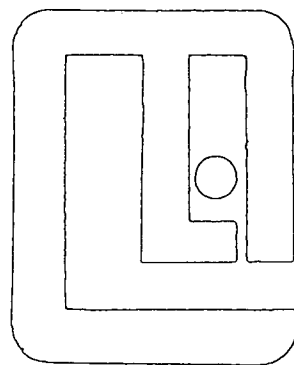


VEHICULE

URBAIN



S.A.E.I
mission de
la recherche

1970

2

MINISTERE DE L'EQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
10-69

MINISTERE DES TRANSPORTS

resume

Document établi par

Jacques CHOBAUX

d'après une étude dirigée par

Gilles LEGAT

et réalisée par le S.A.E.I.
en collaboration avec les Sociétés

B.C.E.O.M.)

E.S.O.P.

G.E.S.P.A.

R.N.U.R.

En mars 1969, a été publiée une étude qui répondait à la question suivante :

Peut-on concevoir dans un délai de quinze ans un véhicule urbain ?

A partir des résultats obtenus, nous tenterons de donner des éléments de réponse aux questions suivantes :

Quelles sont les actions de recherche les plus importantes à entreprendre ?

Quelles sont les mesures pratiques et réglementaires qui aideront à promouvoir ce nouveau mode de transport ?

Quelles sont les conséquences à long terme de ce véhicule sur l'urbanisation et le système de transport ?

L'étude, qui a été lancée et menée pour répondre à la première question : est-il possible de concevoir un véhicule spécifiquement urbain dans 15 ans, est composée de quatre parties principales :

Une analyse technologique,

Une analyse des avantages collectifs du véhicule urbain,

Une analyse de la substitution.

Enfin un programme économique fait la synthèse de ces analyses et permet d'évaluer l'efficacité collective du véhicule urbain.

La démarche que nous avons suivie est résumée dans le tableau I - Les résultats que nous donnons ici ne concernent que les deux types de véhicule urbain qui paraissent les plus intéressants.

Les caractéristiques générales du véhicule urbain seraient les suivantes : deux places, poids à vide de 350 kg, rayon de 3,5 m, accélération de 0,25 à 0,39 g, vitesse maximale entre 60 et 80 km/h, coffre bagages de 150 dm³. La figure graphique présentée en fin de document donne les principales dimensions de ce véhicule. Un véhicule à quatre roues a été retenu, ceci en raison des problèmes de stabilité latérale. Enfin, un véhicule à propulsion arrière a été retenu en raison de la condition de stabilité longitudinale.

Le système de propulsion retenu pour ce véhicule serait électrique et comprendrait les éléments suivants :

