AUTOMOBILIA fgn. 41 (v. EFL)

# QUE PEUT-ON ATTENDRE DE LA VOITURE ÉLECTRIQUE LÉGÈRE ?

Il va de soi que le succès réel, quoique lent, qu'a au temps présent, la voiture électrique légère pour passagers, donc du type " touriste ", a pour cause initiale la pénurie d'essence où nous nous trouvons. Deux facteurs importants agissent cependant, en outre, sur ce succès, et en sens inverse l'un de l'autre.

Le premier est favorable, en ce sens qu'il résulte des avantages pratiques que présente indiscutablement le véhicule électrique. On peut faire surtout ressortir les suivants : aisance de conduite sans égale, départ immédiat et sûr, consommation nulle dès l'arrêt si court soit-il, robustesse, silence, dépense au kilomètre parcouru nettement inférieure à celle qu'exige le véhicule à moteur thermique, tarif d'assurance réduit, etc.

Le second facteur, défavorable lui, découle uniquement des caractéristiques générales de l'accumulateur chimique qu'on est contraint d'employer, que celui-ci soit du type à électrolyte acide avec électrodes en plomb, ou bien du type à électrolyte alcalin avec électrodes au cadmiun et nickel.

Nous ne pouvons que répéter ce qui a été dit maintes fois à ce sujet : la batterie d'accumulateurs a le défaut énorme d'être trop lourde et trop encombrante, relativement à la quantité d'énergie qu'elle peut emmagasiner.

Ainsi, en tenant compte du rendement global excellent de l'entraînement par moteur électrique (70 à 80 %) et de celui, désastreux, de l'entraînement par moteur à explosions (20 %), on arrive encore à tirer de l'essence par rapport à la batterie : au kilogramme 112 fois plus l'énergie mécanique utile, et au décimètre cube, ou litre, 27 fois plus.

Il faut ajouter d'autre part : qu'un réservoir d'essence est plus vite empli que n'est chargée une batterie ; que le prix d'achat d'une batterie est élevée, d'où obligation d'une mise de fonds initiale importante.

Et pourtant, malgré ce qui précède, nous assistons avec beaucoup d'intérêt et un peu d'admiration, au développement, pénible certes mais constant, de la petite voiture électrique. Ceux mêmes qui en ont acquis un exemplaire ne regrettent pas leur dépense, autant que nous le sachions, et nous verrons plus loin pourquoi.

La voiture électrique " de ville ", rend bien, de façon régulière et sûre, les services qu'on attendait d'elle. Elle est éminemment intéressante lorsqu'on se limite à des circuits ou des parcours à point extrême défini, de telle façon que le trajet effectué ne dépasse pas 100 km., et enfin lorsque la région d'utilisation est relativement peu accidentée.

Il y a seulement six mois on pensait voir surtout se développer la camionnette électrique ; en fait, quoique cette dernière marque une extension certaine, c'est la voiture de ville qui trouve les plus nombreux amateurs. Dans toutes les branches de l'activité humaine elle apporte une aide précieuse en assurant les déplacements immédiats et, quoi qu'on en dise, rapides, dans une périphérie d'une étendue non négligeable. Elle permet aux commerçants, aux industriels, aux hommes d'affaires, etc. de gagner un temps qui à certaines heures de la journée est précieux.

De nombreux types de voitures et voiturettes électriques ont été mis au point et sont actuellement proposés au public. Ces véhicules permettent de couvrir les 80 ou 100 km. pour lesquels ils sont prévus (entre deux recharges) à une vitesse de 30 à 40 km. à l'heure en plat. La plupart sont à l'occasion capables de gravir une côte de 10 à 12 %, donc une très forte côte.

Les modèles les plus classiques légers, comportant deux places et possédant un emplacement pour loger un faible bagage ou installer un enfant, sont ceux qui, restant d'un prix abordable, semblent se répandre le plus.

Les voitures de ville récentes, réalisées par des constructeurs avertis et ayant depuis longtemps déjà la parfaite connaissance du problème, forment des ensembles élégants et propres, confortables, pratiques, en lesquels on peut avoir confiance.

Les deux pannes qui restent en fait seules à redouter sont : la panne de pneu (une crevaison n'est hélas jamais impossible) ; la panne d'accumulateurs due ordinairement à un manque de surveillance ou un manque d'entretien de la batterie. L'usager d'une voiture électrique doit se souvenir que la batterie, surtout la batterie au plomb, ne supporte aucune négligence, s'il veut compter sur elle.

