

# Que peut bien représenter l'énergie que nous utilisons sans trop compter ?

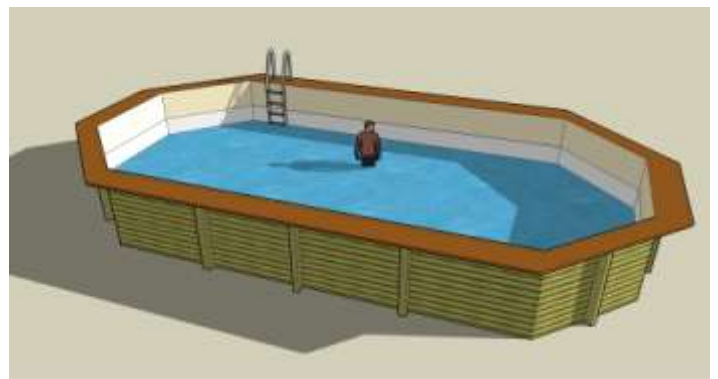
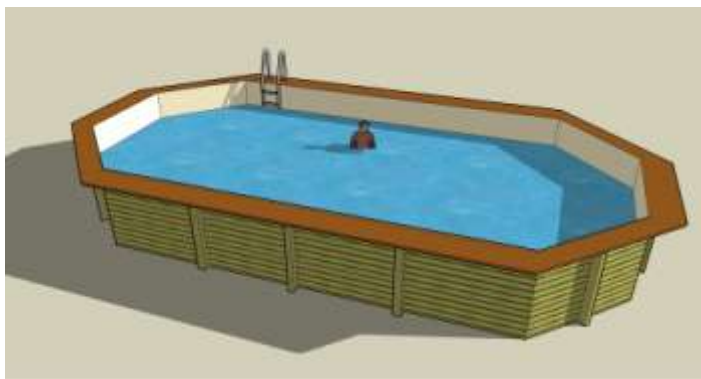
## Préliminaire

Il existe de multiples sources d'énergie comme par exemple le solaire, l'hydraulique, le nucléaire, le thermique, le chimique. Ce constat permet de comprendre pourquoi il existe tant d'unités d'énergie telles que le kWh (Kilowattheure), la c (calorie), la C (Calorie), la Tep (Tonne équivalent pétrole), le J (Joule), le BTu (British thermal unit), le MAP (Mètre cube Apparent de Plaquette). Les conversions énergétiques existent mais elles ne sont pas toujours aisées et comme par exemple pour le MAP, elles peuvent dépendre de paramètres externes comme le taux d'humidité du bois.

Mais le constat le plus fort que l'on puisse faire est que pour la plupart du temps, ces unités sont difficiles à comprendre le sens physique et n'ont que très peu de liens (en dehors d'une conversion en une autre unité de mesure qui s'appelle l'Euro) avec notre quotidien. De ce fait, on dépense sans trop compter et sans se rendre compte à quel point l'énergie devrait être considérée comme précieuse. Afin de mettre les pieds sur terre, je propose en toute humilité de créer une nouvelle unité puis de passer notre vie au filtre de cette nouvelle unité. Je précise que cette démarche est très largement inspirée de la réflexion de Monsieur Jean Marc JANCOVICI décrite sur son site internet ([www.manicore.com](http://www.manicore.com))

## Unité : vidange piscine

Afin de bien comprendre à quoi peut correspondre la nouvelle unité énergétique dénommée VP (Vidange Piscine), il suffit de s'imaginer une piscine rectangulaire de 6 mètres de large, de 12 mètres de long, de hauteur de mur de 1,75 mètre et contenant 1 mètre d'eau (donc au total 72 mètres cubes d'eau). On veut vider cette piscine. Comme la température de l'eau est encore assez clémente, on se met en maillot de bain, puis debout dans la piscine, on commence la vidange avec un seau (qui doit bien entendu être versé au-delà de la hauteur de 1,75 mètre du mur). Toutefois, au bout d'un certain temps (à définir, mais j'avoue n'avoir pas fait l'expérience !) on souhaite se reposer après avoir vider la moitié de la piscine soit 36 mètres cube. Le niveau de l'eau étant donc à 0,50 mètre du fond, on peut considérer que l'on élève de l'eau sur une hauteur moyenne de 0,75 mètre.



