très intéressante. Une étude a également été proposée au Parlement allemand mais l'idée d'un véhicule meilleur marché n'a pas trouvé d'acquéreur. Si la population voulait d'un véhicule très simple alors une firme comme Daimler Benz s'en trouverait mal. Pour cette raison les analyses de marché pour le véhicule électrique en République Fédérale d'Allemagne ont été basées sur des véhicules dérivés des véhicules thermiques. Le marché potentiel qui a été ainsi déterminé pour le groupe d'utilisateurs privés est pratiquement nul. Pour les entreprises, les villes et les communautés ce marché est de 4.000 véhicules par an dans les conditions actuelles. Ces conditions pourraient se modifier.

Pour les grandes distances aucune ouverture du marché n'est prévisible pour les véhicules électriques. Cette situation ne pourrait se modifier que si la technique des véhicules hybrides

se développait ou si la batterie sodium-soufre était enfin mise au point. Ceci a également été constaté par le Parlement qui a invité l'industrie à faire quelque chose.

Un intervenant s'attache à définir les partenaires actifs dans le domaine du véhicule électrique. Il y a trois partenaires face à l'usager potentiel : les centres de recherche et l'industrie qui, depuis de nombreuses années, développent un effort considérable, et un troisième partenaire : les pouvoirs publics.

Il a été question des efforts possibles d'incitation en matière de fiscalité mais il y a lieu de mettre en évidence l'importance du rôle des communes urbaines en matière de gestion de l'espace public. L'élément clef dans ce dernier cas est le parking.

Si le marché de la petite voiture de surface au sol de 2 à 3 m<sup>2</sup>, au lieu des 4-5 ou 6 m<sup>2</sup> de la voiture conventionnelle, existait, les pouvoirs publics pourraient procéder à l'encouragement de son ouverture progressive par la création de demi-places de parking réservées uniquement aux véhicules électriques. Il n'en coûterait rien et une harmonie pourrait être créée en augmentant l'espace pour les transports publics. La capacité des parkings pourrait être théoriquement doublée sans aucun frais ou bien un gain d'espace pourrait être réalisé.

Un effort de recherche pourrait se développer dans ce sens.

M. Grögger (Steyer-Daimler-Puch, Autriche) constate que la discussion sur le véhicule électrique idéal a montré qu'actuellement il n'en existait pas.

Le véhicule électrique se trouve à un stade d'attaque des divers marchés existant pour le véhicule traditionnel. Il faut donc avancer prudemment et pas à pas. Il ne sera pas possible de commencer avec des grandes quantités de véhicules.

Si l'on produit en outre des petites quantités de véhicules à des prix plus élevés on doit alors s'adresser à des marchés très particuliers pour solliciter progressivement un marché plus important.

Cela signifie qu'au stade actuel de développement du véhicule électrique des conceptions très différentes apparaîtront.

D'une part on se basera sur des véhicules de série traditionnels dont on aura enlevé certains éléments et modifié en conséquence la structure de base.

D'autre part on pourra avoir des conceptions entièrement originales comme le véhicule électrique Püllmann et on se trouvera dans une classe de véhicules de luxe.

Il existe des domaines d'utilisation et des acheteurs très différents et il faut actuellement les solliciter tous.

Pour chaque constructeur se pose la question de savoir où est son marché et que peut-il réaliser à partir de sa structure de production.

Le petit constructeur disposera d'une souplesse plus grande tandis que l'approche du grand constructeur sera influencée par l'existence de ses lignes de production en série.

Par une approche pragmatique on devrait pouvoir accroître le marché.

Il n'est pas possible de trouver une recette commune qui conduise à l'ouverture par étapes du marché. Il est probable que cela sera plus facile à partir de grandes quantités de véhicules. Cela sera également plus facile à partir d'une action commune comme il a été suggéré.

Toutefois ce stade de développement n'est pas encore atteint actuellement.

Mme le Ministre E. Cresson tire les conclusions de la séance de discussion.

Le véhicule électrique idéal n'existe pas pour le moment. Il y a des tentatives de petites fabrications. La tentative suisse paraît remarquable et il en existe une en France également.

Mais il est évident que les grands constructeurs automobiles sont tout de même directement concernés même si pour le moment ils ne se sont lancés que d'une manière relativement limitée dans la fabrication.

Au terme de quatre ans de discussion le comité COST 302 est parvenu à analyser de façon approfondie les caractéristiques des véhicules, les coûts et ce que pourrait être une fabrication.

Les cibles à atteindre ont également pu être analysées mais d'une façon moins approfondie. Car la discussion à ce sujet revient à déterminer si le véhicule électrique concerne les ménages ou bien les collectivités, les marchés captifs, les grandes administrations, les municipalités, etc.... ou bien si cela concerne les deux groupes d'utilisateurs.

La discussion a montré que, dans un premier temps, le marché des collectivités paraissait être un marché plus sûr sans que cela veuille dire que les ménages, et en particulier ceux qui utilisent deux véhicules et effectuent des parcours limités, ne puissent pas être intéressés.

Il faut continuer l'action de réflexion qui a été mise en route à plusieurs niveaux sans que cela signifie qu'il ne faille pas agir également en allant plus loin.

La recherche sur les batteries va évidemment continuer. Cela fait déjà de nombreuses années que l'on a vu des efforts se déployer dans ce secteur et que l'on s'active toujours pratiquement autour des mêmes systèmes.

C'est la batterie au plomb qui retient l'attention, ce qui ne veut pas dire que d'autres technologies ne puissent aboutir. La recherche doit donc certainement continuer à être développée.

Il faut aussi essayer de diminuer les coûts des composants communs.

Une proposition très intéressante a été faite dans le sens d'une tentative pour amener les constructeurs produisant actuellement des véhicules électriques à réfléchir entre eux pour organiser à l'échelle européenne la fabrication de composants communs. Ce thème pourrait être utilement développé avec comme but d'aboutir un jour à un véhicule électrique spécialement conçu pour être développé sur une chaîne de construction propre.

En ce moment cette situation n'existe pas car plusieurs industriels l'ont dit et ont de plus déclaré qu'ils se contentaient d'adaptations à partir de véhicules classiques. Compte tenu de la situation de l'automobile en Europe, cette manière de procéder se maintiendra pendant une période assez longue.

Mais cela ne veut pas dire qu'une action concertée relative aux composants ne soit pas nécessaire afin d'essayer d'améliorer un certain nombre d'entre eux.

Il est peut-être préférable de progresser sous l'angle des composants plutôt que de se lancer dans quelque chose de beaucoup plus ambitieux qui serait le véhicule électrique idéal.

Un dernier point a été mis en avant à plusieurs reprises par M. Brusaglino et par de nombreux intervenants : c'est le marché. Il faut faire connaître les performances des véhicules électriques, leurs caractéristiques et leurs limites. Il faut montrer en quoi ils peuvent être intéressants, en particulier pour un certain nombre de niches (ou zones)\* de marché, ou un certain nombre de collectivités ou de marchés captifs.

