BTS EEC 2019 - Corrigé

A.

A.1.1. Volume d'eau dans la piscine $V_{piscine}=L\times l\times h=50\times 25\times 3$ =3,75 .10^3 m³ soit pour deux vidanges un volume double de **7,5.10^3 m³**

A.1.2.
$Q_{vidange}=\rho\times 2\times V_{piscine}\times c_{eau}\times(\theta_c-\theta_f)=1000\times 7{,}5.10^3\times 4{,}18.10^3\times(25-12)$

=**4,1.10^{11} J**

A.1.3. Au cours d'une vidange il faut fournir la moitié de cette énergie en

Δt=72h=72 × 3600s donc $P=\frac{\frac{Q_{vidange}}{2}}{\Delta t}=\frac{4{,}1.10^{11}}{2\times 72\times 3600}$ = **7,9.10^5 W**

A.2.

A.2.1. Les pertes thermiques se produisent lorsque la piscine est remplie et l'eau chaude, donc en dehors des jours nécessaires pour réchauffer l'eau après vidange, qui représentent deux fois 72h soit 6 jours par an.

On a donc une énergie perdue par an

$Q_{pertes/an}=Q_{pertes/jour}\times(365{,}25-6)$ = **1,8.10^{13} J**

A.2.2. On constate que l'ordre de grandeur de l'énergie $Q_{pertes/an}$ est environ 100 fois celui de $Q_{vidange}$. On pourra donc effectivement négliger $Q_{vidange}$ devant $Q_{pertes/an.}$

A.2.3. Le débit d'évaporation surfacique est D=0,240 L.h^{-1} .m^{-2}

Pour la piscine et par jour, le volume évaporé est

$V=D\times S\times\Delta t=0{,}240\times 50{,}0\times 25{,}0\times 24$ =**7,20.10^3 L**

A.2.4. La vaporisation est un phénomène endothermique car de l'énergie est nécessaire pour rompre les liaisons faibles entre les molécules du liquide. L'évaporation va donc contribuer à refroidir l'eau du bassin.

A.2.5. L'énergie absorbée par la vaporisation d'un volume V d'eau, de masse $m=\rho\times V$, est égale à

$Q_{vap}=m\times L_{vap}=\rho\times V\times L_{vap}=1000\times 7{,}20\times 2{,}454.10^6$ = **1,77.10^{10} J**

La valeur donnée pour les pertes thermiques par jour est $Q_{pertes/jour}$=50.10^9 J =5 .10^{10} J.

Les pertes par évaporation représentent $\frac{1{,}77.10^{10}}{5{,}0.10^{10}}$ **=35 % des pertes**.

A.2.6.

A.2.6.1. La flèche 3 représente le transfert thermique par conduction (de proche en proche, dans la matière)

A.2.6.2. Le mode de transfert masqué se fait « par le mouvement de l'eau et le mouvement de l'air ». Le mode de transfert dû au mouvement des fluides est la convection.

A.2.6.3. Le troisième mode de transfert thermique possible est le rayonnement (flèche 1)

B.

B.1.1. $CH_4 + 2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$

B.1.2. $m=\frac{Q_{pertes/an}}{PCS_{méthane}}=\frac{1,8.10^{13}}{55.10^{6}}$ = 3,3.10^5 kg =**3,3 . 10^2 t**

$n=\frac{m}{M(CH_4)}$ avec

$M(CH_4)=M(C)+4\times M(H)$ = 16,0 g.mol^{-1} = 0,016 kg.mol^{-1}

Donc $n=\frac{3,3.10^5}{0,016}$ =**2,05.10^7 mol**

B.2.

B.2.1. L'énergie thermique récupérée annuellement depuis le Data Center est égale à $Q_{DC}=P\times\Delta t=50.10^3\times365,25\times24\times3600$ =1,6.10^{12} J

Sachant que l'énergie à fournir annuellement est de $Q_{\ pertes/an}$ =1,8.10^{13} J , le pourcentage de réduction de la consommation énergétique est $\frac{Q_{DC}}{Q_{pertes/an}}=\frac{1,6.10^{12}}{1,8.10^{13}}=8,8\ \%$ soit en effet **environ 9 %**

B.2.2. Si la consommation énergétique conventionnelle est réduite de 9 % alors la quantité de matière de méthane consommée est réduite de 9 %, soit

n'= $n\times0,09\,n=2,05.10^7\times0,09$ =1,8.10^6 mol de méthane non consommé.