Le travail correspondant est donc le déplacement d'une masse de 36 tonnes (soit 36 000 kilogrammes, soit approximativement 360 000 Newton) sur une hauteur de 1 mètre (1,75 mètre – 0,75 mètre) ce qui nous donne 360 000 Joules (unité légale de mesure de l'énergie). On peut donc maintenant écrire l'équivalence suivante :

$$1 \text{ Vidange Piscine} = 360\,000 \text{ J} \quad \longleftrightarrow \quad 1 \text{ VP} = 360\,000 \text{ J}$$

## Conversion kWh en VP

Pour beaucoup de personnes, l'unité la plus couramment utilisée pour mesure d'énergie est le kilowattheure. C'est en effet avec cette unité qu'est mesurée notre consommation d'électricité par exemple et c'est avec cette unité que l'on a une conversion de notre énergie en une autre unité qui s'appelle l'Euro. Pour obtenir le lien avec notre nouvelle unité, il faut traduire le kilowattheure en Joule. Pour cela on va exprimer notre kilowattheure en wattseconde, qui est en fait le Joule. On obtient facilement :

$$1 \text{ kWh} = 1\,000 \text{ Wh} = 3\,600\,000 \text{ J}$$

Il convient ici de noter que la conversion de kWh en Ws se fait en multipliant 1000 par 3 600 (nombre de secondes dans une heure. La conversion de km/h (improprement appelé kilomètreheure au lieu de kilomètre par heure) en M/s se fait en divisant 1 000 par 3 600.

Avec notre lien établi précédemment, on obtient donc facilement :

$$1 \text{ kilowattheure} = 10 \text{ Vidange Piscine} \quad \Leftarrow \Rightarrow \quad 1 \text{ kWh} = 10 \text{ VP}$$

## Quotidien en VP

Nous avons donc maintenant tous les outils pour exprimer en vidange piscine notre consommation énergétique quotidienne. On obtient les résultats suivants :

- Une ampoule électrique de 100 watt qui éclaire pendant une heure = 1 VP
- Un aspirateur de 2 400 watt utilisé pendant 2 minutes et 30 secondes = 1 VP
- Une cafetière de 1 kW qui fonctionne 6 minutes pour faire couler le café = 1 VP
- Une heure de chauffage avec un radiateur électrique de 1 500 W = 15 VP
- Un déplacement de 20 km avec une voiture qui consomme 5 litres au 100 kilomètres = 100 VP (1 litre d'essence est équivalent à 10 kWh)
- La consommation énergétique totale (incluant transport, chauffage, alimentation, construction logement, biens mobiliers ...) sur une année d'un français = 470 000 VP soit 1 287 VP par jour

Il est aussi possible de présenter les choses sous un autre angle. Par exemple, on peut dire que pour produire l'énergie nécessaire à l'éclairage d'une ampoule électrique de 100 watt pendant une heure, il faut qu'il y ait 36 tonnes d'eau qui descendent d'un mètre dans un barrage hydraulique (ou encore 360 kg qui fassent une chute de 100 mètres). Il est à noter que ce raisonnement simpliste ne prend pas en compte le rendement des installations et du transport, ce qui a tendance à aggraver la situation.

## La commune de Tramayes en VP

Les économies annuelles d'énergie liées à l'extinction de l'éclairage public se montent à 60 000 kWh. La commune a environ 1 000 habitants. Pour retrouver une quantité énergétique équivalente, il faudrait pratiquement que chaque habitant (bébé comme pépé !) fasse 12 VP par semaine, soit 2 par jour si l'on accorde un jour de congé hebdomadaire. Inutile de préciser que le nombre augmente sérieusement si l'on estime que seule la population active peut vider des piscines.

La chaufferie au bois déchiqueté de Tramayes produit environ 1 GWh (1 000 000 kWh) d'énergie utile en chauffage par an. En considérant que la France compte environ 60 000 000 d'habitants, il faudrait donc qu'un habitant sur soixante fasse dans l'année une VP pour retrouver la quantité énergétique équivalente. Le double problème est que la chaufferie de Tramayes ne chauffe qu'une petite partie de l'habitat tramayon et que la France compte approximativement 36 000 communes dont la taille moyenne en habitant est pratiquement le double de celle de Tramayes.

En présentant les choses différemment, on sait que la commune de Tramayes a une surface de 1 800 ha (soit 18 000 000 m<sup>2</sup>, soit encore 250 000 piscines de 72 m<sup>2</sup>). La pluviométrie annuelle étant environ d'un mètre, pour obtenir l'énergie utile annuelle de la chaufferie bois de Tramayes (qui représente 10 000 000 VP), il faudrait stoker toute l'eau de pluie de l'année puis la faire chuter de 200 mètres.