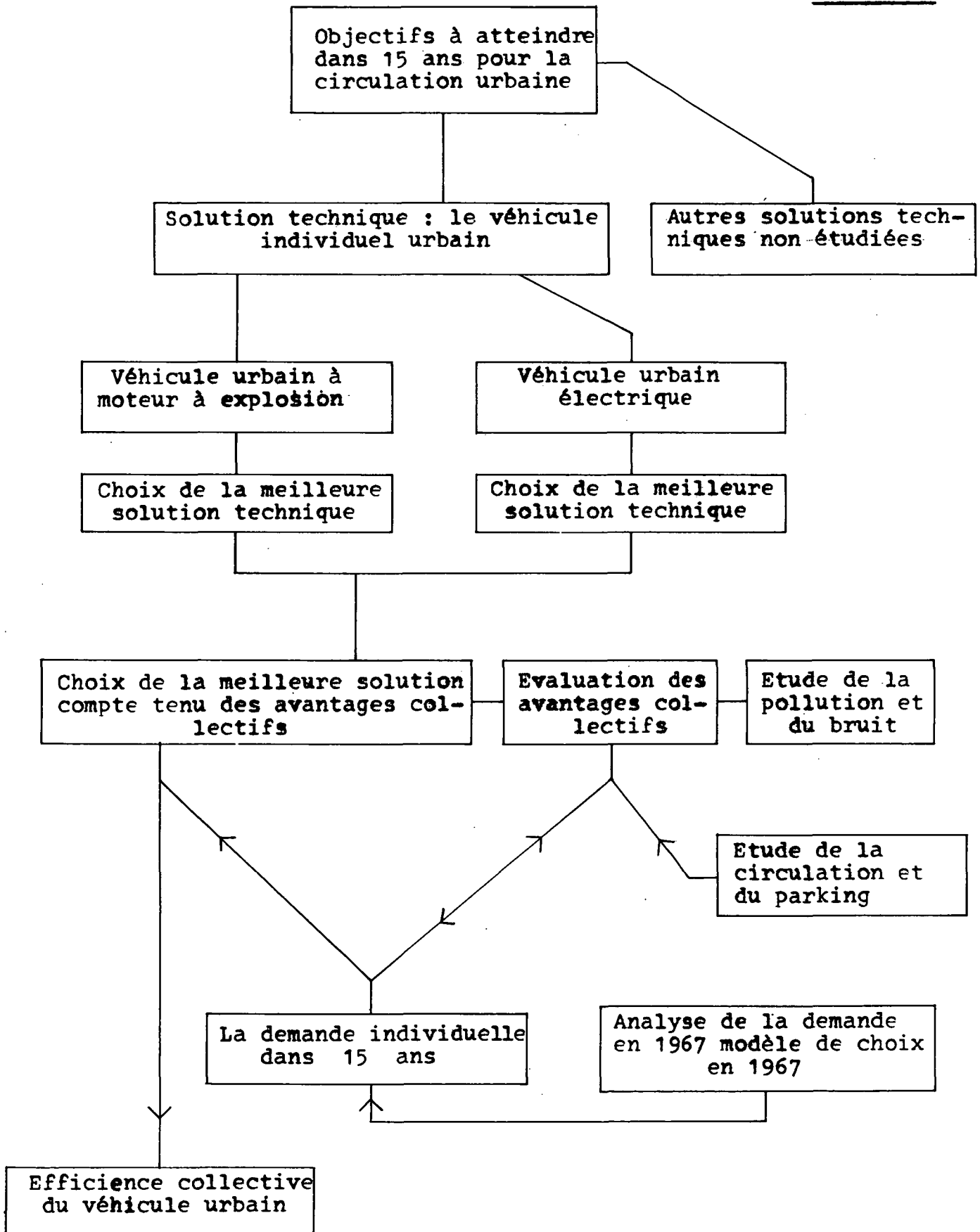
Le groupe motopropulseur, serait composé de deux moteurs électriques à courant continu, montés en série et ayant une vitesse de rotation maximale de 10 000 tours/minute ;

Le système de contrôle serait composé d'un type de commande en puissance, d'un transformateur pour le système de commande, d'un circuit électronique à thyristors pour le circuit de freinage et d'un inverseur électromagnétique pour l'inversion de marche ;

La transmission moteur-roues serait assurée par deux réducteurs ;

Enfin la source d'énergie comprendrait : soit une pile à moyenne température et à basse pression hydrocarbure/air d'une puissance nominale de 3 kw et d'accumulateurs classiques au plomb, soit une pile hydrocarbure/air à basse pression de puissance nominale de 12 kw.

TABLEAU I



Le prix de tels véhicules serait situé entre 5 600 F et 7 400 F pour le véhicule à pile 12 kw et entre 5 000 et 6 400 pour le véhicule à pile 3 kw et accumulateurs (le prix de la carrosserie est le même pour les deux véhicules : 4 000 F).

L'étude des avantages collectifs avait pour but de chiffrer la différence des coûts sociaux entre le véhicule classique et le petit véhicule urbain. Quatre facteurs ont été pris en compte : le bruit, la pollution atmosphérique, les avantages de circulation et les avantages de parking. Dans la mesure où les valeurs attribuées aux coûts des nuisances peuvent être un élément décisif dans le choix de telle ou telle option, il convenait de les estimer au mieux.

