

Publication des *Annales des mines*
avec le concours du Conseil
général des mines
et de l'École nationale
supérieure des mines de Paris

N°26 • MAI 2004
BIMESTRIEL

La Gazette

DE LA SOCIÉTÉ

ET DES TECHNIQUES

"Se défier
du ton d'assurance
qu'il est si facile
de prendre
et si dangereux
d'écouter."

Charles Coquebert
Journal des mines n°1
Vendémiaire An III (1794)

Automobile et développement durable : le casse-tête

**Peut-on empêcher le monde entier
d'avoir autant d'automobiles
par habitant que les pays riches ?
Dans nos pays équipés, peut-on affecter
à la réduction de la consommation
pétrolière les progrès techniques obtenus
pour le rendement énergétique
des moteurs, plutôt qu'à l'accroissement
du nombre, de la puissance
et de l'équipement des véhicules ?
Plus généralement, les sociétés
modernes sont-elles définitivement
asservies à l'automobile et au camion,
ou peuvent-elles en limiter l'usage ?**



Un numéro récent des *Annales des mines*¹ examine plusieurs aspects de ces questions difficiles. On en trouvera ci-après une synthèse. Le sommaire détaillé et les conditions d'acquisition peuvent être consultés sur www.annales.org

Une mondialisation problématique

Les États-Unis, avec le Canada, l'Europe occidentale et le Japon, sont à la fois les principaux constructeurs d'automobiles et leurs plus forts débouchés. En 2002, sur 56,1 millions d'automobiles

vendues dans le monde, 38,7 millions, soit 69 %, l'ont été dans ces pays qui ne représentent que 13 % de la population mondiale. Mais la part relative des autres pays est passée en dix ans de 23 % à 31 %.

L'accès d'un pays à l'automobile dépend de tout le contexte politique et culturel : niveau d'éducation de la population, infrastructures, routes, distribution de carburant, aménagement urbain (parkings), règles d'accès et de circulation (code de la route, permis de conduire, police de la ville et de la

route, contrôle de la pollution...). Il dépend aussi de la politique industrielle, notamment des tarifs douaniers. L'Organisation mondiale du commerce (OMC) est le cadre de négociations tarifaires complexes (cycle de Doha) sur les achats de voitures neuves, de voitures d'occasion, de pièces détachées... L'Afrique du Sud s'est ainsi engagée dans un vaste plan faisant appel aux capitaux étrangers, le Mexique est devenu l'atelier de production de bon nombre de constructeurs mondiaux; la production et l'équipement des ménages décollent en Chine mais stagnent en Inde, qui a choisi d'autres priorités. Seule jusqu'à présent, la Corée a su mettre sur pied une industrie compétitive sur les marchés mondiaux. Bref, la question de la «gouvernance» de l'ère automobile se pose avec autant d'acuité aux pays en développement qu'aux pays développés².

Parmi les indicateurs de cette gouvernance figure le système d'information sur les accidents de la circulation, les nombres de tués, blessés, handicapés. On évalue à environ 540 000 le nombre annuel mondial de tués dans de tels accidents, ce qui rapporté aux 6,3 milliards d'habitants de la planète, représente une moyenne de 85 tués par an par million d'habitants. Dans les pays les plus pauvres, la circulation automobile est très faible et ce taux y est inférieur à 30. Au début du développement, le risque augmente fortement; les ratios par habitant passent par un maximum avant que les politiques de transports publics et de sécurité routière et l'éducation à la prudence les fassent redescendre. En France, ce maximum fut atteint au début des années 1970, avec 16 000 morts dans l'année et un ratio supérieur à 300 tués par million d'habitants. La baisse amorcée depuis, initiée par la généralisation de la ceinture de sécurité, s'est encore accélérée, depuis novembre 2002: avec moins de 6 000 tués en 2003 et 60 millions d'habitants, le ratio français est désormais inférieur à 100 tués par million d'habitants³.