Pour cela, il sera effectivement utile de prolonger le travail du comité COST par une étude beaucoup plus fine de ce secteur du marché.

Pour que ces cibles de marché puissent comprendre les questions qu'on leur pose, et y répondre, il faut qu'elles sachent de quoi il s'agit. Pour cette raison, la rédaction d'une brochure est suggérée, basée sur les travaux et expérimentation qui ont eu lieu, pour montrer de façon très claire à tous les utilisateurs qui n'ont pas l'intérêt qu'ont les techniciens et les scientifiques pour les courbes caractéristiques et les courbes de coûts. Combien va leur coûter l'achat et ensuite l'utilisation du véhicule, combien de kilomètres ils pourront parcourir, quel allègement de batterie est possible si les distances à parcourir sont moins importantes.

Tous ces éléments devraient se retrouver dans une petite brochure de vulgarisation, facile à comprendre, bien illustrée et conçue avec l'aide d'un professionnel de la communication afin de pouvoir atteindre ce marché cible.

Ensuite, un questionnaire soumis à ces collectivités ou marchés captifs pourrait susciter des réponses précises et une invitation à une démonstration qui pourrait être nationale ou internationale et pour laquelle il serait facile de trouver une collectivité locale ou une municipalité pour l'accueillir. Cette démonstration pourrait se faire d'ailleurs dans plusieurs villes soit en même temps soit pendant la même période pour avoir un effet d'impact dans l'opinion européenne. Un relais de presse sera nécessaire de façon à répercuter ces événements dans l'opinion. Cela peut se faire avec l'aide d'une agence de presse. Cette action demandera naturellement un financement et il serait impérieux de ne pasachever ce séminaire sans savoir qui va adresser à la Commission une lettre faisant l'exposé des travaux et demandant un financement. Un tel financement

-----  
\* Note du rédacteur

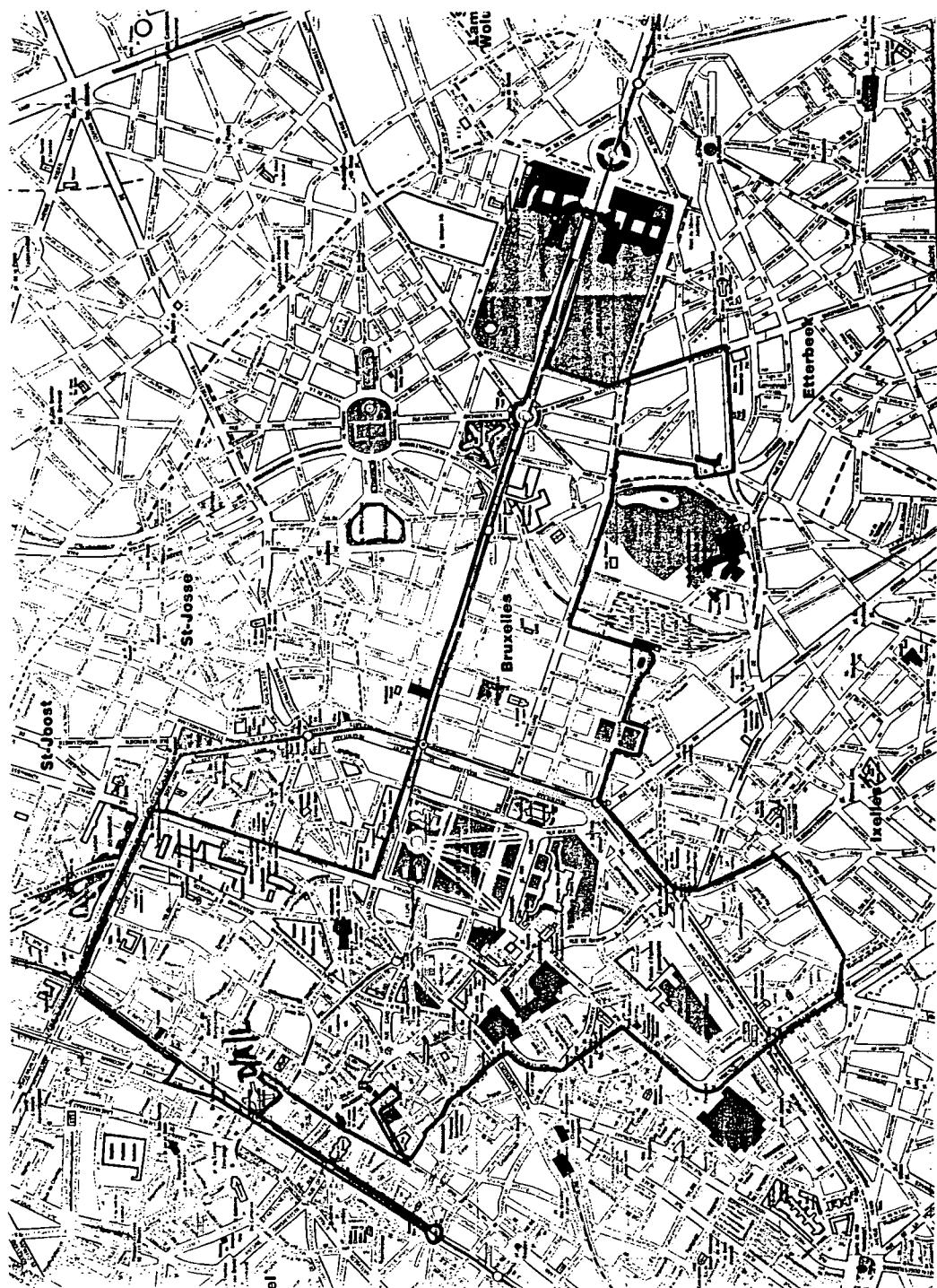
pourrait être naturellement relayé par les industriels pour lesquels il ne s'agirait pas de dépenses considérables ne leur permettant pas de les insérer dans leur budget.

Une structure existe déjà, l'AVERE, qui ayant déjà entamé de telles actions, pourrait peut-être continuer dans les deux directions qui viennent d'être définies : d'une part, une direction technique, c'est à dire le développement de composants par les industriels en poussant un peu les recherches de développement en attendant le véhicule électrique idéal dès sa naissance; d'autre part, une action de marché et de marketing accompagnée d'une interrogation des clients potentiels qui serait de nature à susciter leurs réponses mais également à les amener à se poser eux-mêmes les questions qu'ils ne se posent pas aujourd'hui et qui les feraien devenir, plus tard, des acheteurs potentiels.

Cette suggestion est faite par Mme le Ministre E. Cresson car, ayant été invitée pour exposer ce qui se fait à Châtellerault et aussi en tant qu'ancien ministre de l'industrie, elle désire donner plus que des conseils bienveillants c'est à dire l'expression de sa conviction basée sur l'engagement de sa ville.

Tout cela devrait se faire en relation avec la Commission et avec les industriels.