**La transformation des voitures à essence.**

Rappelons que commercialement on a préconisé, et que d'ailleurs certains exécutent encore, la transformation de voitures légères à essence en voitures électriques.

Dans un précédent article, nous avons signalé que cette opération n'était qu'assez rarement heureuse. Malgré la suppression de tous les organes ou appareils nécessaires pour la marche à l'essence, on conserve cependant un poids mort important, celui du châssis et de la caisse, qu'il faut traîner partout, ce qui réduit à la fois la vitesse et la distance maximum de parcours.

Il est à considérer aussi la dépense qu'entraîne ce travail très spécial de transformation ; elle est loin d'être négligeable. Si l'on espère que plus tard, bien plus tard, on pourra rééquiper pour l'essence la voiture qui a été transformée, il ne faut pas oublier qu'une dépense au moins égale (prix de la batterie non compris) sera nécessaire. Finalement l'économie que l'on compte réaliser en modifiant la voiture à essence qui reste inutilisée au garage est le plus souvent illusoire. Il est évident que cette opinion n'a pas la prétention d'être absolue ; elle peut être radicalement changée suivant les moyens, les facilités dont on dispose pour faire opérer la transformation, et selon l'usage que l'on compte faire de la voiture.

**L'économie de la voiture électrique.**

Mais une voiture électrique neuve, est-elle réellement économique ? A cette question on peut répondre affirmativement. Cela est dû au fait qu'on peut tirer très aisément l'énergie mécanique nécessaire de l'électricité, grâce à l'excellent rendement du moteur électrique. Avec l'essence il faut d'abord vaporiser celle-ci, puis la brûler et tirer de l'énergie calorique produite l'énergie mécanique désirée, mais on en peut tirer qu'assez peu et on doit évacuer finalement une grande quantité de chaleur inutilisable. Ainsi la dépense d'énergie est faible avec l'électricité, forte avec l'essence.

D'autres points sont aussi à considérer.

La batterie s'use peu à peu, comme on le sait. Une batterie actuelle qu'on fait travailler normalement fournit en moyenne 375 cycles de charge et décharge. Il faut ensuite la remplacer et l'on doit introduire son amortissement dans les dépenses journalières.

Mécaniquement la voiture électrique comporte peu d'organes fragiles ou sujets à usure ; elle aura une vie sensiblement double de celle d'une voiture à essence ; les travaux mécaniques d'entretien, de réparation, de changement de pièces, seront rares. L'amortissement de la voiture en elle-même sera en fin de compte nettement inférieur à celui d'une voiture à essence.

On peut dresser comme il suit le tableau des dépenses comparées pour un véhicule à essence et un véhicule électrique de même contenance (deux passagers) et pour un parcours de 100 km.

Avec les chiffres admis (qui ne sont pas favorables au véhicule électrique puisqu'on a limité son parcours utile à 80 km. et qu'on a supposé un prix d'achat 50 % supérieur à celui du véhicule à essence) l'économie réalisée avec l'électricité est de 22 %. Elle sera en réalité variable pour les divers modèles mis sur le marché. Certains constructeurs font ressortir un bénéfice d'usage de l'ordre de 35 %. Il est d'ailleurs à considérer que l'avantage croît, pour le véhicule électrique, lorsque la puissance considérée augmente puisque c'est sur le prix de l'énergie mise en jeu que le gain est, comme le montre le tableau précédent, le plus sensible.

## LES RÉALISATIONS MODERNES

**Châssis et dispositions générales.**

Le châssis des voitures électriques est toujours étudié pour qu'il soit aussi léger que possible. Il est constitué par des assemblages soit de poutres profilées, soit de tubes métalliques, et l'étude est faite pour donner à l'ensemble le maximum de rigidité. Sur quelques modèles de grandes séries, c'est la caisse elle-même, en tôles embouties et soudées électriquement, qui constitue un tout indéformable, procédé utilisé, comme on le sait, dans la fabrication des voitures à essence.

Les roues, légères elles aussi et souvent en alliage de magnésium coulé, sont reliées au châssis à la façon ordinaire par des ressorts à lames type cantilever ou semi-cantilever. Divers constructeurs admettent, à l'avant comme à l'arrière un ressort unique transversal, toujours pour alléger l'ensemble.

