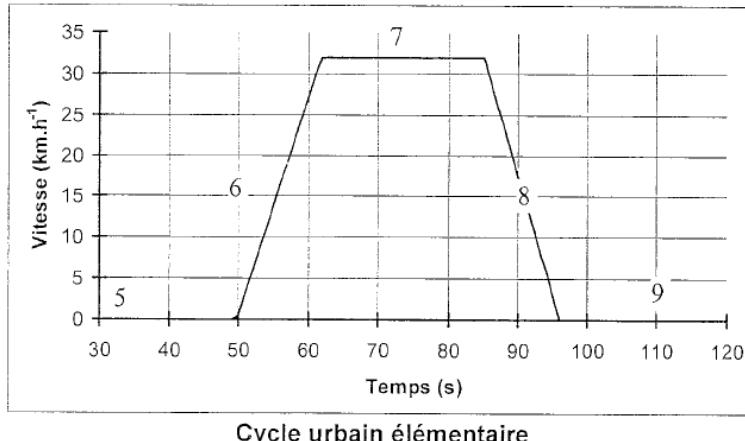


LUTTE CONTRE L'EMISSION DES GAZ A EFFET DE SERRE : LA VOITURE HYBRIDE

PARTIE A : ETUDE DU COMPORTEMENT D'UN VEHICULE HYBRIDE

A.1 ETUDE MECANIQUE

A.1.1 Phase 6 : la vitesse augmente donc accélération, phase 7 : la vitesse est constante donc la vitesse est stabilisée et phase 8 : la vitesse diminue donc décélération.



Cycle urbain élémentaire

Phase N°	Type de Phase	Accélération (m.s ⁻²)	Vitesse (km.h ⁻¹)	Durée de la phase (s)	Temps total (s)
5	Arrêt		0	21	49
6	Accélération		0-32	12	61
7	vitesse stabilisée		32	24	85
8	décélération		32-0	11	96
9	Arrêt		0	21	117

Tableau récapitulatif

A.1.2 a)

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

b) a s'exprime en m.s^{-2} , Δv s'exprime en m.s^{-1} et Δt s'exprime en s.

c) Phase 5 : la voiture est à l'arrêt donc $a = 0 \text{ m.s}^{-2}$

Phase 6 : $32 \text{ km.h}^{-1} = 32/3,6 = 8,89 \text{ m.s}^{-1}$

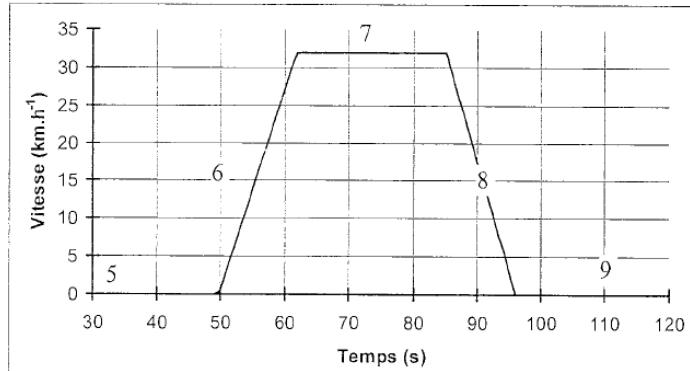
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{8,89 - 0}{12} = 0,74 \text{ m.s}^{-2}$$

Phase 7 : la vitesse est constante donc $a = 0 \text{ m.s}^{-2}$

Phase 8 : $32 \text{ km.h}^{-1} = 32/3,6 = 8,89 \text{ m.s}^{-1}$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 8,89}{11} = -0,81 \text{ m.s}^{-2}$$

