

CANQ
TR
1481
2
Broch.

Recherches Transport

Ministère des Transports

Centre de documentation
930, Chemin Ste-Foy
6e étage
Québec (Québec)
G1S 4X9

RECUEIL
CENTRE DE DOCUMENTATION

DEC 3 1982

TRANSPORTS QUÉBEC

Avec la prolifération des études et des recherches effectuées par le ministère des Transports du Québec ou pour son bénéfice, il devenait urgent de trouver un outil de consultation simple et rapide. *Recherches Transport* s'inscrit donc dans une politique d'accessibilité à l'information scientifique telle que préconisée dans le livre blanc **Un projet collectif: énoncé d'orientations et plan d'action pour la mise en œuvre d'une politique québécoise de la recherche scientifique.**

Ce document technique s'adresse à toute personne, entreprise ou institution dont les champs d'intérêt concernent les disciplines reliées au transport. L'auteur de l'étude ou de la recherche présente lui-même un résumé clair de son travail.

Dans tous les cas, un exemplaire du rapport peut être consulté au Centre de documentation du Ministère.

Recherches Transport est publié par la Direction des communications du ministère des Transports du Québec, pour le compte du Comité de la recherche.



Transports
Québec

No de codification: TRQ-81-02
No du projet de recherche: 2-021-79
Auteur du rapport: Groupe de chercheurs
du Centre de recherche industrielle
du Québec
Étude financée par le ministère
des Transports du Québec

Comité de la recherche, président:
Jean-Réal LaHaye
Directeur des communications:
Jacques De Rome
Éditeur: Gérard Tremblay

Secrétaire de la rédaction:
Michel Bélisle, 643-8073
700, boul. Saint-Cyrille est
14^e étage, Place Hauteville
Québec (Québec) G1R 5H1

Centre de documentation, responsable:
Donald Blais, 643-3578
700, boul. Saint-Cyrille est
24^e étage, Place Hauteville
Québec (Québec) G1R 5H1

Dépôt légal: 4^e trimestre 1981
Bibliothèque nationale du Québec
ISSN 0228-5541
Composition: Composition Orléans inc.

Technologie des moteurs — rapport d'introduction

But de l'étude

Le mandat confié au Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) par le ministère des Transports, dans le cadre du projet «Technologie des moteurs», comportait deux volets, soit une recherche des ressources humaines et matérielles, et la réalisation d'une étude bibliographique dont l'objectif était de faire le point sur l'état actuel de la technologie dans les domaines reliés à la propulsion des véhicules automobiles.

Étant donné l'ampleur du sujet à traiter, il fut nécessaire de préciser davantage le mandat. Au cours d'une rencontre tenue au CRIQ le 9 janvier 1980, un document plus détaillé, énumérant les différents sujets à être inclus dans le rapport final, fut soumis aux représentants du ministère des Transports du Québec. Ce document reçut par la suite les amendements qui furent apportés au cours de la rencontre et servit de base à la rédaction du présent rapport.

Le présent rapport comprend donc 12 cahiers regroupant tous les sujets cités dans le document de base, répartis comme suit:

- Rapport MEC-80-075:
Technologie des moteurs, rapport d'introduction;
- Rapport MEC-80-076:
Les moteurs et leur cycle thermique;
- Rapport MEC-80-077:
Le méthanol comme carburant automobile;
- Rapport MEC-80-078:
L'éthanol comme carburant automobile;
- Rapport MEC-80-079:
Le gaz naturel comme carburant automobile;

- Rapport MEC-80-080:
L'hydrogène comme carburant automobile;
- Rapport MEC-80-081:
Le diesel et ses mélanges comme carburant automobile;
- Rapport MEC-80-082:
L'essence synthétique, son potentiel de remplacement;
- Rapport MEC-80-083:
La traction électrique des véhicules automobiles;
- Rapport MEC-80-084:
Les véhicules hybrides;
- Rapport MEC-80-085:
Les mécanismes susceptibles de réduire la consommation d'essence;
- Rapport MEC-80-086:
Répertoire québécois des ressources humaines et matérielles.