Afin de réduire la démultiplication, il y a préférence très nette pour les roues de petit diamètre, c'est-à-dire comprises entre 44 et 60 cm. Cela est très acceptable étant donnée la faible vitesse du véhicule. Pour cette dernière raison les pneumatiques n'ont pas à résister à des efforts latéraux importants ; on les choisit en conséquence légers, relativement peu larges, donc relativement peu chers.

La batterie constitue le poids mort important auquel il faut donner un équilibre convenable. Dans les voitures de petit modèle, cette batterie est entièrement disposée à l'avant, et la banquette des passagers est alors amenée autant qu'il est possible vers l'arrière. Dans les modèles plus importants, à batterie plus puissante, on sépare presque toujours celle-ci en deux moitiés, l'une placée à l'avant, l'autre à l'arrière. Les occupants ont à leur disposition un compartiment central, séparé des deux demi-batteries, conformément au cahier des charges légal, par deux cloisons étanches.

**Le moteur**

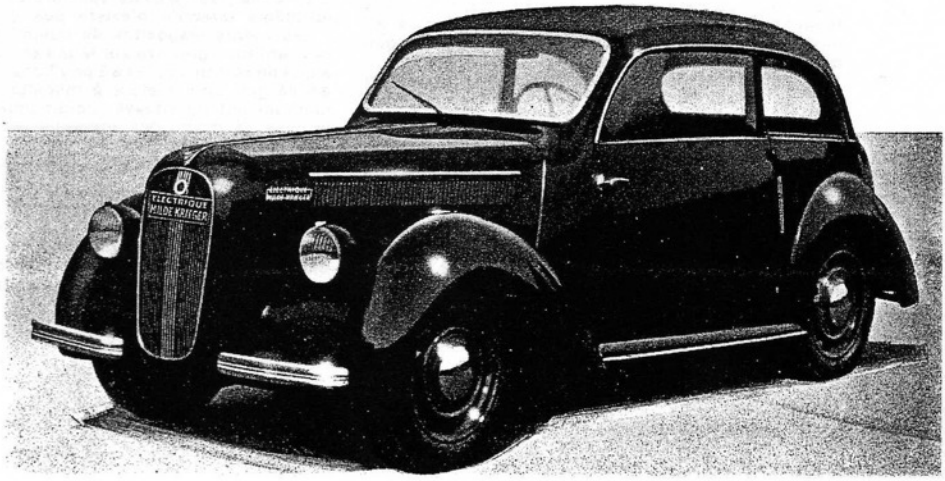
Sur les voitures de ville le moteur est unique et d'une puissance variant selon les marques et les types de 2 à 3 ou même 3,5 CV. C'est toujours un moteur **série** car c'est lui qui donna lors du démarrage le couple le plus élevé.

Cependant dans les fortes puissances on dispose parfois un enroulement **shunt** auxiliaire (le moteur est donc alors **compound**) grâce auquel une stabilisation de la voiture est obtenue aux régimes élevés et qui permet dans une certaine mesure la récupération d'énergie dans les descentes.

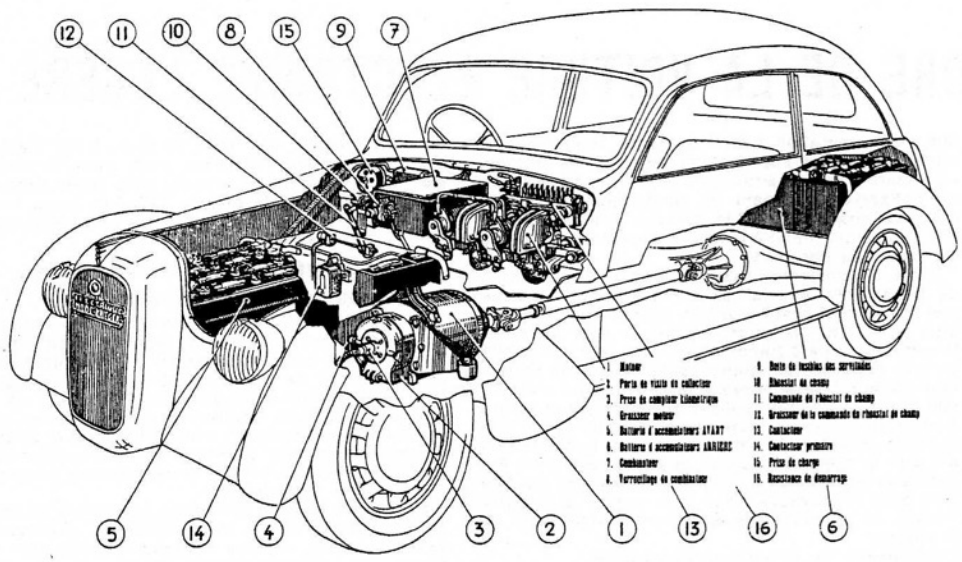
Il est souhaitable, on le conçoit, que le moteur soit suspendu, ou tout au moins à demi suspendu,