Deux coups de projecteurs sont inquiétants. Les encombrements de voirie à São Paulo (Brésil) atteignent le seuil de l'ingouvernable. La vertigineuse croissance de la motorisation individuelle ne s'y traduit pas par une augmentation de la mobilité, au contraire. De puissants contrastes sociaux sont à l'œuvre. Les transports individuels l'emportent désormais sur les déplacements collectifs et rien n'arrête l'accroissement expo-

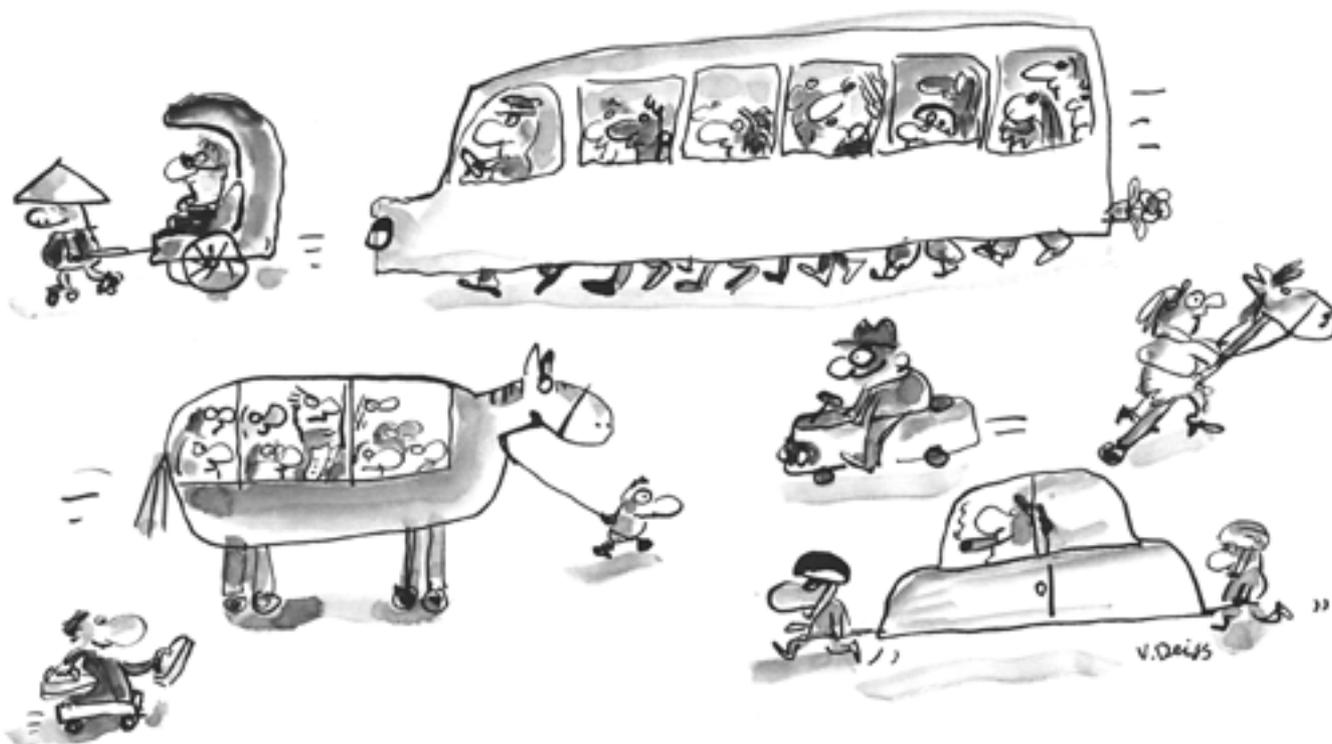
nentiel de l'automobile. Au championnat du monde de la congestion, São Paulo rejoint Bangkok, au point qu'on y voit désormais les patrons des grandes sociétés venir au bureau... en hélicoptère⁴.

Et si la Chine avait autant d'automobiles que les pays industrialisés? Le gouvernement y a choisi de faire de l'industrie automobile un instrument de la croissance économique du pays, mais les villes chinoises, aux quartiers centraux extrêmement denses, façonnées depuis des décennies par la marche à pied et le vélo, ne peuvent s'adapter commodément à cette circulation. Les régions et les municipalités disposent en Chine d'importants pouvoirs et les réponses à ce défi sont variées. Shanghai, en particulier, a mis en place des mesures rigoureuses pour limiter l'acquisition et l'utilisation d'automobiles par ses habitants: on y comptait, en 1999, 46 véhicules pour 1 000 habitants, contre 111 à Pékin⁵.

Plus de kilomètres pour moins d'essence ?