Il est important de noter que les sujets traités ne couvrent pas l'éventail complet des sources de propulsion applicables à l'automobile, mais ces sujets sont ceux dont le potentiel est le plus reconnu. Par exemple, certains carburants ne présentant que peu d'intérêt comme source de propulsion alternative n'ont pas fait l'objet de recherches, soit le propane, le butane, l'ammoniaque, l'hydrazine et les carburants réformés à bord du véhicule. Il en est de même pour la multitude de moteurs de divers types, dont nous n'avons retenu que ceux qui font présentement état d'études avancées.

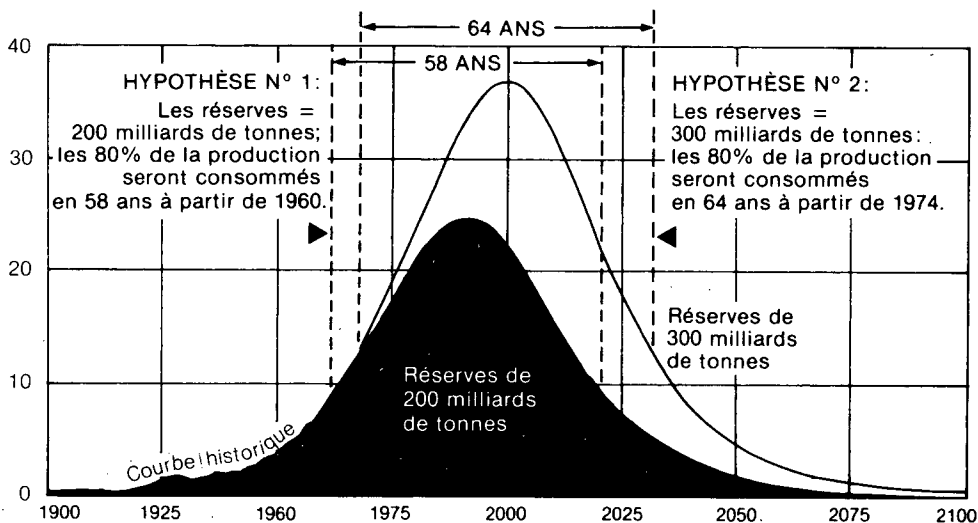
Ressources disponibles

Depuis la crise du pétrole de 1973-1974, l'approvisionnement en énergie des pays importateurs fait l'objet d'une préoccupation sans cesse croissante. On estime que les réserves à découvrir sont encore assez abondantes et on prévoit aussi allonger l'ère du pétrole par une foule de

mesures de conservation. Néanmoins, la production de pétrole devra fléchir un jour ou l'autre et, selon plusieurs experts, ce serait aux alentours de l'an 2000.

Un tournant décisif entre 1980 et l'an 2000

Dans la dernière décennie du siècle, le monde aura épuisé la moitié de son stock pétrolier. En 1990, il faudrait consommer chaque année l'équivalent des réserves iraniennes.



Source : Michel Grenon, Les informations, n° 1507.

Parmi les ressources de base applicables aux modes de transport, on retrouve le gaz naturel dont la quantité disponible serait du même ordre que celle du pétrole. C'est d'ailleurs la seule des énergies primaires à pouvoir être utilisée directement dans les moteurs automobiles.

L'autre ressource importante concerne le charbon, dont les réserves mondiales sont plus abondantes que les ressources en pétrole. Viennent ensuite les schistes huileux et les sables bitumineux qui, comme le charbon et le pétrole, forment des carburants par simple transformation. Ils constituent à la fois la source de

matière première et la source d'énergie pour produire ces carburants. Par contre, la plupart des autres matières premières, telles l'eau et la biomasse (déchets animaux, végétaux et urbains), nécessitent l'apport d'une ressource énergétique pour effectuer leur transformation en carburant.

L'hydro-électricité, pour sa part, pourrait éventuellement constituer un atout majeur lorsqu'elle est utilisée directement dans les véhicules électriques ou pour la production d'hydrogène.

