

VOITURE

Marcel Lacroix

Université de Sherbrooke

Armées aux pas d'animaux

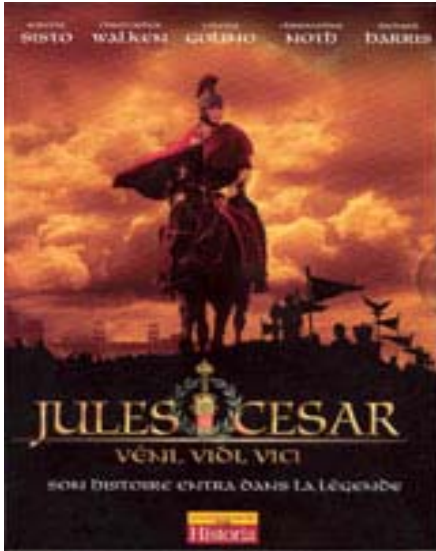


-219: Hannibal traverse les Alpes à dos d'éléphant pour envahir l'Italie.

Deux mille ans plus tard, en 1812, Napoléon envahit la Russie à dos de cheval.



Monarques à cheval

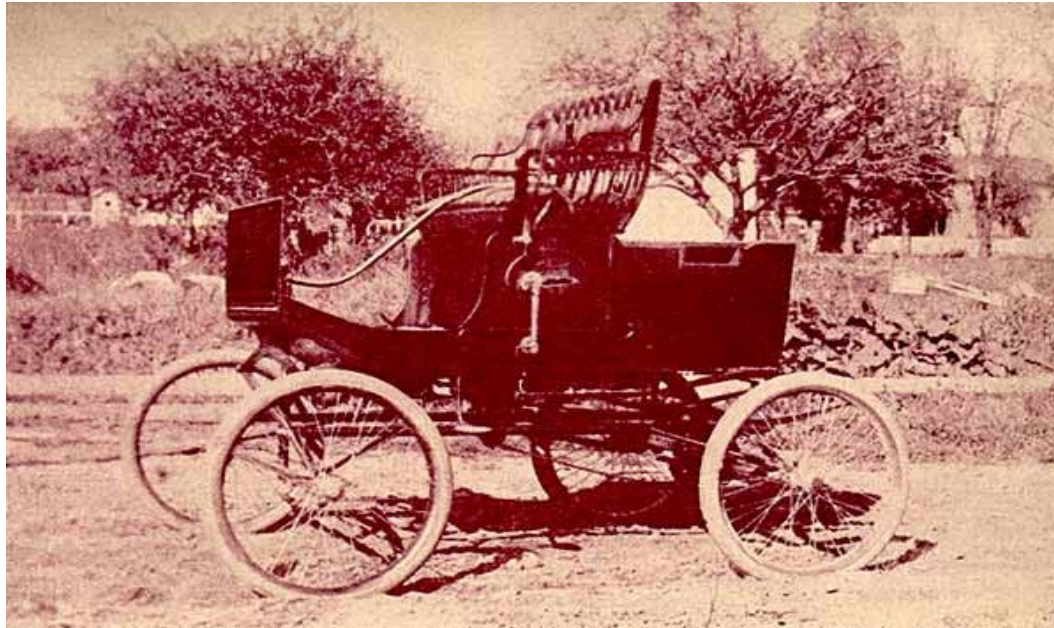


-45: Jules César, empereur romain, se déplace dans Rome à cheval.

1900: Victoria, reine de l'empire britannique, se déplace dans Londres à cheval.



L'invention de l'automobile en 1895 bouleversera le monde...



La voiture: une invention qui arrive à point

- **Au début du 20^{ème} siècle, la bicyclette était devenue un moyen de transport très populaire exigeant de bonnes chaussures.**
- **Au début du 20^{ème} siècle, le train encombrait les gares de biens. Les distribuer avec les moyens de transport traditionnels (charrettes) devenait de plus en plus difficile.**
- **Le marché de consommateurs était prêt pour un nouveau véhicule.**

Premier modèle T de Ford: 1908



1913: le modèle T, assemblé à la chaîne, coûte ~ 500\$ soit la moitié du salaire annuel moyen d'un travailleur. Ce prix relatif n'a guère changé ...

