



Édito

Quand, au XIX^e siècle, la machine à vapeur fit son apparition en pleine révolution industrielle, à laquelle elle a d'ailleurs participé, cette merveille d'ingénierie fut considérée comme la meilleure invention du siècle. Cent ans plus tard, lorsque l'on apprit à utiliser le pétrole, celui-ci ne fut pas moins bien accueilli.

Mais aujourd'hui, alors que les moteurs à pétrole sont les plus répandus dans le monde, on s'aperçoit qu'ils menacent l'atmosphère de notre belle planète bleue...

Comment donc concilier progrès technologique et respect de l'environnement? Un vrai casse-tête vous allez voir!

La pollution routière

Nos voitures peuvent fonctionner grâce à différentes énergies, plus ou moins polluantes.

En ce qui concerne les moteurs thermiques, l'essence et le diesel produisent environ la même quantité de CO₂, mais le diesel génère plus de particules fines¹. Ce type de moteur est le plus répandu.

Les voitures électriques quant à elles, certes n'émettent pas de gaz à effet de serre, mais leur fabrication et leur recyclage polluent² énormément. D'autre part les recharger nécessite de se brancher sur le réseau d'électricité publique, donc sur les centrales nucléaires prédominantes en France³. Malgré ces inconvénients environnementaux, elles connaissent un succès croissant auprès des consommateurs.

Les automobiles à hydrogène sont intéressantes car le stockage de cette énergie ne génère aucune pollution. En fait, l'hydrogène est surtout un bon moyen pour remplacer les batteries utilisées dans les voitures électriques. L'énergie délivrée par la

consommation de l'hydrogène est équivalente à celle consommée pour le produire. Ce type de véhicule reste encore très rare et demeure non exploité par les constructeurs.

Un vrai potentiel à développer est celui des voitures à air comprimé. Cette technologie ne produit aucune forme de pollution durant son utilisation. Seule sa fabrication demeure problématique quant aux émissions de gaz à effets de serre. Car malheureusement nous n'avons pas aujourd'hui de solutions écologiques pour la fabrication de nos véhicules. Des prototypes fonctionnant à l'air comprimé existent mais reste à améliorer leur autonomie, encore trop peu satisfaisante avant de lancer une éventuelle production.



© AFP/Archives/XAVIER GALIANA / GEO

La pollution routière provoquerait 4 millions de cas d'asthme chez les enfants chaque année, selon la revue spécialisée *The Lancet Planetary Health*.

Les poids lourds quand à eux roulent uniquement au diesel.

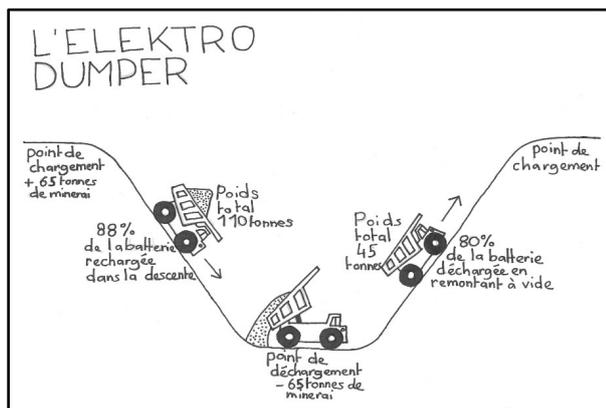
Des recherches innovantes dans ce secteur sont menées depuis quelques années pour remédier à ce problème.

Par exemple, en 2017, le constructeur Iveco et l'entreprise cimentière Vicat se sont alliés pour créer un camion bétonnière roulant au biocarburant, quasi neutre en carbone (-96% de CO₂, -70% d'oxydes d'azote et -92% de particules fines). Son malaxeur⁴ fonctionne à l'électrique grâce à l'inertie⁵ du camion. Le progrès est énorme, on est déjà bien loin du poids lourd diesel très polluant.



Un autre projet inattendu que l'on doit à Mercedes et Siemens, propose d'électrifier certains tronçons de routes à la manière d'une voie de tramway, et d'équiper des camions de pantographes⁶ (cf photo). Des autoroutes expérimentent ce dispositif depuis 2016. Cette solution a l'inconvénient de compter sur le réseau électrique publique, comme n'importe quelle voiture électrique.

Dans le secteur de l'extraction minière, la société E-mining a créé l'*Elektro Dumper*, un camion électrique qui se recharge en roulant. Sa masse élevée lui permet de compter sur son inertie pour se recharger (cf croquis). Les essais réalisés ont prouvé que ce concept fonctionne, mais pour le moment il ne peut être mis en service car subsistent les contraintes liées à la configuration du terrain, puisque l'*Elektro Dumper* ne peut se recharger que dans les pentes descendantes.