Évolution future de la technologie automobile

Le caractère dominant de la prochaine génération de véhicules automobiles sera l'économie de carburant, non seulement à cause des coûts croissants de l'énergie, mais parce que les gouvernements tendent à réduire le plus possible leur dépendance énergétique.

Dans l'immédiat, les efforts porteront sur l'amélioration de l'efficacité des véhicules actuels, sur le développement de moteurs qui consomment moins d'essence et sur l'implantation du moteur diesel. À moyen terme, la voiture électrique possède beaucoup de potentiel comme complément au véhicule traditionnel, particulièrement pour une utilisation urbaine.

Quant aux carburants de remplacement tels les alcools, ils sont surtout intéressants pour le moment en ce qu'ils permettent de prolonger la durée de vie des réserves de pétrole. Toutefois, à plus long terme, nous devons posséder la technologie et avoir érigé l'infrastructure nécessaire pour produire de nouveaux carburants en très grande quantité. Ces nouveaux carburants seront produits de préférence à partir de ressources renouvelables.

Parmi les carburants de remplacement, tous les hydrocarbures ressemblant à l'essence (dont l'essence synthétique) seront d'abord recherchés, mais la diversité des ressources disponibles selon les pays fera intervenir à très long terme une production régionale de carburants différents. Ainsi, on peut prévoir que le Québec mettra en valeur ses ressources en biomasse forestière pour produire du méthanol ou de l'essence synthétique, ainsi que son hydro-électricité pour produire de l'hydrogène et pour alimenter des véhicules électriques.

RÉSUMÉ DES DIFFÉRENTS RAPPORTS

Les moteurs et leur cycle thermique

L'étude des moteurs et de leur cycle thermique a montré que le moteur conventionnel, malgré les efforts technologiques actuels, possède peu de potentiel pour l'amélioration de sa consommation et de son taux d'émissions.

Par contre, le moteur à charge stratifiée et le moteur diesel semblent produire des gaz d'échappement un peu plus propres, mais sont considérés comme solution de transition entre deux générations de moteurs.

Quant au moteur Rankine, il n'a pas d'avenir, sa performance ne pouvant dépasser celle du moteur conventionnel. De même, le moteur rotatif n'aura d'application que dans les petits véhicules récréatifs plus ou moins durables et à consommation élevée.

Cependant, le moteur Stirling et la turbine à gaz montrent actuellement beaucoup de potentiel de développement pour les dix prochaines années. Ce développement se fera tant du côté consommation, durabilité et taux d'émissions que du côté coût de production. C'est pourquoi le gouvernement des États-Unis subventionne activement cette recherche.

Le méthanol comme carburant automobile

Le méthanol comporte à court terme un excellent potentiel afin de remplacer avantageusement l'essence dans les véhicules automobiles. Il s'avère peu polluant (surtout en NO_x) et il permet un rapport de compression plus élevé et une meilleure efficacité énergétique que l'essence. Toutefois, son faible pouvoir calorifique, résultant en une consommation de plus de 60% supérieure à l'essence, et son coût élevé ont limité jusqu'à maintenant son utilisation comme carburant

automobile. Il implique aussi des problèmes de corrosion, de blocage par pression de vapeur et de séparation de phases en présence d'eau. Les recherches en cours permettent cependant d'entrevoir des solutions acceptables pour bientôt.

Le coût de fabrication du méthanol est d'environ de 1,5 à 2 fois supérieur à celui de l'essence par unité d'énergie, mais il varie énormément en fonction de la ressource primaire utilisée. Au Canada, le méthanol produit à partir de la biomasse forestière s'avère une option des plus intéressantes et le nouveau concept des plantations énergétiques permet un grand optimisme quant à sa rentabilité future.

Enfin, la transformation du méthanol en essence par le procédé Mobil est en mesure d'apporter une autre réponse aux problèmes de compatibilité reliés à l'utilisation de ce nouveau carburant.

L'éthanol comme carburant automobile

Tout comme pour le méthanol, l'utilisation de l'éthanol n'a pas été rentable jusqu'à maintenant. Cela est dû principalement à son pouvoir calorifique réduit et à son coût de fabrication élevé. Sur une base énergétique, l'éthanol coûte 2 fois plus cher à produire que le méthanol et près de 3 fois plus que l'essence.