Progression fulgurante de la voiture

ANNÉE	STATISTIQUE
~ 1920	1 voiture/13 Américains
~ 1930	1 voiture/5 Américains
~ 1950	1 voiture/famille
~ 1975	1 voiture/travailleur
~ 1985	Plus d'une voiture/permis

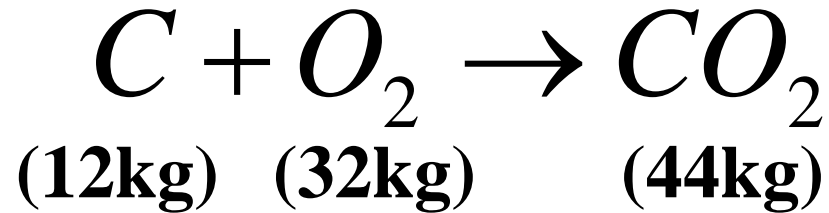
Avantages

- **Liberté, autonomie et indépendance à l'égard des transports de masse.**
- **Accès à un plus grand choix de logements.**
- **Accès à la propriété privée pour la classe moyenne.**
- **Décentralisation des villes.**
- **Développement de nouvelles industries: pétrolière, manufacturière, construction, etc.**

Inconvénients

- **Disparition de la vie et de l'économie de quartier.**
- **Pollution atmosphérique.**
- **Maladies reliées à la pollution.**
- **Accidents.**

Estimation des rejets annuels de CO₂ d'une voiture



$$\left(\frac{6l}{100km} \right) \cdot \left(\frac{0.7kg_C}{l} \right) \cdot \left(\frac{1200km}{mois} \right) \cdot \left(\frac{12mois}{année} \right) \cdot \left(\frac{3.66kg_CO_2}{kg_C} \right)$$

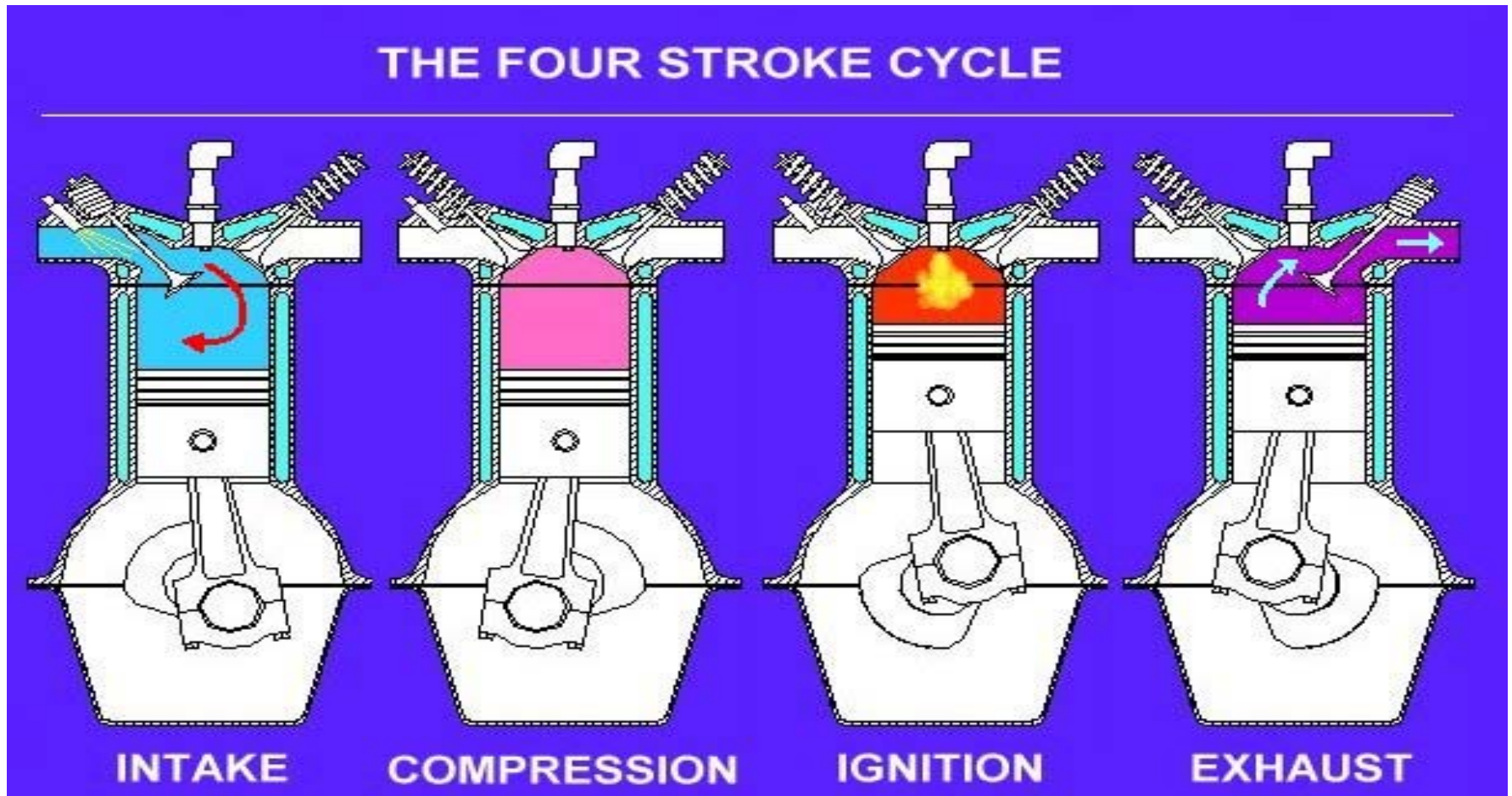
$$= 2200 \frac{kg_CO_2}{année} \quad (\text{corps humain: } \sim 260 \text{ kg_CO}_2/\text{année})$$