Les pénalisations représentent la différence des coûts sociaux entre le véhicule classique et le véhicule urbain ; elles sont estimées à une valeur égale au moins au coût de mise en oeuvre des procédés actuellement employés ou sur le point de l'être pour combattre ou pallier les inconvénients précédents.

Par ailleurs, l'introduction de véhicules urbains conduit à libérer des places de stationnement et à augmenter la capacité des rues. Aussi, des avantages économiques doivent être attribués au véhicule urbain. Ces avantages ont été mesurés par les coûts marginaux pour constituer de nouvelles places de stationnement en améliorant la capacité des rues.

Les calculs effectués, bien qu'ils n'aient qu'une valeur indicative, montrent toutefois que l'ordre de grandeur de la pénalisation relative à faire supporter au véhicule classique par km urbain parcouru, est de l'ordre de la dizaine de centimes. Ce résultat est déjà important car il

révèle une différence de coût social des deux types de véhicules qui est loin d'être négligeable et peut jouer un rôle décisif dans l'estimation que pourrait représenter pour la collectivité, le développement du véhicule urbain.

Les coûts relatifs aux différents véhicules sont pris égaux à la somme d'un coût fixe et d'un coût proportionnel aux kilométrages urbains et non urbains parcourus par le véhicule. Ces coûts sont calculés en valeur collective. Les pénalisations interviennent dans le cas des coûts kilométriques urbains. Les résultats sont donnés dans le tableau II. Dans ce tableau nous avons conservé les différents véhicules pris en considération, en particulier le véhicule urbain à essence et le véhicule électrique avec une pile de 36 kw, véhicules qui ont été successivement éliminés.

L'analyse de la substitution a permis, d'une part, de connaître les kilométrages moyens annuels urbains, et non urbains réalisés par des véhicules d'une classe déterminée du parc actuel ; d'autre part, elle a permis de séparer ces kilométrages en kilométrages réalisables ou non par un véhicule urbain.

Le modèle économique qui fait la synthèse des études précédentes vise seulement à minimiser le coût collectif pour satisfaire à la demande de kilométrage urbain et non urbain (optimisation à demande constante). Ainsi, pour tout véhicule appartenant à une famille, on a admis que la collectivité avait intérêt à promouvoir l'achat d'un véhicule urbain si l'une des trois options suivantes était préférable au statu quo (option III) :

- option I : remplacement du véhicule classique par un véhicule urbain (électrique ou non)
- option II : achat d'un véhicule urbain en plus du véhicule classique,

TABLEAU II

		Coût fixe	Coût kilométrique non urbain	Coût kilométrique urbain
Véhicule classique		$a = 640$	$b = 0,142$	$b' = 0,351 + \frac{50}{U} + 0,018$
Véhicule loué			$f = 0,375$	
Taxi				$f' = 0,719 + 0,016$
Véhicule urbain à essence		$C_I = 420$	$d_I = 0,127$	$d_I' = 0,275 + \frac{50}{U} + 0,015$
Véhicule urbain électrique				
Solution I 12 kw		$C_I = 492$	$d_I = 0,127 \pm 0,024$	$d_I' = 0,198 + 0,029$
Solution II 36 kw		$C_{II} = 492$	$d_{II} = 0,232 \pm 0,073$	$d_{II}' = 0,304 \pm 0,078$
Solution III 3 kw		$C_{III} = 643$	$d_{III} = 0,087 + 0,006$	$d_{III}' = 0,161 \pm 0,011$
Véhicule loué	Véhicule électrique	Véhicule urbain à essence		$g' = 0,485 \pm 0,015$
		Sol I		$g'_I = 0,378 \pm 0,033$
		Sol II		$g'_{II} = 0,507 \pm 0,082$
		Sol III		$g'_{III} = 0,354 \pm 0,022$
U = nombre de kilomètres/année parcourus				

- option III : conservation du véhicule classique sans achat du véhicule urbain,
- option IV : location d'un véhicule urbain pour les parcours urbains et conservation du véhicule classique pour les autres parcours.