Lorsque l'on parle de pollution routière, il est important de comprendre que ce ne sont pas uniquement les véhicules qui empoisonnent l'environnement. Les routes aussi. C'est à dire que leur construction et leur entretien nécessitent des matériaux (gravats, goudron...) dont la production consomme quantité d'énergie, et des engins (goudronneuse, compacteur...) qui émettent forcément des gaz nocifs. De plus, leur érosion au fil du temps engendre des particules de goudron qui polluent aussi la nature.

1. Particules fines: particules en suspension dans l'air qui, en très grand nombre, constituent la fumée. Inhalées, elles pénètrent dans les poumons et peuvent provoquer de nombreuses pathologies (cancers, bronchites...). D'après Santé Publique France, 40 000 décès pourraient être attribués aux particules fines chaque année.

2. Selon l'ADEME, la fabrication d'une voiture électrique consomme 2 fois plus d'énergie que celle d'une voiture thermique, à cause des batteries.

3. Le nucléaire assure 70% de la production électrique totale en France, selon EDF.

4. Malaxeur: partie d'un camion bétonnière qui contient le béton, et qui tourne en permanence.

5. Inertie: énergie engendrée par le freinage du camion.

6. Pantographe: dans le secteur ferroviaire, partie d'un train en contact avec le câble, ayant pour rôle de transmettre l'électricité du câble électrifié au moteur électrique du train.

La pollution maritime

La majorité des navires consomment un carburant riche en soufre, bon marché mais extrêmement polluant. Ce carburant contient 3500 fois plus de soufre que le diesel ou l'essence. En conséquence, il produit un gaz appelé oxyde de soufre, très toxique pour tout être vivant.



Une enquête réalisée par l'ADEME¹ à Marseille, a aussi montré que le taux de particules fines dans l'air était 20 fois plus élevé dans le port que dans le reste de la ville, et 70 fois supérieur sur les paquebots stationnés dans le port.

La pollution des paquebots pourrait être minimisée grâce à divers moyens, comme l'utilisation d'un carburant moins polluant ou l'installation d'un épurateur dans l'échappement. Malheureusement, les armateurs refusent l'emploi de ces moyens trop onéreux...

Plutôt que d'utiliser du fioul, pourquoi ne pas créer un navire totalement électrique? C'est le défi qu'a tenté de relever Victorien Erussard lorsqu'il a créé *Energy Observer*, un navire totalement autonome en énergie. En effet, celui-ci fonctionne à l'énergie renouvelable, alliant panneaux solaires, éoliennes et hydroliennes. Une partie de l'énergie alimente

une batterie à hydrogène, sur laquelle s'appuie le navire en cas de mauvaises conditions météo (absence de vent, nuages qui masquent le soleil...).

Energy Observer achèvera son tour du monde en 2022, après 6 ans de périple à travers les mers.



1. ADEME: Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie. Créée en 1991.

La pollution des avions

Depuis le début du XX^e siècle, les avions n'ont eu cesse d'évoluer. Désormais, ils ont une place importante dans le commerce mondial. Chaque seconde, un avion décolle.

Mais une telle cadence n'est pas sans conséquences. Des quantités astronomiques de carburant sont consommées tous les jours pour faire voler ces monstres de métal. De grandes quantités de gaz à effet de serre sont crachés par leurs réacteurs. En 2^e place en matière d'émissions de dioxyde de carbone, derrière la voiture, c'est un facteur non négligeable du réchauffement planétaire.

Les avions consomment un carburant appelé kérosène, qui produit beaucoup d'énergie. D'un point de vue environnemental, il possède l'avantage de n'émettre que du CO₂¹ et de la vapeur d'eau, mais l'inconvénient d'en émettre beaucoup...

Pour minimiser l'empreinte carbone des avions, certaines compagnies aériennes alimentent leurs avions avec du bio-kérosène, fabriqué à partir de déchets végétaux. Cela permet de réduire jusqu'à 80% des émissions provoquées par la combustion² du carburant.



1. Contrairement à certains gaz polluants, le CO₂ n'est pas directement «agressif» envers les organismes vivants et se contente de réchauffer la planète.
2. Combustion: fait de brûler quelque chose.

Les alternatives aujourd'hui

En attendant les voitures propres, les bateaux électriques et les avions écolos, on peut d'ores et déjà se déplacer au vert.

Tout d'abord, on a tendance à oublier le rôle de nos jambes! Oui, faire 5 kilomètres à pied chaque matin pour aller à l'école ou au travail, c'est tout à fait possible. C'est même très bon pour la santé, et la planète vous dira merci! D'ailleurs, de nombreux espaces routiers ont été réaménagés en trottoirs dans les grandes villes.