DÉPENSES COMPARÉES POUR UN PARCOURS DE 100 KM.

| | Véhicule à essence | fr. | Véhicule électrique | fr. |
|---|---|---|---|---|
| Energie | 10 lit. essence à 5 fr. | 50 | 16 kw/h. à 0,45 fr. | 7 20 |
| Lubrifiant | 0,4 lit. à 10 fr. | 4 | 0,04 lit. à 10 fr. | 0 40 |
| Entretien | Mot., allumage, embrayage, etc. | 15 | Balais, connexions, électrolyte | 3 |
| Pneumatiques | | 8 | | 4 |
| Amortissement batterie | | | 15.000×100 | 50 |
| Amortissement véhicule | 30.000×100 / 150.000 | 20 | 375×80 / 45.000×100 / 300.000 | 15 |
| Dépense totale | | 97 | | 79 60 |




La voiture électrique Mildé Krieger




L'installation mécanique de l'électrique Mildé-Krieger.

car son poids est notable. Sa liaison avec le pont arrière, variera en conséquence, selon la disposition de montage adoptée par le constructeur.

L'emploi d'une boîte de changement de vitesse mécanique, dispendieuse et sans intérêt réel dans le cas présent, est rare. On rencontre donc surtout des montages où le moteur fixé au châssis, donc entièrement suspendu, attaque, soit par une chaîne, soit par un arbre à cardans, le pont arrière muni ou non de différentiel ; ou bien encore des dispositions où, placé dans un berceau articulé fixé au châssis, le moteur, ainsi à demi suspendu, attaque le pont arrière par l'intermédiaire d'un arbre coulissant. Selon ce dernier montage des réalisations très intéressantes ont été présentées sur les voitures dernièrement sorties.

Il importe que le moteur soit facilement accessible car son collecteur, ses balais, sont à surveiller ; et la surveillance sera d'autant plus certaine qu'elle demandera moins d'effort. On peut critiquer en cela quelques modèles de voitures où il n'a pas été suffisamment tenu compte de cette considération accessoire et pourtant de grand intérêt.

**Les régimes de marche**

Le moteur électrique se prête particulièrement bien aux variations de vitesse ou aux variations de la puissance fournie, sans que pour cela son rendement soit grandement affecté. C'est là un très gros avantage qu'on a pu mettre en valeur de façon simple dans les voitures légères.

Il était inutile et il aurait été trop onéreux, dans un tel cas, de prévoir un contacteur permettant une variation progressive de régime. On s'est contenté de disposer les organes de commande pour obtenir soit deux, soit quatre régimes déterminés de marche, au plus. Il est même certains véhicules simplifiés où il n'existe qu'un seul régime de marche continue, car le régime de démarrage, qui est indispensable est alors réalisé seulement pendant un court instant par la manœuvre de la pédale de marche.

Dans ce dernier cas, la pédale, dans la première partie de sa course, met ordinairement en parallèle les deux moitiés de la batterie. Le moteur est donc alimenté à la moitié de la tension totale disponible ; c'est le démarrage. En fin de course les deux demi-batteries sont connectées en série et la tension maximum est appliquée au moteur.

Ce procédé est également utilisé sur les voitures à deux vitesses, mais la mise en parallèle, puis en série des deux demi-batteries, n'est plus commandée par la pédale, mais par un contacteur ou combinateur manuel, monté sur le tablier et dont la manœuvre donne la vitesse choisie.