On a donc été conduit à déterminer les coûts économiques correspondants à ces quatre options. Pour simplifier les calculs, on a admis que les fonctions de coûts collectifs annuels sont des fonctions linéaires des kilométrages annuels urbains et non urbains parcourus. Le modèle est donné dans le tableau III.

De plus, le modèle permet de calculer ces quatre fonctions pour trois hypothèses correspondant aux fourchettes de prix des coefficients déterminés par l'analyse technologique : une hypothèse favorable au véhicule urbain, une hypothèse défavorable, et une hypothèse moyenne.

Les résultats obtenus montrent que deux types de véhicules sont intéressants : le véhicule 12 kw quand le véhicule classique est supprimé (pas de contrainte de distance) et le véhicule 3 kw (autonomie de 27 km), dans les autres cas (conservation du véhicule classique pour les longs parcours ou location de véhicule).

On rappellera que le véhicule urbain à essence est éliminé d'une part, en raison de son prix et d'autre part, à cause des pénalisations dues au bruit et à la pollution. De même, le véhicule électrique à pile de 36 kw est éliminé à cause de son prix.

En outre, les résultats font apparaître l'intérêt très net de favoriser la construction de véhicules urbains. Si l'on se place dans le cas de l'hypothèse moyenne l'intérêt collectif exigerait que 5 % du parc actuel d'automobiles soit remplacé par des véhicules urbains à pile 12 kw et

TABLEAU III

$$C_1 = a + c + b (NU - NU^*) + b' (U - U^*) + dNU^* + d' U^*$$

$$C_2 = a + b NU + b' U$$

$$C_3 = c + f (NU - NU^*) + f' (U - U^*) + dNU^* + d' U^*$$

$$C_4 = a + b NU + b' (U - U^*) = g' U^*$$

où : a et c

représentent les coûts fixes annuels des véhicules classiques et urbains

b et b' les coûts kilométriques relatifs au véhicule classique

d et d' " " " urbain

f le coût kilométrique d'un véhicule classique loué

f' " " " taxi

g' " " d'un véhicule urbain loué pour le parcours urbain

U le kilométrage annuel urbain total d'un véhicule

U* " " substituable (susceptible d'être effectué par un véhicule urbain)

NU le kilométrage annuel non urbain total

NU* " " " " substituable.

qu'un nombre égal à 34 % du parc actuel de véhicules classiques soit constitué par des véhicules urbains à pile de 3 kw. Ces 34 % s'ajouteraient au parc de voitures classiques ; on aurait donc un pourcentage de véhicules urbains égal à 39%(*). Dans ce cas le gain mesuré en valeurs collectives serait de l'ordre de un milliard de francs par an pour l'ensemble de la France. Il est intéressant également de noter que dans l'hypothèse défavorable au véhicule urbain, le parc de véhicules urbains serait encore de 25 % du parc actuel. Dans ce cas, le gain annuel serait de 500 millions de francs. Enfin il existe un intérêt très net pour la location de véhicules urbains.

Toutefois, ces résultats, il faut le souligner, ont été calculés à partir d'une demande actuelle et d'une évaluation prospective à 10 ou 15 ans de certains coûts de construction du véhicule urbain, particulièrement en ce qui concerne ceux de la pile à combustible. Comme la congestion ne peut que s'accroître dans les centres urbains, les résultats que nous avons obtenus doivent être interprétés comme une valeur plancher pour le parc de véhicules urbains à constituer à l'horizon donné.

A ce point de l'étude, nous avons jugé intéressant d'avoir une première idée sur l'accueil que le public pourrait donner au véhicule urbain. Parmi les principales conclusions de cette enquête rapide, on peut relever que le véhicule urbain doit être seul en ville et que la voiture classique doit être destinée à la route ; cependant il est nécessaire que des mesures d'autorité soient introduites par paliers successifs.

