

Questions préalables

1. Justifier le fait que les alcanes synthétisés à partir de l'eau de mer par le procédé du Naval Research Laboratory peuvent être utilisés comme carburant pour les avions.

Dans la présentation de la méthode mise au point par le NRL il est dit que cela permet de créer des mélanges d'alcanes dont la chaîne comporte entre 9 et 16 atomes de carbone.

Sur le document présentant le raffinage du pétrole brut on observe une coupe de distillation recueillant les hydrocarbures en C₁₀ à C₁₆ et il est mentionné qu'on les utilise comme carburant pour les avions.

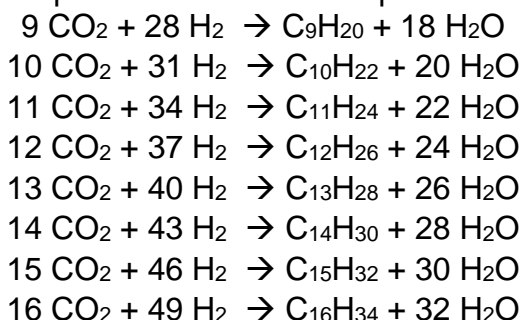
Ainsi la concordance des nombres d'atomes de carbone obtenus par les 2 méthodes justifie que les alcanes synthétisés par le NRL peuvent être utilisés comme carburant pour les avions.

2. Modéliser la transformation intervenant dans la 2ème étape du procédé en écrivant une équation de réaction de synthèse d'un alcane à partir de dioxyde de carbone et de dihydrogène, sachant qu'il se forme aussi de l'eau dans cette synthèse.

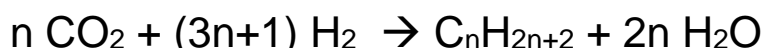
Les alcanes ont pour formule brute C_nH_{2n+2}.

Il est indiqué dans l'énoncé d'écrire **une** des équations des réactions de synthèse.

On peut alors choisir n'importe laquelle de ces réactions pour n compris entre 9 et 16



Si l'on généralise, on obtient :



Problème

Estimer le volume d'eau de mer nécessaire pour fabriquer 1 L de carburant par le procédé mis au point par le Naval Research Laboratory, sans tenir compte de l'eau nécessaire à la production du dihydrogène H₂.

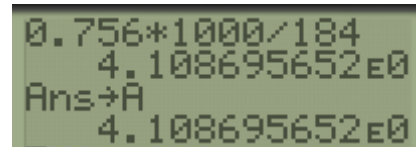
D'après l'équation de la réaction de synthèse, on observe que pour produire une mole d'alcane comportant n atomes de C, il faut consommer n mole de dioxyde de carbone.

On cherche à déterminer la quantité de matière d'alcane présente dans 1,000 L (= 1000 mL) de carburant.

On pose l'hypothèse que le carburant est exclusivement constitué de tridécane possédant 13 atomes de carbone.

$$n = \frac{m}{M} = \frac{\rho \cdot V}{M}$$

$$n = \frac{0,756 \times 1000}{184} = 4,11 \text{ mol de tridécane dans 1 L}$$



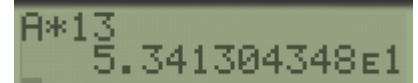
```
0.756*1000/184
4.108695652E0
Ans→A
4.108695652E0
```

Valeur non arrondie stockée en mémoire A

Comme déjà évoqué, d'après l'équation de la réaction de synthèse on a $\frac{n_{\text{CO}_2 \text{ conso}}}{13} = n_{\text{C}_{13}\text{H}_{28} \text{ formé}}$

Que l'on peut aussi écrire $n_{\text{CO}_2 \text{ conso}} = 13 \cdot n_{\text{C}_{13}\text{H}_{28} \text{ formé}}$.

$$n_{\text{CO}_2 \text{ conso}} = 13 \times 4,11 = 53,4 \text{ mol}$$

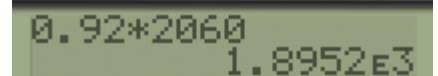


```
A*13
5.341304348E1
```

On cherche la masse d'eau de mer qui permet de recueillir cette quantité de matière de dioxyde de carbone.

La concentration du dioxyde de carbone dépend fortement de la profondeur de l'eau utilisée. Elle varie entre 2060 $\mu\text{mol/kg}$ à la surface et 2160 $\mu\text{mol/kg}$ à 500 m de profondeur.

