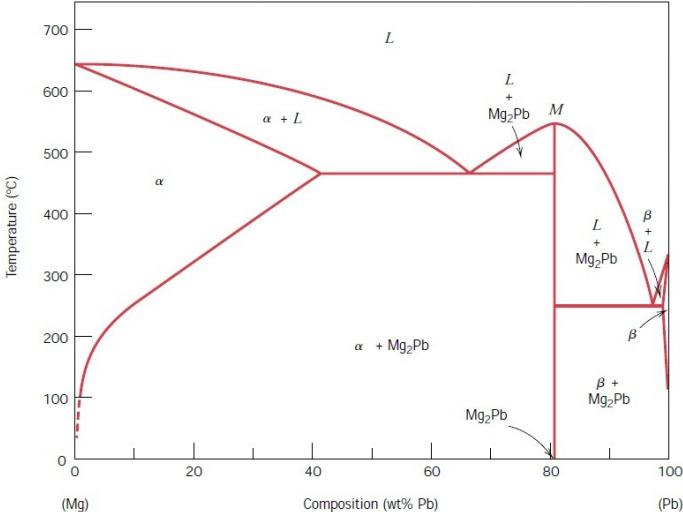
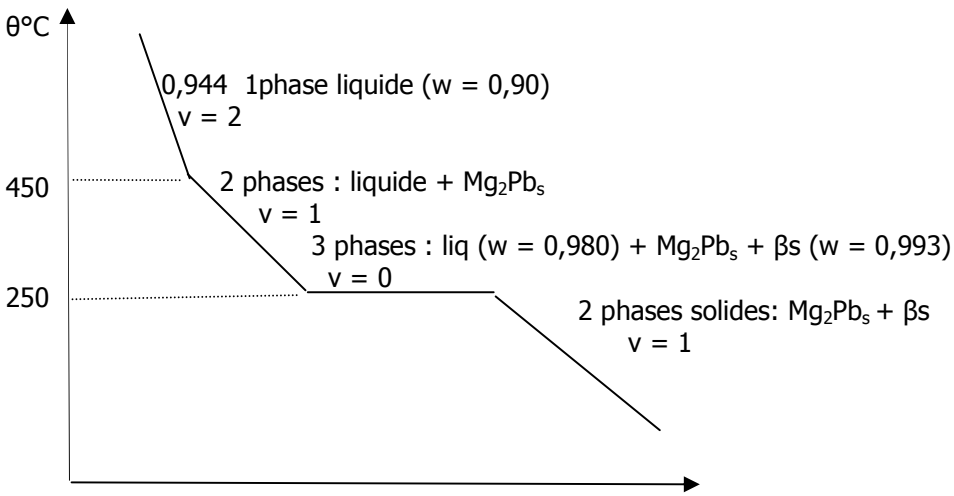


**Exercice I / Binaire éthanol (E) Benzène (B)**

Question	Résultat
<p><b>1/</b></p>	<p>Equation de Clapeyron (L-&gt; V) : <math>\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta_{vap}H}{T \times (\overline{V}_g - \overline{V}_l)}</math></p> <p>Trois hypothèses (gaz parfait ; <math>\overline{V}_g \gg \overline{V}_l</math> ; et <math>\Delta_{vap}H = cte</math>)</p> <p><math>\ln p = -\frac{\Delta_{vap}H}{R} \times \frac{1}{T} + C</math></p> <p>Ethanol : avec <math>T_{ebE} = 351,5 \text{ K}</math> à <math>p = 760 \text{ Torr}</math>, <math>\ln p_E^* = \frac{-4643}{T} + 19,84</math></p> <p>Benzène : avec <math>T_{ebB} = 353,1 \text{ K}</math> à <math>p = 760 \text{ Torr}</math>, <math>\ln p_B^* = \frac{-3693}{T} + 17,09</math></p> <p>Si mélange idéal : <math>p_E = p_E^* x_E</math> et <math>p_B = p_B^* x_B = p_B^*(1-x_E)</math> d'où <math>p = p_E + p_B = p_E^* x_E + p_B^*(1-x_E) = p_E^* x_E + p_B^* - p_B^* x_E \Rightarrow x_E = \frac{(p - p_B^*)}{(p_E^* - p_B^*)}</math> et <math>y_E = \frac{p_E}{p} = \frac{p_E^* x_E}{p}</math></p> <p>A <math>79^\circ\text{C}</math> (352 K) : <math>x_{E \text{ liq}} = \frac{(760 - 734)}{(772 - 734,4)} = \mathbf{0,684}</math>  <math>y_{E \text{ vap}} = 772 \times 0,684 / 760 = \mathbf{0,695}</math></p>
<p><b>2/</b></p>	<p>Solution non idéale : Azéotrope (A. positif)                  → répulsion des deux molécules (E-B &lt; E-E et B-B)</p> <p><b>Diagramme complété cf joint :</b>                  (4 domaines + 3 points particuliers + 2 courbes + variances)</p> <p>Variances :                  Domaine <math>L_{E+B}</math> : <math>v = N+n-\phi = 2+1-1 = 2</math>                  Domaines <math>V_{E+B} + L_{E+B}</math> : <math>v = N+n-\phi = 2+1-2 = 1</math>                  Azéotrope : <math>v = N+n-r.p.-\phi = 2+1-1-2 = 0</math>                  Domaine <math>V_{E+B}</math> : <math>v = N+n-\phi = 2+1-1 = 2</math>                  Corps purs : <math>v = N+n-\phi = 1+1-2 = 0</math></p> <div data-bbox="1021 728 1468 1086" style="text-align: right;"> </div>