Phase 9 : la voiture est à l'arrêt donc $a = 0 \text{ m.s}^{-2}$



Cycle urbain élémentaire

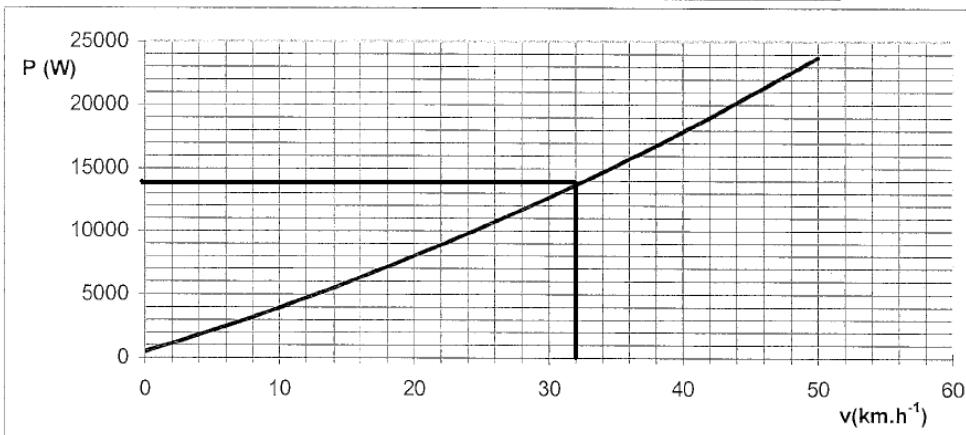
Phase N°	Type de Phase	Accélération (m.s⁻²)	Vitesse (km.h⁻¹)	Durée de la phase (s)	Temps total (s)
5	Arrêt	0	0	21	49
6	Accélération	0,74	0-32	12	61
7	vitesse stabilisée	0	32	24	85
8	décélération	-0,81	32-0	11	96
9	Arrêt	0	0	21	117

Tableau récapitulatif

A.1.3 On peut repérer la phase pour laquelle l'accélération du véhicule est la plus importante lorsque le coefficient direction (pente) de la droite est le plus important.

A.1.4 D'après le document en annexe 1, la puissance motrice délivrée par le moteur en fin de phase 6 (vitesse de 32 km.h⁻¹) est de 13500 W

Puissance motrice en fonction de la vitesse pour la phase 6



A.1.5 Le moteur électrique est capable à lui seul de garantir cette force motrice jusqu'à la fin de la phase 6 car, d'après le document en annexe 1, il peut fournir une puissance de 15 kW soit 15000 W ce qui est supérieur à la puissance à la fin de la phase 6.

A.2 Etude de la récupération de l'énergie.

A.2.1 Lors de la phase 7, la vitesse est $32 \text{ km.h}^{-1} = 32/3,6 = 8,89 \text{ m.s}^{-1}$

$$E_C = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 1073 \times 8,89^2 = 4,24 \times 10^4 \text{ J}$$

A.2.2 Le rendement est de 70 %

$$\eta = \frac{E_{utile}}{E_{absorbée}} = \frac{E_{électrique}}{E_{mécanique}}$$

$$E_{électrique} = \eta \times E_{mécanique} = 0,7 \times 4,24 \times 10^4 = 2,97 \times 10^4 \text{ J}$$

A.2.3 Pour calculer l'énergie perdue E_P , on peut utiliser les relations $E_P = E_C - E_E$ et $E_P = 0,3 \times E_C$

A.2.4 Pour le véhicule étudié :

$$E_P = E_C - E_E = 4,24 \times 10^4 - 2,97 \times 10^4 = 1,27 \times 10^4 \text{ J}$$

Pour le véhicule de 2000 kg :

$$E_C = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2000 \times 8,89^2 = 7,9 \times 10^4 \text{ J}$$

$$E_E = \eta \times E_C = 0,7 \times 7,9 \times 10^4 = 5,53 \times 10^4 \text{ J}$$

$$E_P = E_C - E_E = 7,9 \times 10^4 - 5,53 \times 10^4 = 2,37 \times 10^4 \text{ J}$$

A.2.5 La valeur de l'énergie perdue augmente lorsque la masse du véhicule augmente. C'est pour cela que l'on cherche à avoir un véhicule hybride le plus léger possible pour diminuer les pertes d'énergie.

A.2.6 Les véhicules hybrides n'ont que peu d'intérêt dans le cas d'une utilisation autoroutière car il s'agit essentiellement du moteur thermique qui fonctionne donc il n'y a pas de différence avec une voiture à moteur thermique uniquement.

PARTIE B : ETUDE DU MOTEUR THERMIQUE

B.1 Le carburant

B.1.1 D'après le document en annexe 1, le PCS tient en compte la chaleur de condensation de la vapeur d'eau produite lors de la condensation. Or dans le cas de la combustion, la vapeur d'eau reste à l'état vapeur à l'issue de la combustion c'est donc pour cela que l'on retient le PCI.