(*) Ce pourcentage de 39 % peut paraître excessif. Néanmoins, il est comparable à celui donné par le Bureau of Power dans une étude publiée en 1967 sur le développement des véhicules à propulsion électrique. Avec une approche tout à fait différente, le pourcentage obtenu est de 30 %.

D'autre part, le véhicule urbain type serait un véhicule style "auto-tamponneuse", fonctionnant à l'électricité, ayant une carrosserie en plastique, et protégée latéralement par des pare-chocs en caoutchouc. Un tel véhicule aurait une longueur d'environ deux mètres, deux places assises à l'avant et une place polyvalente à l'arrière (une grande personne, un enfant ou des colis), aurait une vitesse limitée à 60/80 km/h, et ne devrait pas coûter plus de 3 000 F. On peut encore envisager des services de location du type carte bleue, qui confèreraient à leurs adhérents la clé de contact permettant l'accès aux véhicules de la marque.

Bien entendu, ces résultats sont des indications globales certainement justes dans les grandes lignes, mais il serait nécessaire de réaliser des études plus extensives afin de savoir avec la plus grande précision jusqu'où on peut aller pour imposer le véhicule urbain aux citoyens.

o
o o

Après avoir présenté brièvement les résultats de notre étude, résultats qui permettent de conclure à la faisabilité technique du véhicule urbain et dans une mesure moindre à son acceptation par les citoyens, nous aborderons maintenant un certain nombre de problèmes qui vont au-delà de notre étude et qui, par conséquent, nécessiteraient, soit des réflexions approfondies, soit même d'autres études.

LES ACTIONS DE RECHERCHE A ENTREPRENDRE

Si le véhicule urbain est techniquement possible, sa réalisation nécessite néanmoins qu'un certain nombre de recherches soient menées. Il faut d'abord noter qu'un véhicule urbain à essence pourrait être étudié dès à présent : le délai de réalisation serait de l'ordre de cinq ans. Si ce type de véhicule a été éliminé à cause des nuisances (bruit pollution) qu'il produit, il n'en reste pas moins que dans le cadre d'une politique des transports qui favoriserait le développement du véhicule urbain, il pourrait, dès 1975, concrétiser cette politique.

Par contre, en ce qui concerne le véhicule électrique un certain nombre de problèmes restent en suspens, et, les recherches qui seraient à entreprendre pour le réaliser dépendent essentiellement de la politique qui sera choisie en matière de transports urbains. En effet, suivant que le véhicule urbain sera ou non seul en ville, les recherches à mener diffèrent assez considérablement, sauf en ce qui concerne

le moteur. En effet, le moteur électrique tournant à 10 000 tours/minute, ne pose pas de problème.

En ce qui concerne les piles, il existe actuellement des controverses sur l'utilisation des hydrocarbures en combustion directe. Des problèmes de corrosion se posent également et de plus ces piles ont une puissance massique faible. Les recherches sur les piles dépendent principalement du choix qui sera fait : si le véhicule urbain est seul en ville, le choix de la pile de 12 kw est justifié, car avec cette pile les contraintes de distance ne jouent pas ; de même, si le véhicule urbain est "banalisé" le choix de cette pile se justifie. Si, au contraire, le véhicule urbain n'est pas seul en ville, il apparaîtra comme un véhicule d'appoint et le choix de la pile de 3 kw avec accus tampons se justifie (l'autonomie du véhicule est de 27 km.).