Pour alimenter les véhicules en carburants traditionnels, la demande pétrolière ne peut que croître (+ 60 % d'ici 2030 ?). Il faudra donc assurer le renouvellement et l'accroissement des réserves pétrolières. Sur le moyen terme, la production de carburants liquides peut être envisagée à partir du gaz naturel, du charbon et de la biomasse. La Commission européenne propose que la pénétration des carburants de substitution atteigne 23 % en 2020 : 10 % de gaz naturel, 8 % de biocarburants et 5 % d'hydrogène. L'éthanol d'origine végétale n'a été utilisé de façon significative qu'au Brésil mais, au début des années 1990, la baisse des prix du brut l'a rendue moins intéressante. Pour infléchir la progression des émissions de CO² du transport routier, l'utilisation des biocarburants offre l'avantage d'avoir l'impact le plus rapide; les solutions hybrides représentent un bon compromis efficacité/coût. Selon l'évolution des coûts relatifs, la compétition est ouverte entre le véhicule à essence, avec toutes les améliorations techniques envisageables, et un véhicule électrique où l'énergie est stockée à bord du véhicule, soit dans des batteries améliorées, soit en utilisant une pile à combustible⁶.

Concernant les systèmes de motorisation, le post-traitement catalytique des polluants, le pilotage électronique de



Par ailleurs, il ne faut pas négliger l'offre de transports non motorisés : vélo, rollers, planches à roulettes, trottinettes, sous réserve d'espaces de circulation spécifiques.

Les problèmes essentiels de tous ces modes de transport sont leur cohabitation avec l'automobile et leur connexion avec les transports publics.

l'injection, de l'allumage et de l'alimentation du moteur, l'optimisation des chambres de combustion, le resserrement des spécifications des carburants, le recours à l'injection directe... ont déjà réduit les sources de pollution locale. Le rythme de la baisse est contrôlé par l'évolution de la réglementation et déterminé par la vitesse de renouvellement du parc. Les recherches en cours confirment que les pistes les plus prometteuses sont celles des véhicules hybrides thermiques/électriques⁷.

Le développement de ces techniques suppose la mise en place de réglementations relatives aux véhicules et à l'aménagement du territoire. Jusqu'à présent, la forte amélioration des performances et du confort du véhicule que permet l'élévation du niveau de vie a surtout contribué à l'accroissement du trafic routier et non à la réduction de la consommation⁸.

Peut-on imaginer pourtant une croissance économique recourant moins au transport routier de marchandises et plus aux modes alternatifs ? En fait, train, bateau et camion ne sont pas interchangeables. La dématérialisation de la production, c'est-à-dire l'augmentation de la part des services dans la valeur ajoutée, la diminution de la part des produits pondéreux transportés, l'allègement très significatif des produits et de leurs emballages, la spécialisation des unités de production et leur dispersion sur le territoire, le développement du « juste à temps » dans la gestion des stocks, tout cela ne peut que favoriser la demande de transports routiers. Le « découplage » de la croissance et du transport routier passe par l'amélioration sensible de la qualité du service rendu par le fret ferroviaire et surtout par l'imposition d'une tarification de l'usage des infrastructures qui obligerait les utilisateurs du transport routier à mieux couvrir les frais qu'il engendre⁹.

Renoncer à sa voiture ?

La voiture particulière assure aujourd'hui les trois-quarts des kilomètres parcourus en France et 43 % dans le monde; elle semble être devenue le moyen incontournable de notre mobilité. Nous parcourons plus de kilomètres dans le même laps de temps, et nous pratiquons nos activités quotidiennes dans des lieux de plus en plus éloignés de notre domicile. Mais plus

rapides et plus confortables, nos moyens de transport, notamment la voiture particulière, sont de plus en plus nombreux, sources de plus d'accidents, de pollution, d'encombrements, de gaspillages. Peut-on promouvoir la lenteur, valoriser la qualité du temps de déplacement vécu plutôt que la quantité de kilomètres parcourus ? Peut-on imaginer voir remplacer nos sempiternels centres commerciaux où l'on retrouve les mêmes enseignes, par un tissu urbain où chaque coin de rue serait unique¹⁰ ?