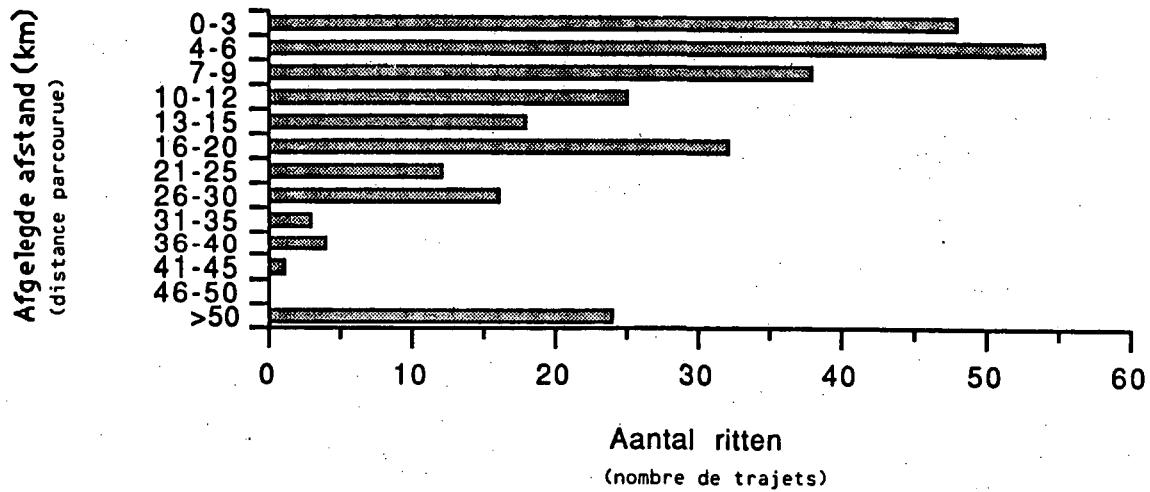
M. G. Maggetto exprime ses remerciements à Mme le Ministre E. Cresson pour avoir clairement résumé dans sa conclusion l'essentiel de cette session sur l'industrie et avoir formulé des suggestions qui amèneront les participants à réfléchir très activement sur leur désir de promouvoir le véhicule électrique. M. G. Brusaglino pense que sur la base de ces suggestions l'AVERE doit entreprendre une action et d'ores et déjà prendre un engagement de réflexion et d'action dans la direction indiquée.



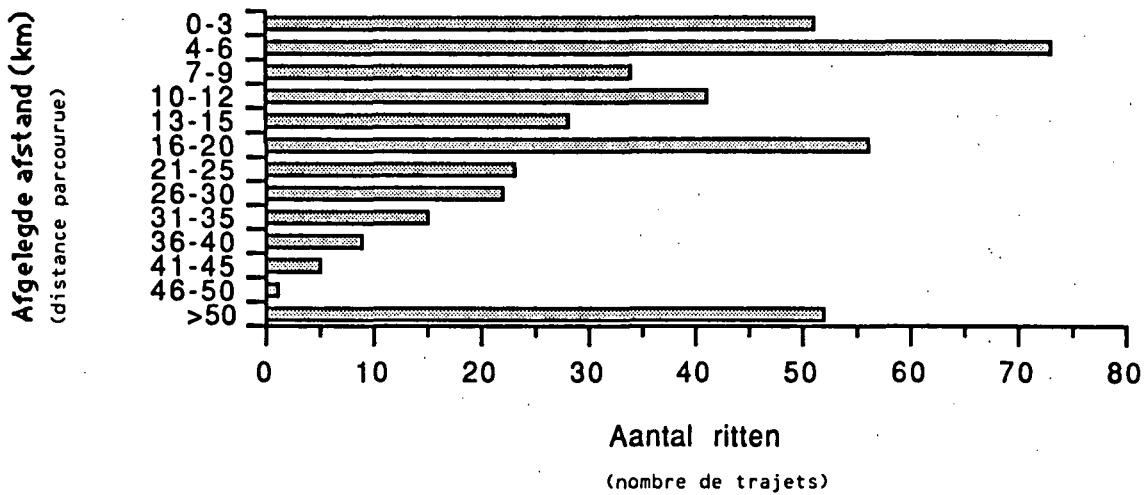
## THE 12 ELECTRICAL HOURS OF BRUSSELS : RESULTS

Nr	TYPE	WEIGHT +Driver	KM	KWh	Wh Km	Wh Km.Ton	BATTERY	REMARKS
1	PGE 3p.(nr 2)	1120	91	27.3	300	268	Pb	Normal charging
2	Rocaboy Lovelec	1070	138	38.34	278	260	Pb	Normal charging
3	PGE 3p.(nr 4)	1120	88	32.15	365	326	Pb	Normal charging
4	Rocaboy La Roch.	1070	138	39.19	284	265	Pb	
5	PGE 3p.(nr 5)	1120	176	66.9	380	339	Pb	Fast charg. ; Batt. exch.
6	Rocaboy Oldham	1070	138	40.1	291	272	Pb	Normal charging
7	PGE 5p.(nr 6)	1120	31					
8	Horlacher	240	195	8.3	43	179	Pb	Norm. charg. ; Battery exch.
9	PGE 5p.(nr 7)	1470	29					
10	Greentech	700	87	21.3	245	350	Pb	Normal charging
11	PGE 5p.(nr 8)	1470	109	34.5	317	216	Pb	Normal & Fast charging
12	Renault	2925	133	90.8	682	233	Ni-Fe	Normal charging
14	PGE 5p (nr 9)	1470	100	32.5	325	221	Pb	Normal & Fast charging
15	ICE (1400 cc)	895	211	CONSUMPTION : 31,62 L (797 Fr.) ==> 15 L for 100Km				
				2318	2810			

Nr 2 - periode 010186 tot 300687



Nr 4 - periode 010186 tot 300687





**CONCLUSIONS**

---

**par**

**M. le Prof. G. MAGGETTO**

## CONCLUSIONS

Pendant les sept sessions du symposium un ensemble d'informations importantes a été communiqué.

Les conclusions qui ont été rédigées pour chacun des chapitres du rapport COST 302 peuvent être parfaitement proposées comme conclusions de ce symposium. Ces conclusions et recommandations sont rassemblées de la page 83 à la page 93 du rapport COST 302 en français, de la page 77 à la page 85 du rapport COST 302 en anglais et de la page 99 à la page 111 du rapport COST 302 en allemand.

L'impact du véhicule électrique sur l'énergie a été présenté et discuté. Il n'y a pas eu de contestation fondamentale des chiffres avancés dans le rapport.

En fait, l'énergie pose peu de problèmes et il apparaît que le véhicule électrique est un élément intéressant d'utilisation d'énergie de remplacement. L'idée a été suggérée que le potentiel en énergie de remplacement (éolienne, solaire, ...) était largement supérieur aux besoins prévisibles pour les véhicules électriques. Cette idée a été exprimée après avoir constaté que les 30 TWh que consommeraient les 6 millions de voitures particulières et le million de véhicules utilitaires (camionnettes) n'influençaient guère le parc existant d'unités de production d'énergie électrique. Cette consommation ne représente qu'environ 2.5 % de la consommation totale actuelle d'électricité et surtout une utilisation nocturne d'énergie correspondant au moment où se situe principalement la charge des batteries.

Aucun problème important n'a pu être constaté dans le domaine de l'énergie.

Le chapitre 3 du rapport est consacré à l'environnement. Il y apparaît une conclusion essentielle qui exprime que l'une des justifications principales du véhicule électrique est son influence sur la qualité de l'environnement urbain.

Cette conclusion est apparue à nouveau très clairement dans l'ensemble des discussions.

Les "Aspects opérationnels" des véhicules électriques sont apparus sous un jour négatif quant aux données qui ont servi de base à l'établissement des coûts de fonctionnement et d'utilisation des véhicules électriques. En effet, le rapport cite une liste d'expérimentations qui ont été faites et les chiffres utilisés proviennent d'une seule publication.

Cela donne matière à réflexion d'autant plus que la plupart de ces expérimentations jouissaient d'un financement communautaire.

On peut se poser des questions quant aux raisons fondamentales pour lesquelles on ne dispose pas de données relatives à ces expérimentations. En fait, une des raisons essentielles réside dans le fait que dans la mise en oeuvre de flottes expérimentales, le nombre de problèmes d'expérimentation et d'utilisation que l'on rencontre habituellement est tellement

grand qu'il devient très difficile de déterminer des chiffres d'exploitation car on est conduit à faire un exercice de haute voltige pour séparer les coûts d'exploitation normale des coûts liés aux incidents de mise au point des véhicules ou aux pannes dues aux imperfections propres à une flotte expérimentale.

Une première recommandation est formulée dans ce chapitre :

" nous suggérons donc de mettre l'accent, dans d'éventuels essais futurs, sur la collecte et l'analyse de données techniques et économiques, relatives notamment aux coûts de maintenance ".

Le chapitre 5 du rapport traite des aspects techniques des véhicules électriques. Deux groupes de problèmes techniques ont été identifiés : le problème des sources d'énergie et les problèmes électromécaniques.

Pour les sources d'énergie trois périodes ont été distinguées. La période actuelle et le court terme seront essentiellement basés sur le seul couple électrochimique existant valablement sur le marché, commercialement parlant. C'est la batterie au plomb.

Pour le moyen terme on retient les couples fer/nickel, zinc/brome et sodium/soufre.

Pour le long terme certains souhaits ont été formulés quant à la mise en oeuvre pour que cela ne devienne pas un plus long terme.

Il est alors question de batteries à électrolyte solide. Une question s'est posée quant à l'avenir ou quant au rôle de la pile à combustible qui apparaît comme un élément particulier. En effet, la plupart des couples considérés conduisent à des autonomies réduites pour les véhicules électriques c'est à dire à des utilisations essentiellement urbaines ou semi-urbaines. Pour la pile à combustible on pourrait penser à des autonomies beaucoup plus importantes.

Une deuxième recommandation est formulée :

"nous suggérons de mettre l'accent sur la production industrielle et la réduction des coûts dans la poursuite des recherches sur les accumulateurs".

Ce serait faire violence à de nombreuses interventions, dont deux au moins allaient dans le même sens de manière très développée, si l'idée qu'il serait temps d'utiliser les batteries dont nous disposons pour faire le développement des véhicules électriques n'était pas reprise dans ces conclusions. Dans le domaine électromécanique c'est l'aspect traction électrique qui a fait l'objet de l'étude COST. Les conclusions sont claires bien qu'on en ait peu parlé dans la discussion en séance. Seul l'exposé du rapporteur a fait état de certains aspects.

Il y a une raison assez simple à cet état des choses. La technologie nécessaire pour organiser le mouvement du véhicule électrique existe. Il suffit pour s'en convaincre de consulter les actes de la toute dernière conférence européenne sur l'électronique de puissance qui s'est déroulée à Grenoble. Le chapitre entraînement à vitesse variable montre à suffisance

que la technologie existe et qu'il ne faut pas chercher longuement pour trouver une solution développée industriellement. Bien entendu, cette solution devra être adaptée à l'application particulière comme c'est le cas pour toutes les applications utilisant un matériel de série.

Quelle sera l'évolution future de la technologie des entraînements électriques? Il a été dit que l'on passera de la traction avec moteurs à courant continu à la traction avec moteurs à courant alternatif car, effectivement, il est clair que la solution alternative est nettement mieux adaptée aux nécessités de la production en masse.

Le chapitre 6 est consacré à l'industrie. Mme le Ministre E. CRESSON a prononcé à ce sujet une conclusion remarquable et a indiqué les actions qu'il serait souhaitable de réaliser pour arriver à des solutions pour les véhicules électriques.

Le problème des matériaux n'est pas apparu non plus sous la forme d'un problème critique.

La nécessité de définir un véhicule électrique faisable industriellement, c'est à dire de manière économique, et d'initialiser une action européenne pour atteindre ce but semble être une conclusion essentielle.

Le chapitre 7 traite de l'étude économique. Une méthodologie particulière y a été développée pour définir l'avantage économique de l'introduction des véhicules électriques.

Deux aspects du coût du véhicule électrique sont apparus dans l'exposé qui en a été fait.

En premier lieu, le calcul de l'avantage économique à partir des "coûts de ressource", (coût des ressources consommées ou nécessitées pendant la construction et l'exploitation des véhicules, après déduction des taxes et subventions et addition des coûts indirects qui ne sont pas imputés aux propriétaires ou aux utilisateurs, mais sont néanmoins supportés par les collectivités dans lesquelles les véhicules circulent) a montré l'existence de différences importantes de pays à pays. Mais il a surtout montré qu'un avantage existe effectivement et qu'il résulte essentiellement de l'avantage économique produit par l'amélioration du milieu ambiant due à l'introduction du véhicule électrique.

Le bénéfice produit par l'amélioration du milieu ambiant apparaît comme le facteur essentiel permettant une justification économique des véhicules électriques.

L'avantage est apparu dans l'ensemble des pays avec des importances différentes.

Les discussions ont également mis en évidence que le véhicule électrique pouvait être produit économiquement à partir de certaines quantités.

En second lieu l'aspect coût commercial, c'est à dire ce que les propriétaires et les utilisateurs doivent payer après inclusion des taxes et déductions des subventions a été étudié. Dans ce cas, les conclusions que l'on peut tirer sur base des coûts de ressources se trouvent complètement bouleversées. Cette situation conduit à la recommandation suivante pour le

calcul du coût économique.

"Le nombre de véhicules électriques que les propriétaires et les utilisateurs seraient disposés à acquérir de leur plein gré est fonction non de leurs "coûts de ressource" mais de leurs coûts commerciaux dont les multiples méthodes de calcul actuellement utilisées sont malheureusement difficilement conciliables. Le choix des utilisateurs et des propriétaires est en outre fortement conditionné par des facteurs autres que le coût, notamment par les caractéristiques techniques des véhicules, leur fiabilité, la qualité des réseaux de vente et d'après-vente, les réglementations locales, la publicité et, parfois la mode et les préjugés."