De plus, le bilan énergétique de la culture et de la transformation de plantes en éthanol n'est pas très favorable: on doit fournir approximativement la même quantité d'énergie (50% de plus selon certains auteurs) que celle qui est contenue dans l'éthanol et les sous-produits. Le seul avantage demeure donc l'utilisation d'une ressource locale, comme le charbon, pour alimenter le procédé. On pourrait ainsi économiser environ un litre de pétrole importé pour chaque litre d'éthanol produit.

Enfin, l'éthanol apparaît très intéressant à utiliser dans une proportion de 10% dans l'essence (gasohol), car il ne requiert aucune modification pour s'avérer parfaitement compatible. Il peut aussi être utilisé à 100% dans un moteur conçu à cette fin.

En Amérique du Nord et surtout au Canada, le potentiel de substitution à l'essence demeure toutefois limité, car il dépend avant tout de la disponibilité des ressources de base et indirectement du climat. On peut aussi prévoir une concurrence entre la fabrication de nourriture et d'essence à partir des cultures.

Dans ce contexte, l'éthanol ne se présente pas comme une panacée face aux besoins énergétiques futurs, mais sa production à partir de résidus ou de surplus de récoltes permettra de remplacer une plus grande part du pétrole importé.

Le gaz naturel comme carburant automobile

Le gaz naturel s'avère un carburant parfaitement compatible avec les moteurs actuels et il démontre des performances équivalentes ou meilleures que l'essence, tout en incluant une réduction des émissions de polluants. Par contre, les problèmes d'entreposage à bord du véhicule, et surtout la complexité du système de distribution requis, ne permettent d'entrevoir à moyen terme qu'une utilisation limitée aux flottes de véhicules possédant leur propre station de distribution.

Au Québec, on prévoit satisfaire de 6% à 12% du total des besoins énergétiques avec le gaz naturel en 1990. Toutefois, l'utilisation industrielle étant de loin la plus intéressante pour cette ressource, on ne peut envisager un remplacement significatif de l'essence par le gaz naturel au cours de la prochaine décennie.

L'hydrogène comme carburant automobile

Dans un moteur d'automobile conventionnel, lorsque l'hydrogène brûle avec l'air en un mélange appauvri, il permet une meilleure économie de carburant que l'essence et produit très peu de matières polluantes. Sous ces conditions, la puissance maximale est cependant réduite de l'ordre de 15%. Par ailleurs, un mélange enrichi permet une puissance accrue mais diminue l'efficacité énergétique.

La substitution de l'essence par l'hydrogène ne peut toutefois être envisagée qu'à très long terme, étant donné les investissements massifs requis pour produire, distribuer et utiliser l'hydrogène dans les véhicules. Il sera d'ailleurs pendant longtemps l'apanage exclusif des flottes de véhicules.

D'une part, les hydrures métalliques permettent maintenant un entreposage d'hydrogène plus sûr et plus compact que la forme liquéfiée, mais leur poids et leur coût sont encore considérés comme excessifs. D'autre part, les progrès dans le développement des piles électrolytiques (fuel cells) pourra bientôt ouvrir la voie à l'utilisation de l'hydrogène comme carburant de choix dans un véhicule électrique.

Le diesel et ses mélanges comme carburant automobile

Parmi les différentes alternatives visant à économiser le pétrole, l'utilisation du carburant diesel se présente en tête de liste, car il permet une économie de 25% par rapport à l'essence. De 1980 à 1990, le pourcentage des nouvelles automobiles fonctionnant au diesel devrait augmenter de 4% à 20%. Entre-temps, on devra rapidement avoir déterminé si les poussières émises par ces moteurs sont cancérigènes et si elles peuvent être éliminées de façon satisfaisante.

Le mélange des alcools comme le méthanol et l'éthanol avec le diesel permet de remplacer une partie du carburant fossile. Par contre, ces derniers n'étant pas appropriés au fonctionnement du cycle diesel, ils ne s'avèrent pas vraiment recommandables.