Pendant des millénaires, la marche à pied fut le principal moyen de locomotion dans les villes, concurrencée seulement pour le transport de charges (âne, charrette, embarcation) ou de privilégiés (chaise à porteur, cheval, carrosse). On peut aujourd'hui se faire une idée de ce qu'étaient ces villes piétonnes en se promenant à Venise. Pour le vélo, l'exemple vient de Chine et de Hollande. En Chine, le vélo a multiplié la mobilité d'une population jusque là quasiment assignée à résidence mais tout porte à croire que cette situation est transitoire. En Hollande, un des pays les plus denses du monde, le vélo est un élément clé d'une politique intégrée de l'urbanisme et des transports, exemplaire à bien des égards, mais d'efficacité cependant limitée. Quant à réserver aux transports publics l'exclusivité de la mobilité des personnes, c'était l'objectif des pays à économie planifiée. Les transports publics assuraient 70 % des déplacements à Budapest en 1985. La transition économique a été accompagnée d'une croissance considérable du parc automobile, spécialement dans les petites villes, comme en Allemagne de l'Est. L'accès à la voiture est, dans ces pays, quasiment synonyme de la liberté retrouvée. Certaines villes de pays riches sont de meilleurs modèles : 60 % de la mobilité tous modes à Hong-Kong, il est vrai dans un site contraint, 37 % à Tokyo ou à Zurich. En Suisse, l'harmonieux équilibre entre d'excellents services de transport public et une part du vélo non négligeable est le fruit d'une politique volontariste et démocratique.

La vraie ville alternative à la voiture n'est ni celle de la marche, ni celle du vélo, ni celle des transports publics, mais un mélange des trois. Un succès des transports collectifs ne peut être obtenu sans une synergie entre une amélioration continue

du système technique et une réorganisation de la ville et des autres territoires. Dans ce contexte, on assiste à une diversification des matériels de transport collectif urbain et périurbain : automatisation intégrale, tramways améliorés, systèmes ferroviaires légers d'interconnexion périurbaine, autobus en site propre et aux horaires régulés, minibus à la demande, taxis collectifs... Par ailleurs, il ne faut pas négliger l'offre de transports non motorisés : vélo, mais aussi rollers, planches à roulettes, trottinettes, sous réserve d'espaces de circulation spécifiques. Les problèmes essentiels de tous ces modes, comme du cheval en milieu rural, sont leur cohabitation avec l'automobile et leur connexion avec les transports publics. Il faudra combiner une offre améliorée et des politiques de stationnement, de répartition d'espace et de régulation de vitesse contraignant l'automobile¹¹.

Longtemps on a sous-entendu que la voiture était un privilège des gens aisés et qu'aux gens modestes était réservé l'usage des transports en commun. Or transports en commun et voitures particulières sont complémentaires. La voiture a aussi ses captifs, en particulier les ménages logés dans des secteurs éloignés du centre et non desservis par des transports collectifs, dont le budget transports est aussi important que le budget logement et qui n'ont d'autre solution que l'automobile¹².

Dans les pays à fort taux de motorisation, des innovations apparaissent dans l'offre de transport : en plus de la location de voitures, les systèmes de voiture partagée permettent l'usage de la voiture comme « un moyen de transport public individuel ». Trois types de services ont vu le jour : le *car-sharing* ou autopartage, déjà bien implanté et qui connaît une certaine diversification, les *station-cars*, concept exclusivement américain, et les voitures en libre-service. Ces deux derniers services limitent souvent leur offre à des voitures¹³.

En n'imputant pas à la mobilité tous les coûts externes qu'elle implique, nous induisons une demande de déplacements des personnes et des marchandises qui excède leur utilité sociale réelle. Le relèvement du prix des carburants oriente le choix d'une nouvelle voiture puis les recherches des constructeurs. De même, c'est à l'occasion d'un changement de domicile ou d'emploi que le coût des transports est un important critère de choix. Ces effets, cumulés sur un siècle, expliquent ainsi pourquoi l'Amérique du Nord, qui n'a jamais taxé ses carburants, consomme par habitant 3,5 fois plus de carburant routier que la France.

L'automobile est ainsi responsable du coût élevé des transports collectifs urbains : soit ces transports collectifs sont obligés de s'enterrer, soit ils subissent la congestion urbaine, qui augmente leurs coûts d'utilisation et diminue leur attractivité. Il y a « subvention implicite » pour l'automobile qui bénéficie de la gratuité des rues et « subvention explicite » aux transports collectifs dont la collectivité doit équilibrer les comptes. Nous économiserons beaucoup de carburant et de temps le jour où l'utilisation de l'automobile en ville sera régulée par un péage. Le plus urgent serait de rendre possible l'institution d'une fiscalité locale, assise sur l'usage de l'automobile en ville. Un tel péage existe désormais à Londres et dans d'autres villes étrangères et la révolution culturelle qu'il représenterait est bien moindre que celle qui a consisté, il y a 35 ans, à instaurer le stationnement payant sur la voie publique¹⁴.