B.1.3 D'après les unités, on la relation :

$$PCI_{vol} = PCI_{mol} \times \frac{\rho}{M} = 1,31 \times \frac{793}{46} = 22,6 \text{ MJ.L}^{-1}$$

B.1.4

$$n_{\text{éthanol}} = \frac{m}{M} \quad \text{or} \quad m = \rho \times V \quad \text{donc} \quad n_{\text{éthanol}} = \frac{\rho \times V}{M} = \frac{793 \times 1}{46} = 17,2 \text{ mol}$$

D'après l'équation de la réaction, on a la relation :

$$\frac{n_{\text{C}_2\text{H}_6\text{O}}}{1} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{2}$$

$$n_{\text{CO}_2} = 2n_{\text{C}_2\text{H}_6\text{O}} = 2 \times 17,2 = 34,5 \text{ mol}$$

$$m_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \times M_{\text{CO}_2} = 34,5 \times 44 = 1517 \text{ g} = 1,5 \text{ kg}$$

B.1.5 La combustion d'un litre d'E85 rejette 1,65 kg de CO₂ donc pour 5,5 L soit pour 100 km $1,65 \times 5,5 = 9,075 \text{ kg}$. Donc pour un kilomètre : $0,09075 \text{ kg} = 90,75 \text{ g}$. D'après le document, ce véhicule est donc de classe A.

B.1.6 Le pouvoir calorifique du SP95 est de 35,5 MJ.L⁻¹ et celui du E85 est de 24,6 MJ.L⁻¹.

$$5,5 \text{ L} \rightarrow 35,5 \text{ MJ.L}^{-1}$$

$$V \rightarrow 24,6 \text{ MJ.L}^{-1}$$

$$V = \frac{5,5 \times 24,6}{35,5} = 3,8 L$$

B.2 La chaîne énergétique

B.2.1 Rendement du moteur essence :

$$\eta = \frac{E_{utile}}{E_{absorbée}} = \frac{4}{15} = 0,267 \text{ soit } 26,7\%$$

Energie thermique (perdue) du moteur essence :

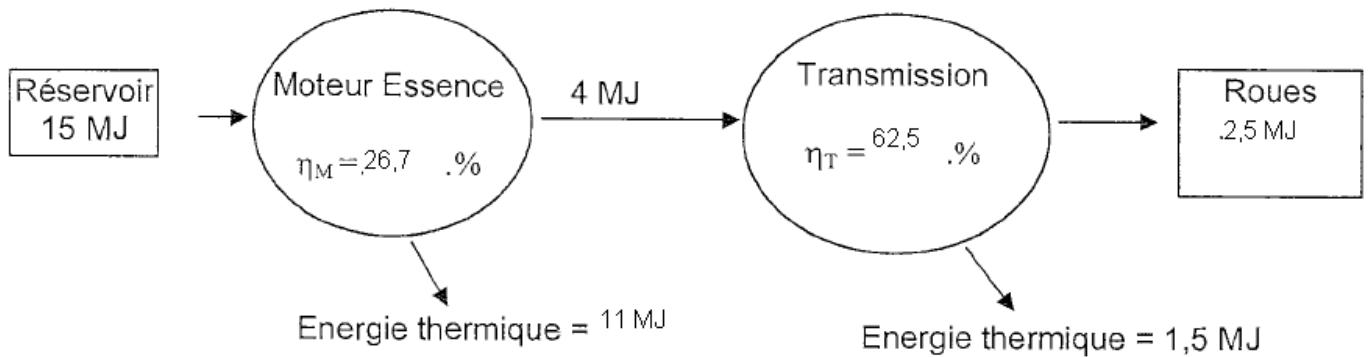
$$E_{thermique} = E_{absorbée} - E_{utile} = 15 - 4 = 11 \text{ MJ}$$

Energie transmise aux roues :

$$E_{transmise \text{ aux roues}} = E_{absorbée} - E_{thermique} = 4 - 2,5 = 1,5 \text{ MJ}$$

Rendement transmission :

$$\eta = \frac{E_{utile}}{E_{absorbée}} = \frac{2,5}{4} = 0,625 \text{ soit } 62,5\%$$



Chaîne énergétique du moteur thermique

B.2.2 Dans le cas d'une voiture hybride, le moteur électrique est réversible. Il peut être utilisé comme générateur pour recharger la batterie ou comme moteur pour faire avancer la voiture.