"Nous ne disposons pas des moyens nécessaires pour effectuer une étude de marché en tenant compte de cette multitude de méthodes et d'influences, mais nous avons adapté notre méthode de façon à obtenir plusieurs comparaisons des coûts commerciaux des mêmes couples de véhicules afin de mettre en lumière l'incidence du remplacement, dans les comparaisons des coûts des facteurs, des coûts indirects (que les utilisateurs ne paient pas en tant qu'utilisateurs) par les taxes et subventions qu'ils paient ou reçoivent dans les différents Etats".

"Nous recommandons cette méthode ainsi adaptée à tous ceux qui pourraient acheter ou utiliser des véhicules électriques".

Des recommandations résultent de différences entre les régimes de taxations dans les différents pays et un souhait pour un effort d'uniformisation au niveau européen a été formulé.

Pour la Grande-Bretagne et l'Allemagne, "d'un strict point de vue économique, nous ne voyons donc aucune raison d'inviter les gouvernements de ces pays à user de moyens fiscaux plus généreux encore pour favoriser la substitution des véhicules électriques aux véhicules thermiques".

Pour la Finlande, la Suède, la Suisse, la France, la Belgique et l'Italie la fiscalité est de nature à faire obstacle aux améliorations que les véhicules électriques pourraient apporter à leurs économies et à leur environnement.

"Nous suggérons donc aux gouvernements de ces pays de réexaminer leurs régimes fiscaux en vue d'éliminer les obstacles au remplacement, profitable, des véhicules conventionnels par des véhicules électriques et de les aligner sur ceux des deux autres pays".

Une autre recommandation est faite pour arriver à une production valable de véhicules électriques.

"Les perspectives semblent au total suffisamment prometteuses pour que nous recommandions aux constructeurs d'engager au moins quatre actions" :

- "une réestimation minutieuse des coûts de production de l'option technique finalement retenue";
- "la poursuite des recherches en vue d'améliorer les performances techniques des véhicules électriques qui ne le

sont pas";

- "le réexamen des sources de composants, en particulier des accumulateurs, dont les coûts et les performances semblent différer profondément selon les constructeurs";
- "l'analyse des possibilités d'utilisation des composants communs, éventuellement normalisés, pour tous les véhicules électriques".

Tous ces points ont été largement discutés, dans le sens indiqué ci-dessus, au cours de la session "Industrie".

Le chapitre 8 traite des taxations et de la normalisation. L'exposé du rapporteur et la discussion ont montré à quel point ce problème était complexe.

Il est clair que les réglementations ne devraient pas être restrictives pour le véhicule électrique mais devraient conduire à une normalisation effective semblable à celle qui existe d'ailleurs dans une large part du secteur électrique. En ce qui concerne les régimes de taxation, leur influence sur les coûts des véhicules électriques a largement été démontrée dans l'étude économique.

Pour terminer cette conclusion deux recommandations peuvent encore être reprises ici car elles correspondent, comme les autres d'ailleurs, aux idées qui ont été formulées pendant les séances de discussion.

La première recommandation s'adresse aux autorités locales. "Nous recommandons donc aux collectivités locales d'étudier les systèmes locaux qui pourraient s'avérer particulièrement favorables, sur le plan écologique ou autre, à l'éclosion des flottes de véhicules électriques".

La seconde recommandation s'adresse aux constructeurs. "Nous suggérons aux constructeurs d'effectuer une étude économique sérieuse en vue de déterminer ce que les véhicules électriques doivent emprunter aux véhicules thermiques produits en grande série et ce en quoi ils doivent innover pour bénéficier du progrès technique accompli dans le domaine des matériaux et des composants électriques".

L'ensemble des conclusions formulées dans le rapport COST 302 et reprises dans ces conclusions sont rassemblées au paragraphe 9.34 pages 92 et 93 du texte en français, au paragraphe 9.34 page 85 du texte en anglais et au paragraphe 9.34 page 110 du texte en allemand.

Les travaux COST 302 peuvent se conclure en formulant l'espoir ou même la certitude d'avoir produit un document qui résume très bien les conditions dans lesquelles le véhicule électrique pourrait être produit et mis sur le marché.

Le rapport et les discussions ont montré qu'il existe un marché pour les véhicules électriques. Ce marché devrait être étudié de manière plus fine de façon à définir et à créer des zones de démonstrations efficaces.

Le rapport COST 302 a fait l'objet de sept séances de discussions par un large groupe de personnes compétentes provenant de République Fédérale d'Allemagne, d'Autriche, de Belgique, du Danemark, de Finlande, de France, d'Irlande, d'Italie, des Pays-Bas, du Royaume-Uni, de Suède et de Suisse, et il a obtenu une remarquable approbation comme le confirme l'ensemble des idées qui ont été formulées au cours des deux journées du séminaire. Avec ce travail, un pas en avant a été fait dans la connaissance du problème des véhicules électriques et donc dans son développement.



**LISTE DES PARTICIPANTS**

---

**NAME, FIRST NAME****INSTITUTE & ADDRESS**

---

**Aldous, Alan**

**Electric Vehicle Development Group  
The City University  
Northampton Square  
London EC1V OHB  
United Kingdom**

**Andersson, Bo**

**Inst. for Microwave Techn.  
Box 70033  
10044 Stockholm  
Sweden**

**Aquarone, Jean-Charles**

**Stab. Gesamtverkehrsfragen  
Bubenbergplatz 11  
3003 Bern  
Switzerland**

**Audergon, Jacques**

**Geimesa  
Avenue du Midi 13  
1711 Fribourg  
Switzerland**

**Bader, Christian**

**Daimler-Benz Aktiengesellschaft  
Zentrales Bildungswesen - Veranstaltungsdienst  
Postfach 60 02 02  
7000 Stuttgart 60  
F.R. Germany**

**Baptiste, Jean-Pierre**

**Mairie de Chatellerault  
Boulevard Blossac 78  
86100 Chatellerault  
France**

**Barnerias, Jean**

**Trégie  
Avenue du 18 Juin 1940 9-11  
92500 Rueil-Malmaison  
France**

**Bassac, Claude**

**Electricité de France  
Avenue de Messine 23  
Paris Cédex 08  
France**

**NAME, FIRST NAME****INSTITUTE & ADDRESS**

---

**Beauthier, R.**

Hôtel Communal de Ganshoren  
Avenue Charles Quint 14  
1080 Brussels  
Belgium

**Bendien, Hans**

RWTH Aachen  
Institut für Stromrichtertechnik  
Jäger Straße 17/19  
5100 Aachen  
F.R. Germany