Le développement durable est un redoutable défi pour les responsables des politiques de transports. En milieu urbain, la contradiction s'aggrave entre la dispersion de l'habitat, les besoins de mobilité et la volonté de limiter la pollution, la congestion, les émissions de gaz à effet de serre. Des politiques de transports résolument innovantes supposent la remise en

question des modes de vie. Ce qui nécessite l'ouverture de débats publics alimentés par des visions novatrices des territoires du futur¹⁵.

Quatre auteurs de ces quatorze articles travaillent à l'INRETS¹⁶, deux à l'IFP¹⁷, deux chez des constructeurs d'automobiles. Puisqu'il est question, ces temps-ci, de l'organisation de la recherche, on rêve de « structures de projet » qui associeraient – sur les thèmes évoqués et aux plans national, européen, mondial – des organismes publics, des entreprises énergétiques et des constructeurs d'automobiles. En tout cas, les *Annales des Mines* sont ici fidèles à leur vocation originelle, celle des idéaux de l'Encyclopédie et des Lumières : pour faire profiter le plus grand nombre des progrès de la science et des techniques, face aux contraintes politiques et économiques, rien n'est possible sans la diffusion et la discussion des réflexions et des doutes des philosophes et des ingénieurs.

Michel Louis LÉVY

Rédacteur en chef des *Annales des Mines*

NOTES

1. « La civilisation automobile face au défi du développement durable » *Réalités Industrielles*, série des *Annales des Mines*, novembre 2003. Éditions Eska : www.eska.fr
2. Jean-Martial Breuil et Sophie Bastide : « Transport routier : des carburants traditionnels aux solutions de rupture technologique »
3. Jean Chapelon : « Les accidents de la circulation dans le monde et leurs conséquences »
4. Étienne Henry : « Chaos automobile à Sao Paulo »
5. Julien Allaire : « Entre rêve de l'automobile et réalité des villes chinoises »
6. Bernard Bensaïd : « Transport routier : des carburants traditionnels aux solutions de rupture technologique »
7. Philippe Pinchon : « Futures évolutions des motorisations dans l'automobile »
8. Jean Delsey : « Tendances lourdes, conséquences et inflexions possibles du trafic routier »
9. Maurice Bernadet : « Transports routiers de marchandises et développement économique : une nécessité incontournable ? »
10. Francis Papon et Jean-Loup Madre : « Existe-t-il des seuils de saturation de la mobilité des personnes ? »
11. Claude Soulas et Francis Papon : « Les conditions d'une mobilité alternative à l'automobile individuelle »
12. Bernard Duhem et Patrice Aubertel : « Droit au transport : où en est-on ? »
13. Simone Feitler : « Les systèmes de voiture partagées, chaînon manquant entre le transport en commun et la voiture particulière ? »
14. Yves Martin : « Cessons d'encourager la demande de transports »
15. Michel Rousselot : « Transports et développement durable : vers des politiques innovantes en milieu urbain »
16. Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité : www.inrets.fr
17. Institut français du pétrole : www.ifp.fr

La
Gazette

DE LA SOCIÉTÉ
ET DES TECHNIQUES

La Gazette de la Société et des Techniques a pour ambition de faire connaître des travaux qui peuvent éclairer l'opinion, sans prendre parti dans les débats politiques et sans être l'expression d'un quelconque point de vue officiel. Elle est diffusée par abonnements gratuits. Vous pouvez nous demander des exemplaires supplémentaires ou suggérer des noms de personnes ou institutions que vous estimez bon d'abonner. Vous pouvez consulter tous les numéros sur le web à l'adresse : <http://www.annales.org>

RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Dépôt légal mai 2004

La Gazette de la société et des techniques est éditée par les *Annales des mines*, 20 avenue de Ségur, 75007 Paris - <http://www.annales.org>
Tél : 01 42 79 40 84 - Fax : 01 43 21 56 84
E-mail : mberry@paris.ensmp.fr
N° de commission paritaire : 0305 B 05495
N° ISSN : 1621-2231
Directeur de la publication : Claude Gaillard
Rédacteur en chef : Michel Berry
Conception graphique : Catherine Le Troquier
Illustrations : Véronique Deiss



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE
DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE