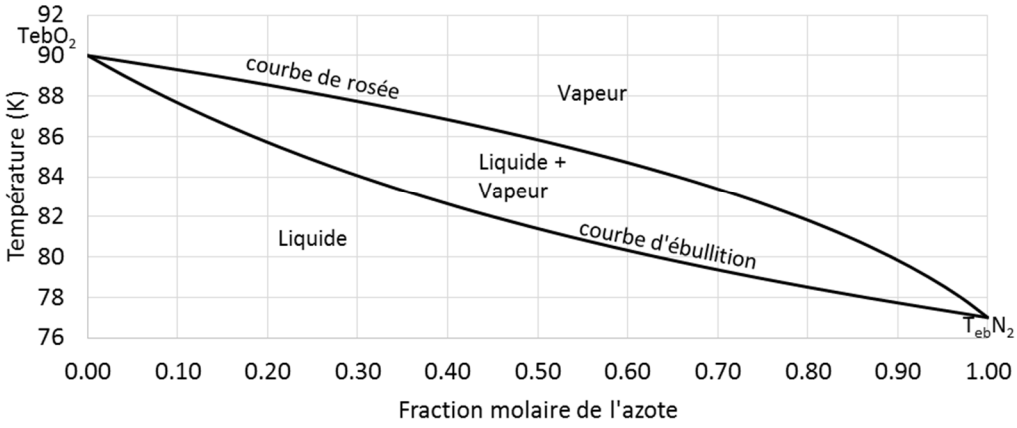


**Correction IE2 - chimie 2– 2019-2020 – 6 janvier 2020**

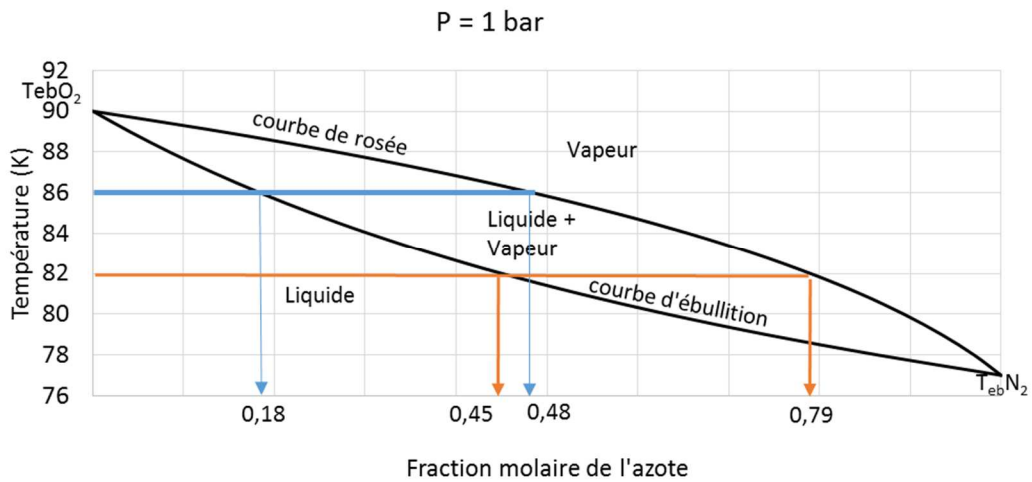
Question	Correction exercice A															
1	$\frac{dP^*}{dT} = -\frac{\Delta_{\text{vap}}\bar{H}}{T(\bar{V}_{\text{gaz}} - \bar{V}_{\text{liq}})}$ <p>Hypothèses :  <math>\bar{V}_{\text{gaz}} \gg \bar{V}_{\text{liq}}</math> ; Le gaz est parfait ; <math>\Delta_{\text{vap}}\bar{H} = \text{cte}</math></p> <p>après intégration, on obtient : <math>\ln P^* = -\frac{\Delta_{\text{vap}}\bar{H}}{RT} + \text{cte}</math></p>															
2	<p>Avec les coordonnées des 2 points proposés, on peut trouver les constantes utiles :</p> $\ln 1 = -\frac{A}{77} + \text{cte}$ $\ln 0,125 = -\frac{A}{62,9} + \text{cte}$ <p>On obtient finalement : <math>A = 714</math> ; <math>\text{cte} = 9,27</math></p> <p><b>Certains étudiants ont utilisés d'autres données. Compter juste bien sûr.</b></p> <p>Ces résultats + l'expression proposée dans les données pour l'oxygène permettent de remplir le tableau 1</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>T (K)</th> <th>77</th> <th>82</th> <th>86</th> <th>90</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>P_{\text{O}_2}^*</math> (bar)</td> <td>0,19</td> <td><b>0,38</b></td> <td>0,63</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td><math>P_{\text{N}_2}^*</math> (bar)</td> <td>1</td> <td><b>1,76</b></td> <td>2,63</td> <td><b>3,81</b></td> </tr> </tbody> </table>	T (K)	77	82	86	90	$P_{\text{O}_2}^*$ (bar)	0,19	<b>0,38</b>	0,63	1	$P_{\text{N}_2}^*$ (bar)	1	<b>1,76</b>	2,63	<b>3,81</b>
T (K)	77	82	86	90												
$P_{\text{O}_2}^*$ (bar)	0,19	<b>0,38</b>	0,63	1												
$P_{\text{N}_2}^*$ (bar)	1	<b>1,76</b>	2,63	<b>3,81</b>												
3	<p align="center">P = 1 bar</p>  <p align="center">3 phases + 2 températures d'ébullition + noms des courbes.</p>															
4	<p>Il faut satisfaire :</p> <p>La miscibilité de A et B à l'état liquide doit être totale et les interactions en <math>\phi</math> liquide entre les corps différents A-B sont identiques aux interactions entre les corps identiques A-A et B-B.</p>															
5	<p>Si le système est idéal, alors il satisfait la loi de Raoult, et</p> $P_{\text{O}_2} = x_{\text{O}_2} P_{\text{O}_2}^* ; P_{\text{N}_2} = x_{\text{N}_2} P_{\text{N}_2}^* ;$ $P_{\text{O}_2} + P_{\text{N}_2} = P_{\text{tot}} = 1 \text{ bar} ; x_{\text{O}_2} + x_{\text{N}_2} = 1$ <p>On en déduit :</p>															