(1 litre d'essence ~ 2.5 kg_CO₂)

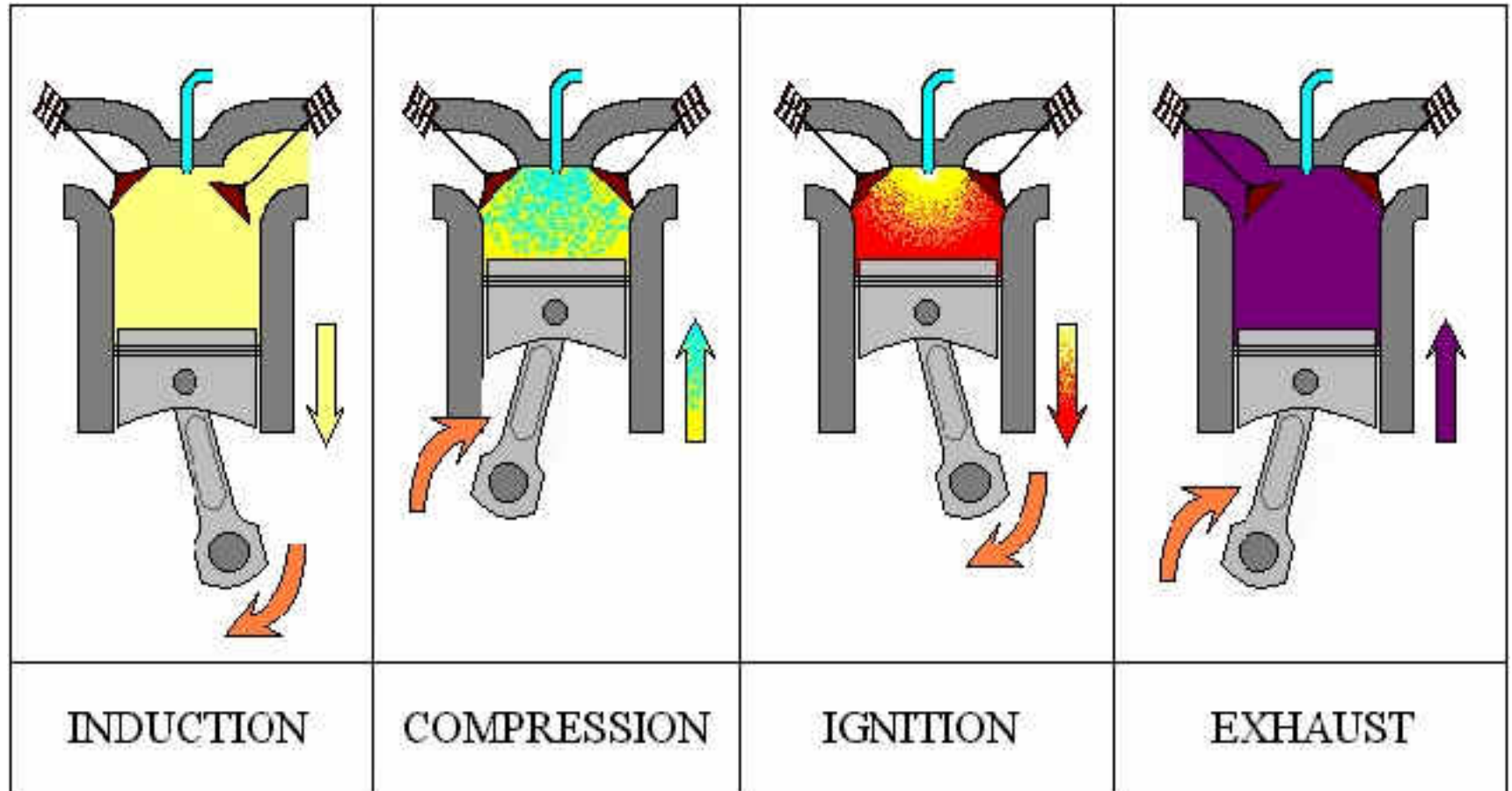
Technologies de l'automobile

Principe	Source d'énergie
Moteur combustion	Essence ou diesel
Moteur hybride	Combustible fossile + électricité
Moteur électrique	Électricité (batteries)