### **Autre unité : l'Homme Tour Eiffel**

On peut aussi noter que l'unité VP est équivalente, au problème de rendement près, à une unité Homme Tour Eiffel (HTE en abrégé). Pour visionner cette dernière unité, il suffit d'imaginer un homme de 80 kg portant une charge de 40 kg et gravissant par les escaliers 300 m sur la tour Eiffel. Cette dernière unité peut sembler plus simple à réaliser pour un homme que l'unité Vidange Piscine, mais il faut réaliser que pour l'HTE on utilise essentiellement nos jambes alors que pour le VP ce sont nos bras qui travaillent. Comparez les deux muscles dans les deux cas et vous comprendrez la différence apparente.

### **Dernière unité : la Chute Camion**

Une autre façon d'apprécier notre énergie est d'imaginer une personne qui, à l'aide d'un cric manuel et de calles, soulève un camion routier (masse totale évaluée à 36 tonnes) sur une hauteur de 10 m. En retombant, ce camion peut nous fournir une énergie égale à 1 kWh. Bien entendu, dans cette dernière application, il faudra faire attention à la stabilité de la structure ?



L'unité "chute de camion" est décrite dans la diapositive 8 avec le lien suivant : <http://www.tramayes.com/15janvier2010/MM/index.html>.

### **Et le rendement ?**

Dans tout notre propos, la notion de rendement a été volontairement négligée afin de ne pas complexifier. Mais il ne faut pas perdre de vue qu'en intégrant le rendement, nous augmentons le déficit énergétique. Dans le cas de la vidange piscine, l'énergie dépensée par « le videur » n'est pas simplement égale à 360 000 joules. En effet

il déplace beaucoup plus que 36 tonnes d'eau. Le seau fait régulièrement des allers – retours. De même pour les bras et il sera certainement nécessaire de fléchir le buste. Tout cela est très consommateur d'énergie, pour s'en rendre compte il suffit d'aller dans des salles de musculation. Ensuite les calories alimentaires absorbées par notre personnage sont encore plus élevées car, comme toute machine thermique, notre corps humain a un rendement qui lui est propre et qui n'est pas très élevé. On peut demander par exemple à Monsieur CARNOT une approximation. Enfin, de l'autre côté de la chaîne, les 36 tonnes élevées à un mètre de hauteur ne pourront pas donner directement 360 000 joules en énergie électrique (pour notre cafetière par exemple). Cela va nécessiter le passage dans une machine compliquée capable de transformer notre énergie hydraulique en énergie électrique (turbine associée à une génératrice par exemple). Et comme notre cafetière n'est pas juste à côté de la production d'énergie électrique, il faut penser à transporter cette dernière dans des fils plus ou moins longs et alors Monsieur JOULE (le même que pour l'unité) nous déclare qu'il y a une perte dû au passage du courant qui chauffe les fils.

En définitive, comme les rendements des différents appareils mis bout à bout sont à multiplier entre eux pour obtenir le rendement global de l'installation, comme aucun des rendements ne peut hélas être supérieur à 1, on peut craindre que le rendement global de l'installation soit plutôt proche de 0,1. En d'autres termes, pour notre café, le vidangeur piscine aura en fait absorbé sous forme alimentaire environ 3 600 000 Joules.

Pour les personnes non convaincues, on peut reprendre l'exemple de l'Homme Tour Eiffel qui aura apporté une masse « utile » de 40 kg à une hauteur de 300m. En laissant tomber cette masse, on pourra au mieux obtenir une énergie égale à 120 000 Joules, soit le tiers de l'énergie dépensée pour monter cette masse. Donc sur cet exemple, sans prendre en compte d'autres pertes, le rendement est de 0,33. Quel peut être le rendement dans le cas d'utilisation d'une voiture de 800 kg (sans son conducteur !) pour transporter une baguette de pain de 0,25 kg ?

## **Conclusion**

La moindre économie d'énergie (changement d'ampoule, baisse de température, déplacement à pied ...) engendre immédiatement des économies de Vidange Piscine. Si nous avons effectivement à produire l'énergie que nous consommons à la force de nos bras et de nos jambes (un peu à l'image de certains habitants de notre planète), nous serions beaucoup plus enclins à limiter nos dépenses énergétiques. On se plaint que l'énergie est trop chère, mais pensez vous trouver facilement quelqu'un qui accepterait de vider 100 piscines (énergie équivalente à un litre d'essence) en échange d'un Euro vingt (prix d'un litre d'essence en 2009) ? De plus pensez-vous qu'il sera facile de trouver une personne, même un chômeur, qui accepterait pour 1,2 € de soulever un camion de 36 tonnes sur une hauteur de 10 mètres ? Enfin, lors de la chute du camion, n'allons-nous pas obtenir pour plus d'un euro vingt de dégâts ?

*Michel MAYA, Maire de Tramayes, Professeur agrégé de mécanique*