$$x_{N_2} = \frac{P_{\text{tot}} - P_{O_2}^*}{P_{N_2}^* - P_{O_2}^*} \quad \text{et} \quad y_{N_2} = \frac{x_{N_2} P_{N_2}^*}{P_{\text{tot}}}$$

On obtient le tableau 2 suivant :

T (K)	77	82	86	90
$x_{N_2}$	1	0,45	0,18	0
$y_{N_2}$	1	0,79	0,48	0

Sur la figure 1, on peut retrouver les coordonnées des points :

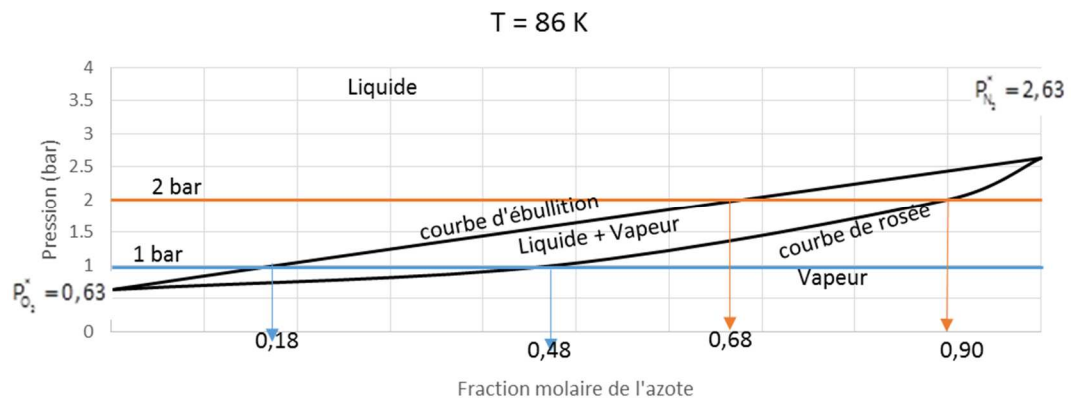


Positionnement des points sur le diagramme

Ccl : on en déduit que le mélange est idéal.

**Remarque : certains étudiants ont rempli le tableau en lisant le diagramme. Dans ce cas, compter les points du tableau, mais pas ceux de la démo.**

6



7

Lecture du diagramme isotherme :

Il faut comprimer l'air à environ 1,7 bar.

La première goutte de liquide présentera une fraction molaire en azote d'environ 0,55.