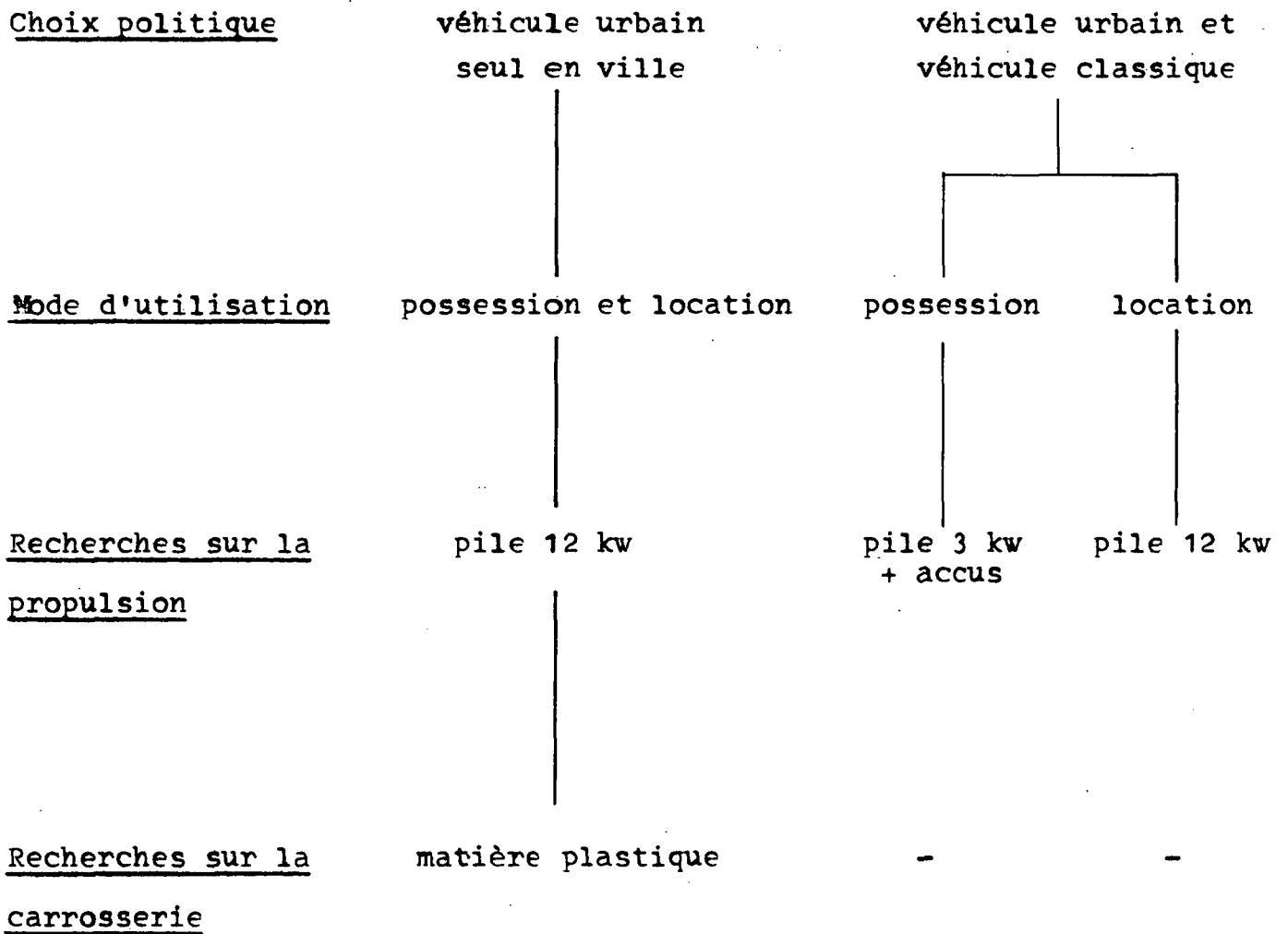
Pour la carrosserie, des problèmes se posent également. Si le véhicule urbain n'est pas seul en ville, c'est la carrosserie classique en tôle qui paraît la mieux adaptée. En effet, l'utilisation du plastique poserait des problèmes délicats de sécurité : il serait nécessaire de prévoir une importante protection latérale, ce qui augmenterait d'autant le coût, sachant par ailleurs qu'il n'existe aucune recherche sur la protection latérale des véhicules. Par contre, si le véhicule urbain est seul en ville, la carrosserie en plastique serait envisageable, mais ceci nécessiterait d'importantes recherches.

On trouvera dans le tableau IV les différents axes de recherche suivant les options prises.