**Boch**

Electricité de France  
Avenue de Messine 23  
75008 Paris  
France

**Bodart, Jacques**

Le Carbone SAB  
Boulevard du Jubilé 124  
1210 Brussels  
Belgium

**Bodden, Claude**

Ministère des Communications  
Castersteen 12  
1000 Brussels  
Belgium

**Bohlig, Dieter**

SNV Studienges. Nahverkehr  
Lokstedter Weg 24  
2000 Hamburg 20  
F.R. Germany

**Boonekamp, Piet G.M.**

Netherlands Energy Research Foundation  
P.O. Box 1  
1755 ZG Petten  
The Netherlands

**Bradbury, James**

Lucas Chloride EV Systems  
Evelyn Road  
Birmingham B11 3JR  
United Kingdom

**NAME, FIRST NAME****INSTITUTE & ADDRESS**

---

**Brasseur, Georg**

**TU-Wien**  
**Gusshausstraße 27-29**  
**1040 Vienna**  
**Austria**

**Brusaglino, Giampiero**

**Centro Ricerche Fiat**  
**Strada Torino 50**  
**Orbassano (Torino)**  
**Italy**

**Bryskère, Marcel**

**Accumulateurs Tudor**  
**Rue de Florival 93**  
**5981 Florival Archennes**  
**Belgium**

**Burette, Roger**

**ASBE**  
**Avenue Georges Henri 502**  
**1200 Brussels**  
**Belgium**

**Cerfont, Christian**

**Ministère de la Région Bruxelloise**  
**Service de l'Expansion Economique**  
**Rue Royale 6**  
**1000 Brussels**  
**Belgium**

**Chaumain, Gérard**

**AFME**  
**Rue Louis Vicat 27**  
**75015 Paris**  
**France**

**Claes, Willy**

**Ministre d'Etat**  
**Berkenlaan 62**  
**3500 Hasselt**  
**Belgium**

**Clark, John**

**Cranfield Institute of Technology**  
**Cranfield Bedford MK43 0AL**  
**United Kingdom**

**NAME, FIRST NAME****INSTITUTE & ADDRESS****Cornu, Jean-Pierre**

**SAFT**  
**Avenue de Metz 156**  
**93230 Romainville**  
**France**

**Cresson, Edith**

**Maire de Châtellerault**  
**Boulevard Blassac 78**  
**86100 Châtellerault**  
**France**

**Cudell, Guy**

**Hôtel Communal de St. Josse**  
**Avenue de l'Astronomie 13**  
**1030 Brussels**  
**Belgium**

**Davis, Michael**

**Commission of the European Communities**  
**Rue de la Loi 200**  
**1049 Brussels**  
**Belgium**

**Delausnay**

**RTT**  
**Monnaie Center**  
**1000 Brussels**  
**Belgium**

**Dell, Ronald**

**Harwell Laboratory U.K.**  
**Bldg. 429**  
**Harwell - Oxon OX11 0RA**  
**United Kingdom**

**Delsaute, Michel**

**Evelec**  
**Boulevard de Waterloo 34**  
**1000 Brussels**  
**Belgium**

**Depaemelaere, Jean-Pierre**

**EBES**  
**F. Rooseveltlaan 1**  
**9000 Ghent**  
**Belgium**

**NAME, FIRST NAME****INSTITUTE & ADDRESS**

---

**De Pauw-Deveen, L.**

**Waterloolaan 58  
1000 Brussels  
Belgium**

**De Vocht, Luc**

**Fabrimétal  
Rue des Drapiers 21  
1050 Brussels  
Belgium**

**Dierkens, Ferdinand**

**Evelec  
Rue de la Pépinière 41  
1000 Brussels  
Belgium**

**Doniat, Denis**

**Sorapec  
Rue Carnot 192  
Fontenay sous Bois  
France**

**Douma, Henricus**

**Management Office Energy Research PEO  
P.O. Box 8242  
3503 RE Utrecht  
The Netherlands**

**Dustmann, Cord-H.**

**Brown Boveri AG  
Eppelheimerstraße 82  
6900 Heidelberg  
F.R. Germany**

**Engel, Gerhard**

**Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke  
Steremannallee 23  
6000 Frankfurt am Main 70  
F.R. Germany**

**Fabjan, Christoph**

**Technische Univ. Wien  
Getreidemarkt 9  
1060 Vienna  
Austria**

NAME, FIRST NAME

INSTITUTE & ADDRESS

---

Fabre, F.

Commission of the European Communities - DG VII  
Rue de la Loi 200  
1049 Brussels  
Belgium

Fauvarque, Jean-François

Laboratoires de Marcoussis  
Route de Nozay  
91460 Marcoussis  
France

Fedewitz, Dieter

Federwitz Whisper D  
Papenbergallee 46  
2217 Kellinghusen  
F.R. Germany

Finlayson, Jean

Electric Vehicle Developments  
The City University  
Northampton Square  
London EC1V 0HB  
United Kingdom

Frenkiel, Joachim

C.E. & T. S.A.  
Rue St. Leonard 472  
4000 Liège  
Belgium

Froehlich, Josef

Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf  
Technologische Unternehmensplanung  
2444 Seibersdorf  
Austria

Furon, Gérard

Electricité de France  
Avenue de Messine 23  
75008 Paris  
France

Gahleitner, Alfred

Montan Universität  
8700 Leoben  
Austria

**NAME, FIRST NAME****INSTITUTE & ADDRESS**

---

**Geradt, Helmut**

Rhein-Consult GmbH  
Hansaallee 1  
4000 Düsseldorf 11  
F.R. Germany

**Gfeller, Jürg**

Bundesamt für Energie-Wirtschaft  
3003 Bern  
Switzerland

**Glauser, Peter**

General Direktion PTT  
Abt. Automobiltechnik/Einkauf  
Viktoriastraße 72  
3030 Bern  
Switzerland