B.2.3. D'après l'équation de la réaction, la combustion d'une mole de méthane libère une mole de dioxyde de carbone. Donc le recours à la « chaudière numérique » réduit la quantité de matière de CO_2 rejeté de n'=1,8.10^6 mol.

La masse de CO_2 rejeté est réduite de $m'=M(CO_2)\times n'$ avec $M(CO_2)=M(C)+2\,M(O)=12+2\times16$ =44,0 g.mol^{-1}

d'où m'= 44,0 × 1,8.10^6 = 7,9.10^7 g = **79 t**

B.3.

B.3.1. $Q=E\times COP=4\times3000$ = 1,2.10^4 kWh par jour soit par an, en supposant que la pompe à chaleur fonctionne tous les jours , 1,2.10^4 ×365,25 = **4,4.10^6 kWh** =4,4.10 ^{6} × 3,6.10^6 J = **1,6.10 ^{13} J**

On constate que la pompe à chaleur permet de couvrir une grande partie du besoin en énergie.

B.3.2. L'alimentation électrique doit fournir annuellement à la pompe à chaleur une énergie de 3000 ×365,25 = 1,1.10^6 kWh soit un coût de 1,1.10^6 × 0,15=**1,6.10^5 €**

B.3.3. Puisque l'énoncé fournit ici le prix du méthane on peut supposer que la situation de référence est celle dans laquelle l'énergie est fournie par une chaudière classique.

- Avec l'utilisation de la pompe à chaleur, $\frac{1{,}6.10^{13}}{1{,}8.10^{13}}=89\%$ de l'énergie nécessaire annuellement seront couverts pour un coût de $1{,}6.10^5$ € .

- Les 11 % restant devront encore être couverts par la chaudière à méthane, qui ne consommera plus que 11 % de la masse de méthane calculée au B.1 .2, soit

$3{,}3.10^2 \times 0{,}11 = 36$ tonnes, soit un coût de $36 \times 1500 = 5{,}5.10^4$ €.

- Le coût annuel total pour la solution « pompe à chaleur » est donc de

$1{,}6.10^5 + 5{,}5.10^4 = 2{,}2.10^5$ €

- Pour la solution « chaudière à méthane seule » , qui consomme $3{,}3.10^2$ tonnes de méthane par an, le coût annuel est de $3{,}3.10^2 \times 1500 = 4{,}95.\ 10^5$ €

- La pompe à chaleur permet donc d'économiser annuellement

$4{,}95.\ 10^5 - 2{,}2.10^5$ € $= 2{,}8.10^5$ €.

- Le prix de l'installation de 600 000 € sera donc amorti en $\frac{600000}{2{,}8.10^5}$ =**<u>2,2 ans</u>** (à peu près 2 ans et 2 mois).

Si on fait un calcul plus simple mais plus approximatif, en considérant que la pompe à chaleur couvre tous les besoins et donc en négligeant le coût du méthane permettant de fournir le complément, on aboutit à une économie annuelle de

$4{,}95.\ 10^5 - 1{,}6.10^5$ € $= 3{,}4.10^5$ € et donc à un amortissement en $\frac{600000}{3{,}4.10^5}$ =1,8 ans.

La conclusion est donc de toutes façons que financièrement l'installation va être très vite amortie, et si on prend en compte la réduction de production de gaz à effet de serre que cela va entraîner, c'est une solution tout à fait recommandable.

C.

C.1. Un polymère est une macromolécule constituée de la répétition d'un motif élémentaire un très grand nombre de fois.

C.2. Le polyéthylène est formé par polyaddition à partir de **<u>$CH_2 = CH_2$</u>**

C.3. Il s'agit de **<u>l'éthène</u>** (nom usuel éthylène)

C.4. $n\ CH_2 = CH_2 \rightarrow -(CH_2\text{-}CH_2)-_n$ A signaler que la notation recommandée pour les polymères actuellement est plutôt $-[CH_2\text{-}CH_2]-_n$

C.5. L'indice de polymérisation (ou degré de polymérisation) est le nombre moyen de motifs par molécule de polymère. Il est égal à $n=\frac{M(polymère)}{M(motif)}$

La masse molaire du motif est *M(motif)=2 M(C)+ 4 M(H)*=28 g.mol^{-1} = 0,028 kg.mol^{-1}

Le degré de polymérisation est donc $\frac{300}{0{,}028}$ =**<u>$1{,}1.10^4$</u>**