Si des recherches techniques sont indispensables, des recherches économiques et psycho-sociologiques le sont également. Par exemple, il serait intéressant d'avoir une bonne estimation des avantages du véhicule urbain du point de vue de la fluidité de la circulation et de la sécurité :

TABLEAU IV

SCHEMA DES AXES DE RECHERCHE



il n'est pas impossible qu'une circulation homogène ait pour conséquence de diminuer les accidents de façon notable. De même des sondages extensifs devraient être entrepris afin d'adapter les mesures réglementaires aux désirs et aux besoins des citoyens.

LES MESURES PRATIQUES ET LA REGLEMENTATION

Le véhicule urbain présente donc un intérêt certain du point de vue économique. Néanmoins, il pose des problèmes importants de réglementation et d'organisation. Il est en effet à peu près certain que, si aucune mesure réglementaire n'est prise pour promouvoir ce mode de transport, il a des chances beaucoup moins grandes de s'imposer. Les résultats de l'enquête psychologique indiquent, et ce point devrait être testé sur un échantillon de population beaucoup plus important, que le public n'est pas prêt à prendre de lui-même, la décision d'utiliser le véhicule urbain, mais qu'il est prêt à accepter des mesures d'autorité instituées par paliers progressifs. L'utilisation du seul véhicule urbain semble donc ne pouvoir être réalisée que progressivement et par l'application d'un certain nombre de mesures visant à favoriser la circulation du véhicule urbain et à pénaliser celle du véhicule classique en milieu urbain.

Il est important de remarquer à ce point que les décisions concernant le véhicule urbain sont à prendre dans un avenir immédiat, vraisemblablement dans les années qui viennent. En effet, supposons que l'on veuille qu'en 1985 le véhicule urbain soit seul en ville, cela suppose d'abord que les recherches nécessaires à la réalisation de ce véhicule soient entreprises dès maintenant. Mais cela suppose également un calendrier de décisions, car il ne suffit pas que le véhicule urbain existe en 1985 pour qu'il soit seul en ville. On peut se trouver devant un calendrier du genre suivant :

- en 1970, on décide l'étude du véhicule urbain à essence. Le type de véhicule, on l'a vu peut sortir dans 5 ans, soit en 1975.
- en 1975, on commence à prendre des mesures réglementaires tendant à favoriser l'utilisation du véhicule urbain.
- en 1985, le véhicule urbain à essence est seul en ville. A cette date commencent à sortir les premiers véhicules électriques. Ceux-ci remplacent progressivement les précédents.

Ce n'est qu'en 1990, en supposant que le véhicule urbain dure 5 ans, que les problèmes que le véhicule urbain est censé résoudre, pourraient effectivement être résolus.

LES CONSEQUENCES A LONG TERME DU VEHICULE URBAIN SUR L'URBANISATION

Le véhicule urbain a été étudié pour répondre à des questions bien précises : diminution des nuisances (bruit et pollution atmosphérique) et amélioration du trafic (circulation et stationnement). De ce point de vue les avantages sont positifs. Mais il ne faut pas se leurrer, le véhicule urbain n'est pas une panacée.