La bicyclette est une solution déjà adoptée par de nombreux citadins. Cela permet d'éviter les embouteillages tout en ayant une activité sportive. Si vous n'avez pas de vélo, certaines villes en proposent en libre service, comme les Bicloo à Nantes. Les pistes cyclables ont d'ailleurs gagné du terrain en ville... c'est une bonne nouvelle question sécurité, mais ce n'est pas encore suffisant pour pouvoir supplanter les voitures en ville.



Pour les plus longs trajets, les transports en commun demeurent pour le moment les plus intéressants en matière d'écologie. Le tramway et le train consomment peu d'énergie, ils restent parmi les moins polluants (voir rubrique «En images») à condition d'être électriques. Certains bus roulent déjà au gaz naturel, moins polluant que les produits pétroliers.

Si malgré tout vous avez besoin de prendre la voiture, le covoiturage peut être une bonne solution. En effet il permet d'optimiser les déplacements et de réduire la consommation de carburant, car une seule voiture transporte ainsi plus de passagers.

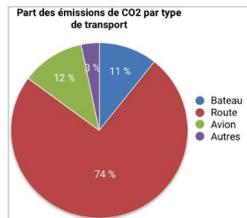
Avec toutes ces solutions, difficile de dire que réduire son empreinte carbone est trop compliqué. Il s'agit juste de se lancer! ;)

En chiffres...

- Seulement 2%¹ des Français vont au travail en vélo ou à pieds, même si celui-ci se trouve près de chez eux.
- Le transport est responsable de 25% des émissions de gaz à effet de serre, derrière la production énergétique et électrique (centrales électriques à charbon ou pétrole...), qui engendre 32% des émissions totales.
- Selon l'Université d'Harvard, 1 décès prématuré sur 5 serait imputable à la pollution atmosphérique dans le monde.

1. Selon *Le Monde*
2. Selon les chiffres *Citepa*.

En images...



Les transports du futur

À quoi ressembleront les transports du futur? Cette question, beaucoup se la sont posée, et les spéculations sont allées loin. Voitures volantes, drones-taxi et même téléportation. Mais pour que tout cela ne nuise pas à notre chère planète, il nous faut créer des véhicules entièrement écologiques.

Pour la route, l'idéal serait de créer des voitures électriques qui seraient alimentées par des énergies renouvelables (solaire, éolien...) et les batteries si polluantes que nous connaissons aujourd'hui seraient remplacées par des piles à hydrogène, totalement respectueuses de l'environnement. Des voitures à air comprimé pourraient aussi circuler.

Les navires du futur pourraient s'inspirer d'*Energy Observer* (voir rubrique «La pollution maritime»), et utiliser les énergies renouvelables pour naviguer au vert. Il faudrait néanmoins améliorer la vitesse car le modèle déjà existant fait actuellement du 7 kilomètre/heure! 😊

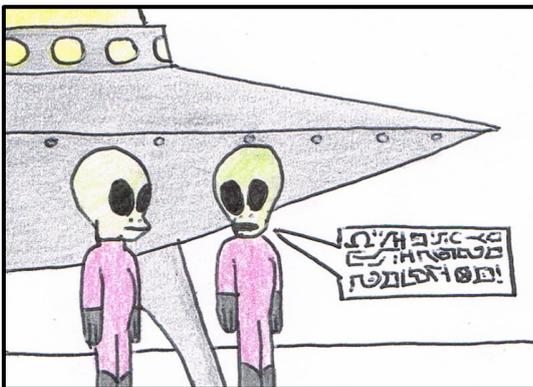
Le transport par les airs pourrait être assuré par des avions électriques à panneaux solaires ou à hydrogène. Une autre possibilité serait d'utiliser un kérosène neutre en carbone. Celui-ci émettrait du CO₂, oui, mais serait fabriqué à base du même gaz. Ainsi, le dioxyde de carbone serait puisé dans l'atmosphère puis relâché au terme de la combustion. Le kérosène deviendrait ainsi une énergie renouvelable! Ce projet est déjà à l'étude.



Une ville sans voitures, c'est possible?

Puisque les voitures posent tant de problèmes, pourquoi ne pas s'en débarrasser? Les routes et parkings pourraient ainsi être remplacés par des espaces verts, des aires de jeux... Les nuisances sonores seraient fortement réduites... mais peut-on vraiment se passer d'automobiles?

Oslo, capitale de la Norvège, a été la première à le prouver. Pour le découvrir, rendez-vous à cette adresse: <https://www.youtube.com/watch?v=drqulJbHmOg&t=1s>



- Ouh là! Ça pue dans le coin!



- On n'était pas censés trouver une espèce évoluée?
- Bah... On a dû se tromper de planète...