**Gross, Baerbel**

Federwitz Whisper D  
Papenbergallee 46  
2217 Kellinghusen  
F.R. Germany

**Gryksa, Hans-Peter**

Steyr-Daimler-Puch AG  
2. Haidequerstraße 3  
1110 Vienna  
Austria

**Gustrin, Bo F.**

Electrical Journal ERA  
Box 3192  
10363 Stockholm  
Sweden

**Haase, Helmut**

Brown Boveri AG  
Eppelheimerstraße 82  
6900 Heidelberg  
F.R. Germany

**Hatry, Paul**

Sénateur - Ancien Ministre  
Rue de la Science 4  
1040 Brussels  
Belgium

**NAME, FIRST NAME****INSTITUTE & ADDRESS**

---

**Hutt, Charles**

**Electricité de Strasbourg  
Rue du 22 Novembre 1  
67000 Strasbourg  
France**

**Infanger, Kurt**

**Bundesamt für Umweltschutz  
Hallwylstraße 4  
3003 Bern  
Switzerland**

**Jeanneret, René**

**Ecole d'Ingénieurs Bienné  
Rue de la Source 21  
2500 Bienné  
Switzerland**

**Jensen, J.**

**Energy Research Institute  
Odense University  
5230 Odense M  
Denmark**

**Johansson, Arne**

**3K Engineering AB  
Box 1326  
11183 Stockholm  
Sweden**

**Kalberlah, Adolf**

**Volkswagenwerk AG  
Forschung 1  
Postfach  
3180 Wolfsburg 1  
F.R. Germany**

**Kaufmann, Jürg**

**Industrielle Betriebe der Stadt Zürich  
Beatenplatz 1  
Postfach  
8023 Zürich  
Switzerland**

**Kinbom, Gunnar**

**Swedish National Board for Technical Development  
Box 43200  
10072 Stockholm  
Sweden**

**NAME, FIRST NAME****INSTITUTE & ADDRESS**

---

**Klingler, Willy**

**W. Klingler Fahrzeugtechnik**  
**Suhrenmattstraße 34**  
**5035 Unterentfelden**  
**Switzerland**

**Klug, Rolf**

**Nürnberg Hercules-Werke**  
**Nopitschstraße 70**  
**8500 Nürnberg**  
**F.R. Germany**

**Knoflacher, Hermann**

**Technische Universität**  
**Inst. für Straßenbau u. Verk. wesen**  
**Gußhausstraße 30**  
**1040 Vienna**  
**Austria**

**Krausberger, Hermann**

**Institut für technische Elektrochemie**  
**Getreidemarkt 158**  
**1060 Vienna**  
**Austria**

**Kroon, Pieter**

**Netherlands Energy Research Foundation**  
**P.O. Box 1**  
**1755 ZG Petten**  
**The Netherlands**

**Kunz, Ingomar**

**Federation of Austrian Industrialists**  
**Schwarzenbergplatz 4**  
**1031 Vienna**  
**Austria**

**Land-Reeves, Charles**

**City Wheels Ltd.**  
**16 Berkeley Street**  
**London W1X 5AE**  
**United Kingdom**

**Landin, Bengt**

**Saab-Scania**  
**Dept. Amt**  
**61181 Nyköping**  
**Sweden**

**NAME, FIRST NAME****INSTITUTE & ADDRESS**

---

**Lang, Max**

**OEAMTC**  
**Schubertring 1-3**  
**1010 Vienna**  
**Austria**

**Lasar, Karl**

**Newag Niogas AG**  
**Johann-Steinböck-Straße 1**  
**2344 Maria Enzersdorf**  
**Austria**

**Lefevre, Roger**

**Ministère des Communications**  
**Cantersteen 12**  
**1000 Brussels**  
**Belgium**

**Legat, Wilfried**

**Bundesminister für Verkehr Referat A24**  
**Kennedyallee 72**  
**5300 Bonn 2**  
**F.R. Germany**

**Leonardi, E.**

**Commission of the European Communities**  
**Rue de la Loi 200**  
**1049 Brussels**  
**Belgium**

**Linszbauer, Walter**

**Fachverband der Fahrzeugindustrie Österreichs**  
**Wiedner Hauptstraße 63**  
**Postfach 337**  
**1045 Vienna**  
**Austria**

**Mackinlay, Erik**

**Commission of the European Communities - DG XI**  
**Rue de la Loi 200**  
**1049 Brussels**  
**Belgium**

**Maggetto, Gaston**

**Vrije Universiteit Brussel**  
**TW Etec**  
**Pleinlaan 2**  
**1050 Brussels**  
**Belgium**

**NAME, FIRST NAME****INSTITUTE & ADDRESS**

---

**Mainahill, J.P.**

**Administration de l'Energie  
Boulevard de Mettewie 69  
1080 Brussels  
Belgium**

**Mangan, Michael**

**Lucas Chloride Ev Systems  
Evelyne Road  
Birmingham B11 3JR  
United Kingdom**

**Marchlevski, Hans Peter**

**Bundesminister für Verkehr Referat A24  
Kennedyallee 72  
5300 Bonn 2  
F.R. Germany**

**Mazzon, Luciano**

**ATM Milano  
Foro Bonaparte 61  
Milano  
Italy**

**Menga, Pietro**

**Enel-Crel  
Via A. Volta 1  
20093 Cologno M.  
Italy**

**Minder, Rudolf**

**Elektrowatt Ing. Ag.  
Bellerivestraße 36  
P.O. Box  
8022 Zurich  
Switzerland**

**Monard, Hendrik**

**Wetenschapsbeleid  
Wetenschapsstraat 8  
1040 Brussels  
Belgium**

**Naunia, Dietrich**

**Technische Universität Berlin  
Einsteinufer 17  
1000 Berlin 10  
F.R. Germany**

**NAME, FIRST NAME****INSTITUTE & ADDRESS**

---

**Paula, Michael****Bundesministerium für Wissenschaft u. Forschung  
Freyung 1  
1014 Vienna  
Austria****Pauwels, J.P.****Nationale Bank van België  
Berlaimontlaan 5  
1000 Brussels  
Belgium****Payot, Henri****Société Romande d'Electricité  
Rue du Lac 118  
1815 Clarens  
Switzerland****Perrig, Amade****Office du Tourisme Zermatt  
3920 Zermatt  
Switzerland****Peyrière, Claude****PSA ER Peugeot S.A.  
Rue Chemin Vicinal 2  
78140 Velizy-Villacoublay  
France****Ploechl, Gerhardt****Newag Niogas AG  
Johann Steinböck-Straße 1  
2344 Maria Enzersdorf  
Austria****Plust, Heinz G.****Deutsche Automobil GmbH  
Emil-Kessler-Straße  
7300 Esslingen  
F.R. Germany****Poncelet****Ministère des Affaires Economiques  
Square de Meeùs 23  
1040 Brussels  
Belgium**

NAME, FIRST NAME

INSTITUTE & ADDRESS

---

Poncelet, Robert

Université Libre de Bruxelles  
Avenue F.D. Roosevelt 50  
1050 Brussels  
Belgium

Porter, David F.

The Electricity Council  
30 Millbank  
London SW1P 4RD  
United Kingdom

Preuss, Peter

Varta Batterie AG  
Dieckstraße 42  
5800 Hagen 1  
F.R. Germany

Proksch, Franz

Elin-Union  
Penzingerstraße 76  
1140 Vienna  
Austria

Quoistiaux, J.L.