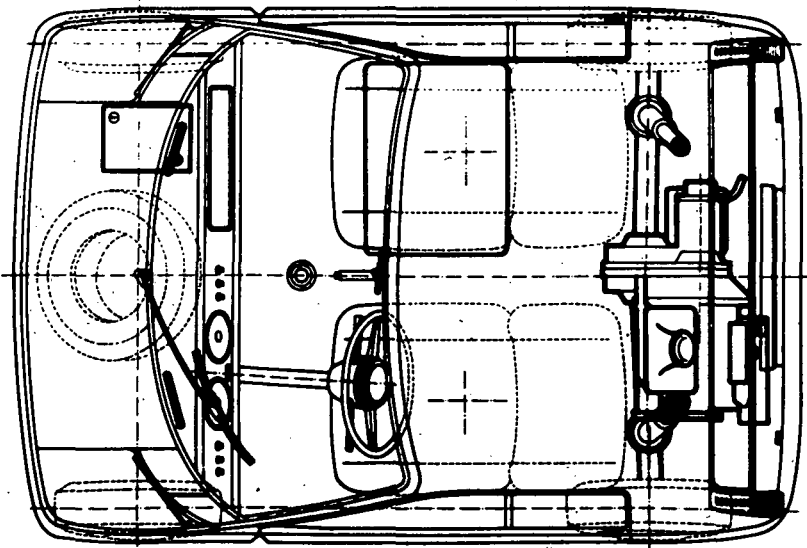
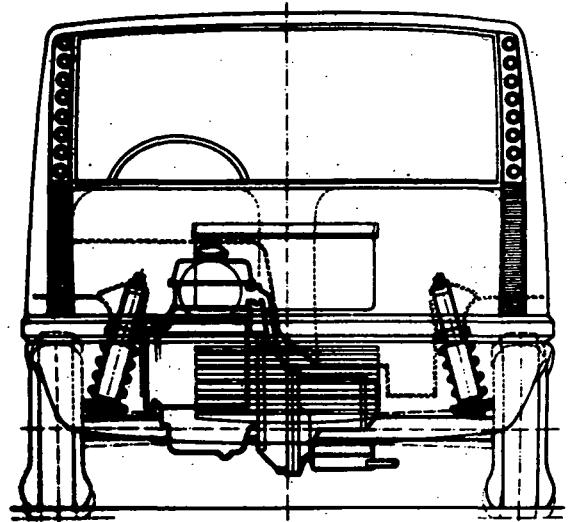
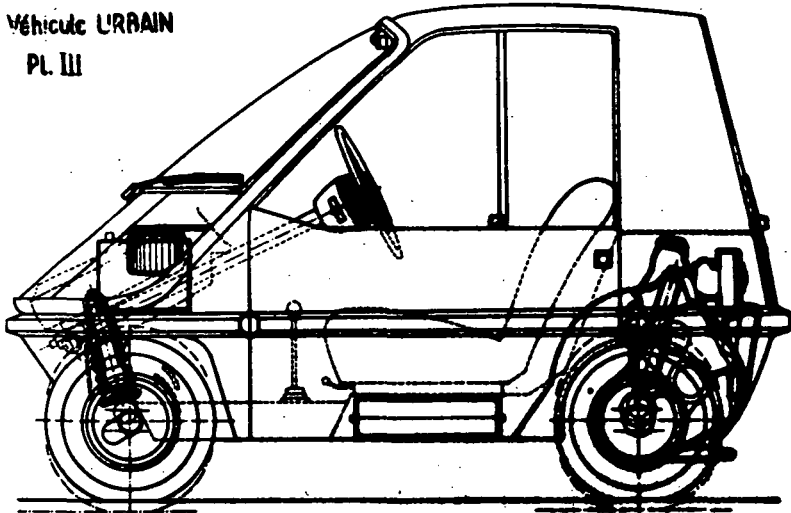
En tant que mode de transport, le véhicule urbain, qu'il soit à essence ou électrique présente les mêmes caractéristiques que la voiture automobile classique. Du point de vue de l'urbanisation il ne faut pas s'attendre à ce que le véhicule urbain ait des conséquences autres que la voiture automobile : dispersion de l'urbanisation et congestion des centres.

Ce dernier point n'est pas contradictoire de ce que nous avons dit précédemment, il n'en est que la suite logique. Autrement dit, les avantages du véhicule urbain, tout au moins en ce qui concerne la circulation, ne sont que limités dans le temps. Et, l'on peut penser qu'à partir de 1985-1990 commenceront à nouveau les problèmes de congestion.

Plus précisément, le véhicule urbain ne change pas la nature du problème plus général des transports urbains, il ne fait qu'en reculer les échéances et, c'est peut-être ceci qui fait tout l'intérêt du véhicule urbain : son introduction peut permettre de repenser dès maintenant les transports urbains dans leur ensemble.

-:-:-:-:-:-:-:-:-:-

Véhicule URBAIN
PL. III



1590

1150