Moteur électrique	Électricité (piles à combustible)
Moteur combustion	Méthanol ou éthanol
Moteur combustion	Hydrogène
Turbine à gaz	Combustible fossile
Autre?	Autre?

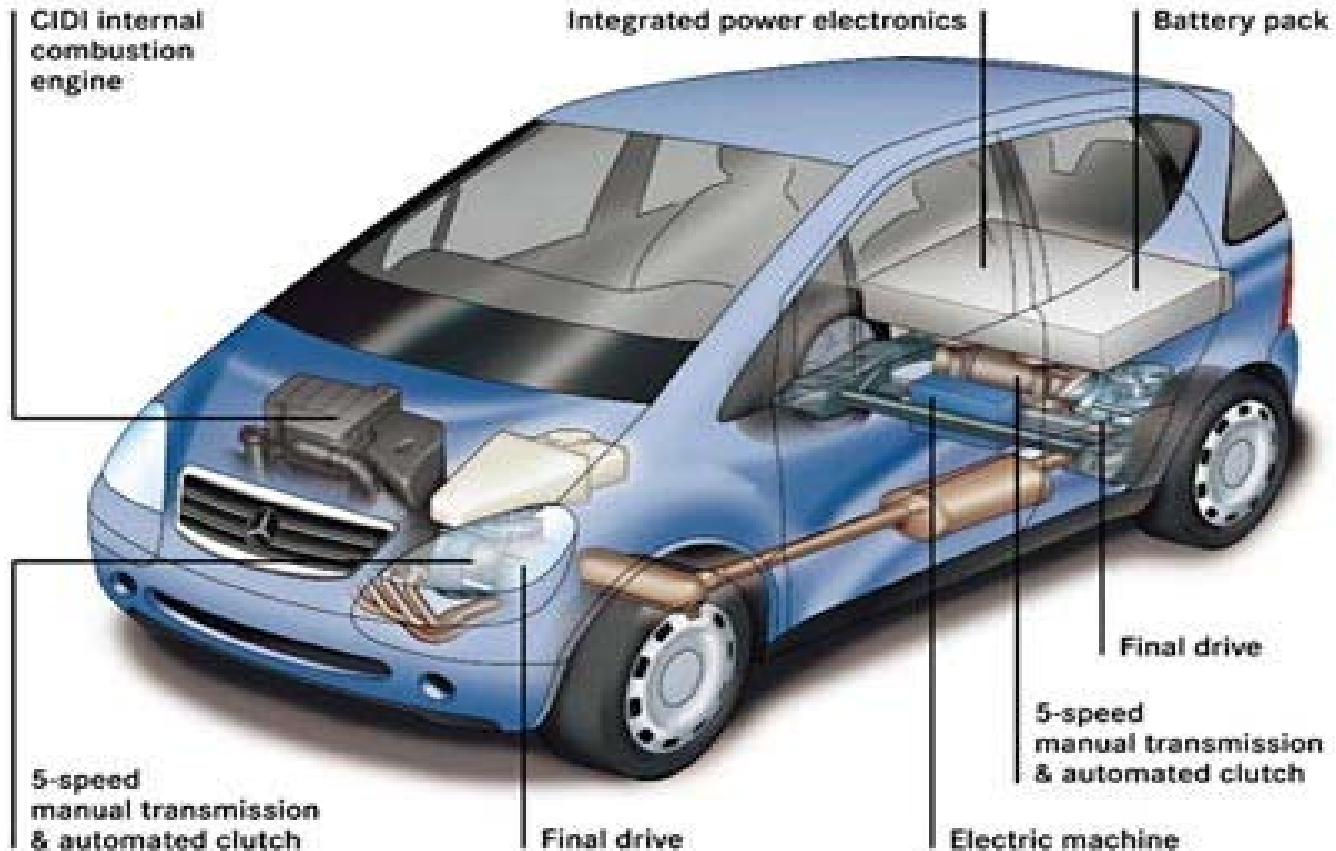
Moteur à essence: cycle d'Otto (air et combustible comprimés)