On peut d'autre part obtenir également deux régimes de marche en mettant en série, puis en parallèle, les deux moitiés des inducteurs série que contient le moteur.

En combinant les deux procédés (inducteurs en série sous tension moitié, puis tension totale ; inducteurs en parallèle sous tension moitié, puis tension totale) on obtient finalement sans complication, quatre vitesses. C'est à cette dernière solution que se sont ralliés la plupart des constructeurs de voitures récemment mises sur le marché.

Un combinateur est alors prévu sur le tablier ; il établit, directement sur certains modèles, mais le plus souvent à l'aide de relais auxiliaires, les connexions qui déterminent tel ou tel régime de marche. Un dispositif électro-mécanique de verrouillage est ordinairement prévu pour qu'une fois la voiture à l'arrêt, on ne puisse repartir en actionnant la pédale de commande qu'après avoir ramené le combinateur à la position de première vitesse.

Le renversement de sens de marche d'un moteur électrique n'offre de son côté aucune difficulté : il suffit d'inverser le courant soit dans l'induit, soit dans les inducteurs. Le combinateur du tableau de bord a donc une position supplémentaire spéciale donnant cette inversion et qui permet la marche arrière. Celle-ci correspond à un régime de première vitesse. Par prudence cette position de marche arrière, qui se trouve de l'autre côté de la position zéro, ne peut être atteinte le plus souvent que par une manœuvre spéciale.

**Les commandes**

Elles sont peu nombreuses.

La pédale de contact, ou pédale de marche, doit être maintenue appuyée à fond pour assurer la marche du véhicule. Lorsqu'on la relève le courant est coupé et la voiture continue sa course librement, sur son élan. Ceci est un avantage qu'on a d'ailleurs cherché à obtenir sur voitures à essence en montant spécialement une "roue libre" dans la boîte de vitesse. Mais la sécurité est un peu diminuée puisqu'en descente les freins restent seuls capables de ralentir ou d'arrêter la voiture électrique. C'est un peu pour cela qu'ont été présentés des montages à récupération. Le moteur est alors muni d'un circuit d'excitation shunt et, entraîné par les roues, il s'amorce en dynamo et débite dans la batterie. Le freinage obtenu est assez faible ; il évite cependant l'emballement du véhicule ; de plus la batterie est alors légèrement rechargée. Les recharges légères, successives, réalisées ainsi n'augmentent guère de plus de 2 à 3 % la longueur du parcours possible ; le gain est donc peu important. On ne pourrait compter sur une recharge appréciable qu'avec une très longue descente ; or celle-ci ne peut-être trouvée que dans un pays accidenté, pour lequel la voiture de ville n'est pas, on le sait, recommandée.

Sur quelques voitures la récupération est automatique, ce qui paraît préférable. Sur d'autres, elle est déterminée à volonté par un contact spécial ou par une position particulière du combinateur.

La seconde commande au pied est celle du frein de route, lequel n'agit dans presque tous les modèles que sur les deux roues arrière, ce qui est suffisant étant données la faible masse et la faible vitesse du véhicule.

Le frein au pied est doublé par un frein à main pour le freinage à l'arrêt. Ce dernier agit soit sur l'arbre de commande du pont arrière, soit sur le différentiel, soit parfois sur l'arbre des roues arrière lui-même lorsqu'il n'existe pas de différentiel.

Les autres dispositifs de commande sont le plus souvent tous groupés sur le tableau de bord : contact à clef de verrouillage et à 3 positions (charge-coupure-décharge), combinateur à manette ou à levier pour changement de vitesse, commutateurs divers pour la mise en action des appareils accessoires d'éclairage ou de signalisation, etc.

**La mesure de l'énergie consommée**

Ainsi que sur une voiture à essence, il importe de savoir à chaque instant, combien le réservoir, qui est ici la batterie, contient d'énergie disponible.

Une solution simple consiste à monter sur le tablier un ampèremètre et un compteur-kilométrique. L'ampèremètre permettra de s'assurer que l'intensité consommée est normale, et que batterie et moteur ne fatiguent pas trop. Le compteur, qu'il faudra prendre soin de remettre à zéro à chaque sortie, montrera si l'on est près ou loin d'avoir accompli le parcours limite que la batterie est capable de fournir.