PARTIE C : ÉTUDE AUTOUR DE LA CONSOMMATION DU MOTEUR THERMIQUE

C.1 Principe de la mesure de la consommation instantanée par relevé du niveau dans le réservoir.

$$C.1.1 \quad V = S \times N$$

C.1.2 La consommation moyenne du véhicule est de $5,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Donc au bout d'une heure, la consommation sera de $5,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.

$$\Delta V = S \times \Delta N \quad \text{donc} \quad \Delta N = \frac{\Delta V}{S} = \frac{5,5 \times 10^{-3}}{0,2} = 0,0275 \text{ m} = 2,75 \text{ cm}$$

C.1.3 La consommation moyenne du véhicule est de $5,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ en 1 heure donc pour 1 s, la consommation sera de $5,5 \cdot 10^{-3} / 3600 = 1,53 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

$$\Delta V = S \times \Delta N_{inst} \quad \text{donc} \quad \Delta N_{inst} = \frac{\Delta V}{S} = \frac{1,53 \times 10^{-6}}{0,2} = 7,64 \times 10^{-6} \text{ m} = 7,64 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

C.2 Faisabilité du principe

$$C.2.1 \quad \Delta N_{capt} = H \times 0,3 = 30 \times 0,01 = 0,3 \text{ cm}$$

C.2.2 $\Delta N_{capt} > \Delta N_{inst}$ donc on ne peut pas déterminer la consommation instantanée à partir de la mesure du niveau dans le réservoir.

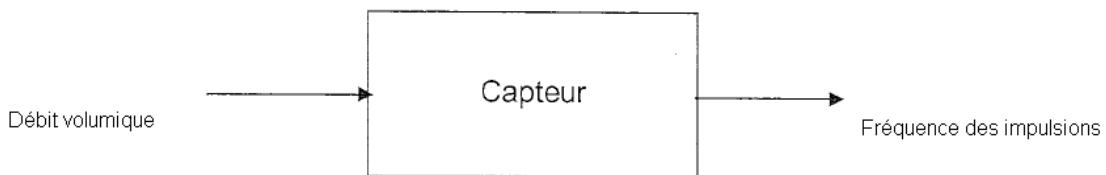
C.3 Etude d'une solution alternative

C.3.1 consommation moyenne :

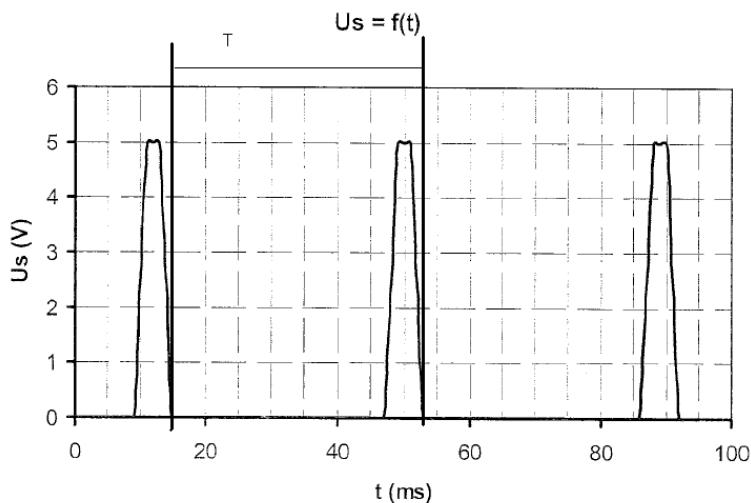
$$\text{consommation} = 5,5 \times 10^{-3} \times \frac{1000}{60} = 0,092 \text{ L.min}^{-1}$$

C.3.2 Le débit maximum étant de $0,4 \text{ L.min}^{-1}$, on peut choisir le capteur de référence 803. La valeur de K est 17000.

C.3.3 La grandeur d'entrée est le débit volumique et la grandeur de sortie est la fréquence des impulsions.



C.3.4 a) La valeur de la période T est de $53 - 15 = 38 \text{ ms}$



$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{38 \times 10^{-3}} = 26,3 \text{ Hz}$$

b) Cette fréquence correspond à 26,3 impulsions par seconde donc pour une minute $26,3 \times 60 = 1416$ impulsions.

c) Le facteur K correspond au nombre d'impulsions généré pour la consommation d'un litre de carburant.

d) Pour le capteur choisi, le facteur K est de 17000. Donc cela correspond à 17000 impulsions pour une consommation de 1 L. L'essai a été réalisé pour une consommation de 92×10^{-3} L. Cela correspond à $17000 \times 92 \times 10^{-3} = 1564$ impulsions. L'essai est donc concluant car on retrouve approximativement (à 10 % près) la valeur déterminée avec le calcul de la fréquence.