On prend en compte le rendement indiqué dans le texte « ... récupère jusqu'à 92% du dioxyde de carbone (CO_2) que contient l'eau de mer ».



```
0.92*2060
1.8952E3
```

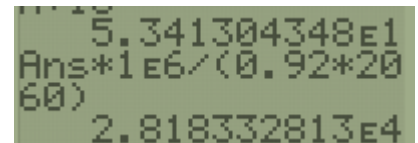
On peut récupérer entre $0,92 \times 2060 = 1,9 \times 10^3 \mu\text{mol/kg}$ à la surface et $0,92 \times 2160 = 2,0 \times 10^3 \mu\text{mol/kg}$ à 500 m de profondeur.

On décide de raisonner sur un prélèvement d'eau réalisé en surface.

Pour obtenir $1,9 \times 10^3 \mu\text{mol}$, on prélève 1 kg d'eau de mer.

$$1,9 \times 10^3 \mu\text{mol} \leftrightarrow 1 \text{ kg d'eau de mer}$$

$$53,4 \text{ mol} = 53,4 \times 10^6 \mu\text{mol} \leftrightarrow m_{\text{eau}} \text{ kg d'eau de mer}$$



```
5.341304348E1
Ans*1E6/(0.92*20
60)
2.818332813E4
```

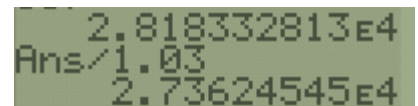
$$m_{\text{eau}} = \frac{53,4 \times 10^6}{1,9 \times 10^3} = 2,8 \times 10^4 \text{ kg d'eau de mer}$$

On cherche le volume d'eau de mer qui correspond à cette masse.

La masse volumique de l'eau de mer est de $\rho_{\text{eau}} = 1,03 \text{ L.kg}^{-1}$.

$$\rho_{\text{eau}} = \frac{m_{\text{eau}}}{V_{\text{eau}}} \text{ donc } V_{\text{eau}} = \frac{m_{\text{eau}}}{\rho_{\text{eau}}}$$

$$V_{\text{eau}} = \frac{2,8 \times 10^4}{1,03} = 2,7 \times 10^4 \text{ L} = 27 \text{ m}^3$$



```
2.818332813E4
Ans/1.03
2.73624545E4
```

Regard critique :

Le volume de 27 m^3 correspond à celui d'un bassin de 2 m de large par 10 m de long avec une profondeur de 1,35 m.

Toute cette eau pour produire seulement un litre de carburant...

Cependant le volume d'eau présent dans l'océan est énorme et il semble très facile d'y prélever 27 m^3 rapidement.

Notre résultat semble réaliste.

Remarque :

Le problème est très ouvert. Tout raisonnement similaire avec un autre alcane, ou avec une autre profondeur est bien évidemment valable. L'oubli du rendement n'est pas très préjudiciable. On peut aussi travailler avec des valeurs arrondies.

Voici un tableau présentant des variantes, selon les choix opérés par le candidat :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	nombre d'atomes de C dans l'alcane	masse d'1L d'alcane	masse molaire M	quantité de matière d'alcane dans 1L n	n(CO ₂)	masse d'eau profondeur -500m m inf	masse d'eau profondeur 0 m m sup	Volume d'eau profondeur -500m V inf	Volume d'eau profondeur 0 m V sup
3		g	g/mol	mol	mol	kg	kg	L	L
4	9	718	128	5,61	50,5	2,66E+04	2,54E+04	2,59E+04	2,47E+04
5	10	730	142	5,14	51,4	2,71E+04	2,59E+04	2,63E+04	2,51E+04
6	11	740	156	4,74	52,2	2,75E+04	2,63E+04	2,67E+04	2,55E+04
7	12	749	170	4,41	52,9	2,79E+04	2,66E+04	2,71E+04	2,58E+04
8	13	756	184	4,11	53,4	2,82E+04	2,69E+04	2,74E+04	2,61E+04
9	14	763	198	3,85	53,9	2,85E+04	2,71E+04	2,76E+04	2,64E+04
10	15	769	212	3,63	54,4	2,87E+04	2,74E+04	2,79E+04	2,66E+04
11	16	773	226	3,42	54,7	2,89E+04	2,75E+04	2,80E+04	2,67E+04

Feuille de calcul automatisée

<http://labolycee.org/2018/2018-Pondichery-Spe-Exo3-Correction-CarburantEauMer-5pts.xlsm>