Il est certainement très intéressant de placer un compteur d'électricité qui directement donne à chaque instant l'état de charge de la batterie, c'est-à-dire le nombre de watt-heures que celle-ci contient encore. Mais c'est un appareil d'un prix un peu élevé qu'on hésite parfois à utiliser par raison d'économie, sur une voiture légère.

Les compteurs pour voitures sont pourvus de deux shunts. L'un, petit, traversé par le courant de charge est réglable, par l'usager même, afin de tenir compte du **rendement** de la batterie, selon qu'elle est neuve ou en bon état normal, ou usagée. Le second shunt sert pour la mesure de la quantité d'électricité réellement délivrée par la batterie au moteur de la voiture. Les deux shunts sont, soit solidaires du compteur, soit séparés, selon les conditions d'installation. Il est prévu au surplus dans l'appareil un dispositif à contact, réglable, par lequel on alimente, lorsque la batterie est complètement chargée, un relais qui a pour fonction de couper le courant de charge. La charge devient ainsi automatique et peut être effectuée aisément sans aucune surveillance, durant la nuit, à tarif réduit.

**Les batteries**

Ce seront toujours, pour les voitures de ville où l'on cherche à emmagasiner le maximum d'énergie sous le plus petit volume, des batteries de traction, au plomb, choisies parmi les modèles robustes et poussés que l'on sait actuellement construire.

Une batterie correcte, bien construite, bien adaptée, bien montée et, n'oublions pas, bien soignée, est capable d'assurer sans défaillance 370 à 380 cycles de charge et décharge. Si la voiture est utilisée tous les jours, pour le trajet maximum, la batterie dure donc un peu plus d'une année.

Les constructeurs déterminent la capacité des batteries pour qu'une décharge totale permette un parcours de 80 à 100 km. en terrain plat. Ces distances sont diminuées de façon plus ou moins notable lorsque les rampes à gravir sont nombreuses, ou lorsque les démarrages sont fréquents, ou encore lorsque la batterie arrive vers la fin de sa vie. On doit changer une batterie dès que le trajet possible initialement est diminué de 30 à 35 %.

Pour allonger la longueur du parcours journalier on a souvent recours à une recharge partielle au cours de la journée, durant l'arrêt du repas de midi par exemple ; c'est le " biberonnage ". Pour le rendre toujours possible, où que la voiture se trouve, il est très intéressant de monter sur le véhicule même un chargeur, spécialement conditionné pour cet usage. C'est là en outre une assurance contre la " panne sèche ".

En ce qui concerne la tension de l'équipement, les opinions et le choix des constructeurs divergent encore plus pour l'équipement des voitures de ville que pour celui des autres véhicules électriques. On utilise ainsi sur les voitures légères, selon les marques, les tensions de : 24, 36, 48, 72, 96 volts.

Deux tensions semblent pourtant actuellement avoir le plus de partisans ; ce sont celles de : 36 volts avec démarrage ou première vitesse sous 18 volts pour les voitures très légères, et de 96 volts avec démarrage ou première vitesse sous 48 volts pour les voitures plus importantes.

Il est sûr que l'augmentation de la tension augmente le prix de la batterie, mais par contre la pénurie actuelle de conducteurs en cuivre, ou même en aluminium, pousse vers les tensions élevées qui conduisent à une intensité réduite et permettent ainsi d'utiliser des conducteurs de section plus faible.

**Les accessoires électriques**

Ce seront ceux exactement utilisés jusqu'à présent sur les voitures à essence ; mais ils devront être d'excellente qualité et sérieusement construits car l'isolement de leurs parties sous tension par rapport à la masse, doit satisfaire aux exigences du Cahier des charges établi, suivant données officielles, par le Syndicat de l'Electricité et appliqué aux véhicules électriques.

Les appareils choisis sont parfois à 12 volts, mais beaucoup plus couramment à 24 volts. Leur alimentation s'effectue par une prise spéciale prévue sur la batterie de traction.

Malgré les difficultés de l'heure, la voiture électrique de ville voit, comme nous l'avons dit, croître peu à peu son succès. Elle coûte cher, cela est bien certain, mais nous avons indiqué pourquoi elle est finalement économique.

Il est probable qu'elle ne disparaîtra jamais car elle se perfectionne de jour en jour, et les usagers comprennent de mieux en mieux que sa faible vitesse n'a réellement en ville qu'une importance minime.

A. M. TOUVY.