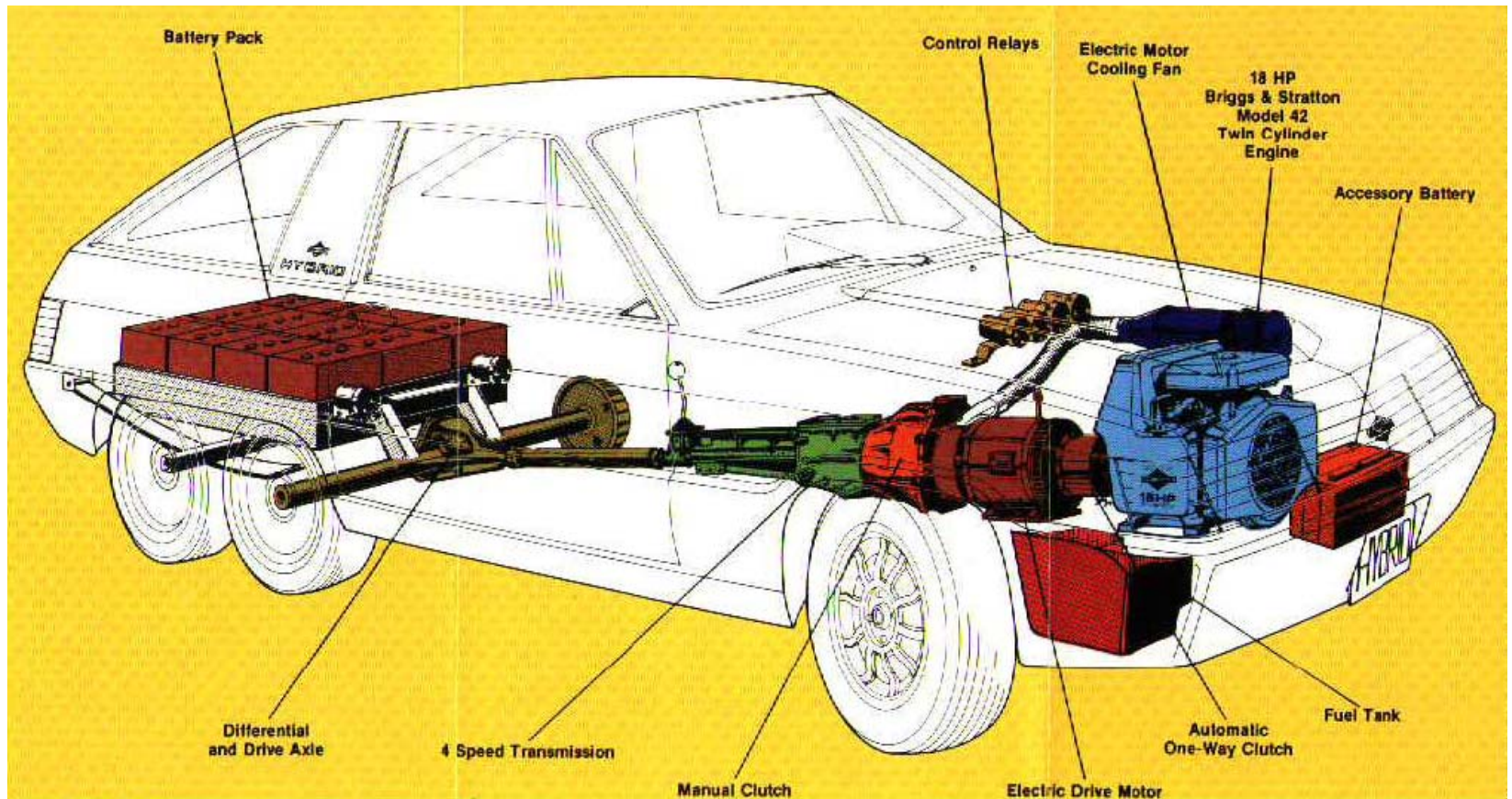
Moteur à diesel: cycle de Diesel (air comprimé)