Rue de Davie 5  
1040 Brussels  
Belgium

Reinhardt, Winfried

SNV Studienges. Nahverkehr  
Brüderstraße 53  
5060 Bergisch Gladbach  
F.R. Germany

Richard, Jean-Louis

Hôtel de Ville  
17000 La Rochelle  
France

Ristborg, Hans

Swedish State Power Board  
16287 Vällingby  
Sweden

**NAME, FIRST NAME****INSTITUTE & ADDRESS**

---

**Roma, Marcello**

**Commission of the European Communities  
Rue de la Loi 200  
1049 Brussels  
Belgium**

**Rosier, Jean**

**Accumulateurs Tudor  
Rue de Florival 93  
5981 Florival Archennes  
Belgium**

**Rudd, David**

**Consultant  
14 Colcoke Road  
Banstead - Surrey SM7 2EW  
United Kingdom**

**Rusch, Wieland**

**Hagen Batterie AG  
Coesterweg 45  
4770 Soest  
F.R. Germany**

**Salosaari, Esko**

**Imatran Voima Oy  
Pl 138  
00101 Helsinki  
Finland**

**Schellerer, Ernst**

**Elbak Batteriewerke GmbH  
Puntigamenstraße 127  
8055 Graz  
Austria**

**Schild, Curt**

**Automobil Club der Schweiz  
Wasserwerksgasse 39  
3000 Bern 13  
Switzerland**

**Schluessel, Heinz**

**Accumulatorenfabrikoerlikou  
Binzmuelestraße 86  
8050 Zürich  
Switzerland**

**NAME, FIRST NAME****INSTITUTE & ADDRESS**

---

**Schoofs, René**

**STIB-MRAA**  
**Avenue de la Toison d'Or 15**  
**1060 Brussels**  
**Belgium**

**Soekkha, Hans M.**

**Avere Section Netherlands**  
**Centre for Transportation Engineering**  
**University of Technology**  
**5048 Delft**  
**The Netherlands**

**Somer, G.**

**Commission of the European Communities - DG VII**  
**Rue de la Loi 200**  
**1049 Brussels**  
**Belgium**

**Stellmacher, Rüdiger**

**Rhein-Consult GmbH**  
**Hansaallee 1**  
**4000 Düsseldorf 11**  
**F.R. Germany**

**Stenschke, Reiner**

**Umweltbundesamt**  
**Bismarckplatz 1**  
**1000 Berlin 33**  
**F.R. Germany**

**Tikkanen, Heikki**

**Neste Oy**  
**Keilaniemi**  
**02150 Espoo**  
**Finland**

**Tilley, Roger**

**Beta R&D Ltd.**  
**Goodsmoor Road 50**  
**Sinsin - Derby**  
**United Kingdom**

**NAME, FIRST NAME****INSTITUTE & ADDRESS**

---

**Tomazic, Gerd**

**SEA Studiengesellschaft für Energiespeicher GmbH**  
**Bleckmannsgasse 10**  
**8680 Muerzzuschlag**  
**Austria**

**Tousserieux, François**

**Tregie**  
**Avenue du 18 Juin 1940 9-11**  
**92500 Rueil-Malmaison**  
**France**

**Van Den Broeck, Hugo**

**Eleco N.V.**  
**Boeretang 200**  
**2400 Mol**  
**Belgium**

**Van Eck, J.L.**

**ULB CP 165**  
**Service d'Electronique Industrielle**  
**Avenue F.D. Roosevelt 50**  
**1050 Brussels**  
**Belgium**

**Van Eeckhoudt**

**Ministerie van Openbare Werken**  
**WTC Toren 3**  
**Simon Bolivarlaan 30**  
**1210 Brussels**  
**Belgium**

**Vanhuffel, Christian**

**Fabrimétal**  
**Rue des Drapiers 21**  
**1050 Brussels**  
**Belgium**

**Van Oosten, Jacob**

**Peo Stichting Projekt**  
**Beheerbureau Energieonderzoek**  
**Parkweg 26**  
**3603 AC Maarsen**  
**The Netherlands**

**Verlinden, Yves**

**Ministère des Communications**  
**Cantersteen 12**  
**1000 Brussels**  
**Belgium**

**NAME, FIRST NAME****INSTITUTE & ADDRESS**

---

**Vetsch, Robert**

**Industrielle Betriebe Stadt Aarau**  
**Obere Vorstadt 37**  
**5000 Aarau**  
**Switzerland**

**Voos, Jacques**

**Evelec**  
**Rue de la Pépinière 41**  
**1000 Brussels**  
**Belgium**

**Wantke, Johann**

**Elin-Union**  
**Penzingerstraße 76**  
**1140 Vienna**  
**Austria**

**Wareing, Christopher**

**Department of Trade and Industry**  
**123 Victoria Street**  
**London SW1**  
**United Kingdom**

**Wilk, D.**

**Oberösterreichische Kraftwerke AG**  
**4021 Linz**  
**Austria**

**Wilk, Heinrich**

**Oberösterreichische Kraftwerke AG**  
**Bömerwaldstraße 3**  
**4020 Linz**  
**Austria**

**Wlaka, Diether**

**Arbö**  
**Mariahilfer Straße 180**  
**1150 Vienna**  
**Austria**

**Wotke, Herbert**

**Forschungsförderungsfonds**  
**kärntnerstraße 21-23**  
**1015 Vienna**  
**Austria**

**NAME, FIRST NAME****INSTITUTE & ADDRESS**

---

**Wurm, Joseph**

**Commission of the European Communities - DG XII**  
**Rue de la Loi 200**  
**1049 Brussels**  
**Belgium**

**Zander, Eberhard**

**RWE AG Abt. AT-ES**  
**Kruppstraße 5**  
**4300 Essen**  
**F.R. Germany**

**Zegers, P.**

**Commission of the European Communities - DG XII**  
**Rue de la Loi 200**  
**1049 Brussels**  
**Belgium**



Communautés européennes — Commission

**EUR 11919 — Cost 302 — Les perspectives des véhicules électriques  
en Europe**

F. Fabre, A. Klose

Luxembourg: Office des publications officielles des Communautés européennes

1989 — VII, 173 p., 10 tab. — 16,2 x 22,9 cm

Série: Recherche - Transport

DE, EN, FR

ISBN 92-825-9189-1

N° de catalogue: CD-NA-11919-FR-C

Prix au Luxembourg, TVA exclue: ECU 13,75

Les 15 et 16 octobre 1987 s'est tenu à Bruxelles un séminaire européen sur «les perspectives des véhicules électriques en Europe».

Ce séminaire a eu pour but de susciter les réactions les plus autorisées vis-à-vis des conclusions de l'action de recherche en coopération COST 302 consacrée à l'étude des conditions techniques et économiques de l'utilisation des véhicules routiers électriques en Europe. Organisé par la Commission des Communautés européennes, en liaison avec la coopération européenne dans le domaine de la recherche scientifique et technique (Cost), il s'est distingué des autres manifestations internationales qui traitent des véhicules électriques en ce qu'il n'a pas visé à décrire l'état de l'art, mais à confronter l'opinion de tous les milieux intéressés (industrie, environnement, économie, administration, pouvoirs politiques locaux et nationaux) sur chacun des thèmes étudiés par Cost 302.

Les onze pays qui avaient participé de 1982 à 1986 à cette action (République fédérale d'Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Finlande, France, Irlande, Italie, Royaume-Uni, Suède et Suisse) et la Communauté avaient voulu, compte tenu de l'évolution actuelle de la technique et des conséquences socio-économiques prévisibles de l'utilisation des véhicules électriques, disposer des éléments nécessaires à toutes décisions, au niveau national ou européen, sur la mise en œuvre de ces véhicules.