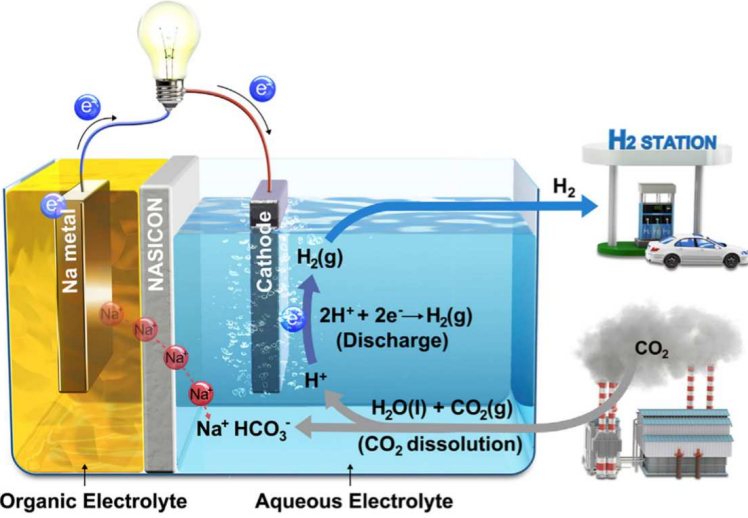
Tout l'air sera liquéfié à environ 2,3 bar et la dernière vapeur aura une fraction molaire en azote d'environ 0,95.

**Les résultats peuvent varier dépendamment de la représentation du graphique isotherme. Donnez les points si la démarche est juste**

8

Calcul du nombre de mol total :  $n_{\text{tot}} = \frac{m}{M_{\text{mélange}}} = \frac{10^6}{0,6 \times 28 + 0,4 \times 32} = 33784 \text{ mol}$

Sur la diagramme isobare, on constate qu'à 82 K, pour ce mélange, 2 phases sont présentes, une phase liquide à  $x_{N_2} = 0,45$  et une phase vapeur à  $y_{N_2} = 0,79$ .

	<p>En appliquant la RMC, on peut écrire :</p> $\begin{cases} n_L \overline{LM} = n_V \overline{MV} \\ n_L + n_V = 33784 \text{ mol} \end{cases}, \text{ ce qui donne } \begin{cases} n_L = 18879 \text{ mol} \\ n_V = 14905 \text{ mol} \end{cases}$ <p>Et <math>m_L = 18879 \times (0,45 \times 28 + (1 - 0,45) \times 32) = 570.10^3 \text{ g} = 570 \text{ kg}</math>  et <math>m_V = 1000 - 570 = 430 \text{ kg}</math>  Pour obtenir un liquide à 75 % d'azote, il faut s'arrêter à 79 K,  ce qui est plus haut dans la colonne que l'étage d'alimentation (bonus).</p>
Q <sup>tion</sup>	Correction exercice B
1	<p>Réaction à l'anode : <math>2Na \rightarrow 2Na^+ + 2e^-</math>  Réaction à la cathode : <math>2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2(g)</math></p>
2 a&b	 <p>Indication de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anode</li> <li>- Cathode</li> <li>- Sens <math>e^-</math></li> </ul> <p>Anode : oxydation de Na  Cathode : réduction <math>H^+</math></p>
2.c	Réaction bilan : $2Na + 2H^+ \rightarrow 2Na^+ + H_2(g)$
3	$E^- = E_{Na^+/Na}^\circ + \frac{0,06}{1} \log_{10}([Na^+]) = -2,72 \text{ V}$ $E^+ = E_{H^+/H_2}^\circ + \frac{0,06}{2} \log_{10}([H^+]^2) = -0,34 \text{ V}$ $E_{pile} = E^+ - E^- = \mathbf{2,38 \text{ V}}$
4	NASICON a le rôle d'un pont salin (laisse passer les ions, $Na^+$ exclusivement pour cette pile).
5	$2H_2O \rightarrow 4H^+ + O_2(g) + 4e^-$
6.a	$100 \text{ mA} = 0,1 \text{ C s}^{-1} = 6 \text{ C min}^{-1} = 360 \text{ C h}^{-1}$ $\rightarrow 360 \text{ C h}^{-1} \times 500 \text{ h} = \mathbf{180\ 000 \text{ C}}$
6.b	<p>Une mole de <math>CO_2</math> capturée (dissous) libère une mole de <math>H^+</math> qui réagit avec une mole d'électron pour faire fonctionner la pile.  Pour une mole de gaz parfait à un volume de 22,4 L donc pour 500 h de fonctionnement de la pile :</p> $\rightarrow 180\ 000 \text{ C} / 96\ 500 \text{ C.mol}(d'e^-)^{-1} \times 22,4 \text{ L.mol}^{-1} = \mathbf{41,8 \text{ L}}$
7	Utilisation d'un métal non toxique (Na) pour l'anode et abondant sur terre. Captage de $CO_2$