Voiture hybride



Voiture électrique



Constats scientifiques et techniques à propos des voitures électriques

- **Le rendement du moteur électrique est supérieur au rendement du moteur à combustion interne.**
- **Le moteur électrique peut être démarré et arrêté rapidement et fréquemment.**
- **Le système de propulsion du moteur électrique est plus simple et plus léger.**
- **Le moteur électrique peut récupérer sous forme d'électricité l'énergie dépensée lors du freinage.**

Constats scientifiques et techniques à propos des voitures électriques

- **Énergie: Elle n'est ni produite ni détruite. Elle est transformée d'une forme à une autre (1^{ère} loi)...**
- **Énergie: Chaque fois qu'elle est transformée, sa qualité diminue (2^{ème} loi)...**
- **L'électricité et l'hydrogène ne sont pas des formes d'énergie primaires. Elles doivent donc être produites et stockées!**

Voitures hybrides/électriques

- **Production d'électricité: L'eau? Peut-être; le vent? Inintéressant; le charbon ou l'uranium? Non!**
- **Stockage d'électricité: accumulateurs électriques décevants: ~ 150 kJ/kg (comparés aux ~ 47 000 kJ/kg pour les combustibles fossiles)!**
- **Stockage d'électricité: des centaines de kilos d'accumulateurs électriques embarqués et faits de matières nocives comme le plomb/acide, le nickel/cadmium, etc.**

Constats techniques à propos de l'hydrogène

- **Production: D'où provient-il? Comment il en coûte pour le produire? Quels sont les effets sur l'environnement de sa production, de son transport et de sa distribution?**
- **Stockage: Comment faire?**

Constats techniques à propos de la turbine à gaz

- **Consommation de carburant supérieure à celle du moteur à combustion interne.**
- **Tolérances mécaniques dix fois plus exigeantes que celles des moteurs à combustion interne.**
- **Coûts de fabrication élevés.**

PARADOXES

- 1. Petite voiture: ~ 1000 kg de métal; personne: de taille moyenne: ~ 70 kg de chair.**
- 2. Petite voiture: ~ 100kW; Bungalow: ~ 24kW.**
- 3. Comment les générations futures percevront-elles leur ancêtres qui, pour franchir un demi kilomètre, se déplaçait dans des caisses faites de ~1000 à 3000 kg de métal en utilisant une puissance ~ 4 à 12 fois plus grande que celle de leur maison?**

PARADOXES

Véhicule	Masse (kg)	kg métal/kg chair*
Bicyclette (1 pers.)	~ 10	~ 0.15
Autobus (30 pers.)	~ 10 000	~ 5
Automobile (1 pers.)	~ 1 000	~ 15

***1 personne: ~ 70 kg de chair**

PARADOXES

Véhicule	Puissance (kilowatt)	Puissance/masse chair (W/kg) *
Bicyclette (1 pers.)	~ 0.2	~ 3
Autobus (30 pers.)	~ 150	~ 70
Automobile (1 pers.)	~ 100	~ 1500

***1 personne: ~ 70 kg de chair**

AVENIR DE LA VOITURE

- **Réduire la masse des véhicules.**
- **Réduire la puissance des véhicules.**
- **Réduire la complexité et les coûts.**
- **Réduire aussi les prix de ces véhicules.**
- **Développer des nouveaux combustibles.**
- **Récupérer l'énergie dissipée dans les freins.**
- **Développer de nouveaux démarreurs.**
- **Et changer les attitudes et comportements des consommateurs et automobilistes!**