On a toutefois démontré en Allemagne que le remplacement total du diesel par l'alcool, dans des moteurs équipés de bougies d'allumage, peut être réalisé avec un rendement énergétique et des caractéristiques non polluantes meilleures ou équivalentes. C'est donc cette technique qui renferme le meilleur potentiel d'utilisation de l'alcool dans un moteur diesel.

L'essence synthétique, son potentiel de remplacement

La fabrication en grande quantité de carburants synthétiques à partir du charbon, de schistes huileux et d'essence provenant de sables bitumineux est un processus inévitable et déjà en marche. Leur coût sera toutefois élevé et l'impact sur l'environnement pourrait retarder passablement l'exploitation de ces ressources.

La biomasse, ressource de moindre envergure, servira aussi à fabriquer un carburant synthétique et contribuera, particulièrement au Québec, à réduire le déficit énergétique.

L'essence synthétique s'avère compatible avec le système de distribution et les moteurs actuels. Il semble donc en mesure de s'imposer parmi les plus importants carburants susceptibles de remplacer le pétrole dans les véhicules automobiles.

La traction électrique des véhicules automobiles

Le véhicule électrique est silencieux, efficace, non polluant et simple. Par contre, il n'offre qu'une autonomie et des perfor-

mances réduites; il est dispendieux et requiert, pour une implantation à grande échelle, la mise sur pied d'une infrastructure imposante.

La traction électrique actuelle ne constitue pas une solution de remplacement au moteur à combustion interne, envisageable à court terme. Cependant, des études de mobilité ont démontré qu'il existe présentement un grand nombre de besoins en transport auxquels le véhicule électrique peut répondre avantageusement.

À long terme, les spécialistes fondent de grands espoirs sur de nouveaux genres d'accumulateurs. Ces techniques qui font présentement l'objet de projets de recherche pourraient, si elles se réalisaient, faire de la traction électrique une concurrente directe du moteur à combustion interne.

Les véhicules hybrides

De façon générale, les véhicules hybrides sont munis de deux sources de puissance, qui interviennent tour à tour ou ensemble, selon les conditions de conduite.

Le but de cet arrangement est de rendre les véhicules plus économiques, tout en conservant les performances et l'autonomie des véhicules conventionnels.

Même si l'unanimité n'est pas faite quant à l'évaluation du potentiel du système hybride, il semble que celui-ci permet d'espérer d'intéressantes économies en carburant.

Pour l'instant, cette technologie est encore au stade expérimental et l'impact éventuel qu'elle aura sur les modes de propulsion est assez difficile à prévoir.

Les mécanismes susceptibles de réduire la consommation d'essence

L'objectif premier de ces mécanismes est d'augmenter l'efficacité du moteur du véhicule actuel. Cependant, il ne faut pas attendre de découvertes miraculeuses de ce côté, puisque l'amélioration apportée par ces mécanismes est très limitée. Le rendement maximal du moteur actuel se situe aux alentours de 25% et celui du véhicule tout entier aux alentours de 15%. Les normes antipollution, de plus en plus sévères, rendent l'amélioration du rendement des moteurs très difficile.

À court terme, ces mécanismes constituent cependant les principaux éléments de l'économie d'énergie dans le domaine du transport automobile.

Conclusion

La décennie qui commence sera, en ce qui concerne les véhicules automobiles, celle de la conservation et de l'amélioration du rendement des véhicules actuels. Au cours de cette décennie, on verra très probablement apparaître dans nos villes les premières flottes de voitures électriques.

La technologie de production des nouveaux carburants (essence synthétique, méthanol, hydrogène, etc.) connaîtra pendant ce temps une accélération marquée de la recherche et du développement. Il en sera de même pour les nouveaux moteurs automobiles (Stirling, turbine) et les nouveaux concepts de propulsion pour l'automobile (véhicule hybride).

Cette décennie ne sera certainement pas témoin de changements draconiens pour l'automobile actuelle, mais elle constituera un pas important vers le véhicule de l'avenir.