<p><b>3/</b></p>	<p>1 tonne à 15 % en masse de B.                  ⇒ 850 kg de E ⇒ <math>n_E = 850 \cdot 10^3 / 46 = 1,8478 \cdot 10^4</math> moles                  ⇒ 150 kg de B ⇒ <math>n_B = 150 \cdot 10^3 / 78 = 1,9231 \cdot 10^3</math> moles                  ⇒ <math>n = 2,04 \cdot 10^4</math> moles d'où <math>x_E = 1,8478 \cdot 10^4 / 2,04 \cdot 10^4 = 0,906</math> soit 90,6 % molaire.</p> <p>Phases en présence ?                  À <math>75^\circ\text{C}</math> système <b>diphasé</b> (liq et vap). RMC : 84,2 _____ 90,6 _____ 95                  D'où <math>n_{vap} = n(95-90,6)/(95-84,2) = 2,04 \cdot 10^4 (95-90,6)/(95-84,2) = \mathbf{8,31 \cdot 10^3}</math> moles                  et <math>n_{liq} = 2,04 \cdot 10^4 - 8,31 \cdot 10^3 = \mathbf{1,209 \cdot 10^4}</math> moles</p> <p>d'où <math>n_{E \text{ vap}} = 8,31 \cdot 10^3 \times 0,842 = \mathbf{6,997 \cdot 10^3}</math> moles  <math>m_{E \text{ vap}} = 46 \times 6,997 \cdot 10^3 = 3,22 \cdot 10^5 \text{ g} = 321,9 \text{ kg}</math>  <math>n_{B \text{ vap}} = (8,31 - 6,997) \cdot 10^3 = \mathbf{1,313 \cdot 10^3}</math> moles  <math>m_{B \text{ vap}} = 78 \times 1,313 \cdot 10^3 = 1,024 \cdot 10^5 \text{ g} = 102,4 \text{ kg}</math>                  ⇒ <b><math>m_{vap} = 424,4 \text{ kg}</math></b></p> <p>ET <math>n_{E \text{ liq}} = 12,09 \cdot 10^3 \times 0,95 = \mathbf{11,485 \cdot 10^3}</math> moles                  ⇒ <math>m_{E \text{ liq}} = 46 \times 11,485 \cdot 10^3 = 5,283 \cdot 10^5 \text{ g} = 528,3 \text{ kg}</math>  <math>n_{B \text{ liq}} = (12,09 - 11,485) \cdot 10^3 = \mathbf{0,605 \cdot 10^3}</math> moles                  ⇒ <math>m_{B \text{ liq}} = 78 \times 0,605 \cdot 10^3 = 0,4719 \cdot 10^5 \text{ g} = 47,2 \text{ kg}</math>                  ⇒ <b><math>m_{liq} = 575,6 \text{ kg}</math></b></p>
<p><b>4/</b></p>	<p>Mélange à <math>x_E = 90,6 \%</math> molaire. La vapeur est plus riche en B donc le bouilleur se concentre en E. La vapeur grimpe dans la colonne pour atteindre la composition azéotrope. Le distillat (vapeur condensé) sera donc un mélange. Dans le <b>bouilleur</b> il restera <b>E pur</b> dès que B sera épuisé. Tout B passe dans l'azéotrope de composition <math>x_E = 0,448 \Rightarrow x_B = 1 - 0,448 = n_B / n_{azéotrope} \Rightarrow n_{azéotrope} = n_B (1 - 0,448) = 1,9231 \cdot 10^3 (1 - 0,448) = 3,384 \cdot 10^3</math> moles. Donc dans le bouilleur il ne reste que E : <math>n_E = n - n_{azéotrope} = 2,04 \cdot 10^4 - 3,384 \cdot 10^3 = 1,69 \cdot 10^4</math> moles ⇒ <math>m_{E \text{ vap}} = 46 \cdot 1,69 \cdot 10^4 \text{ g} = \dots = \mathbf{778,15 \text{ kg}}</math>.</p>
<p><b>5/</b></p>	<p>Diagramme « inversé » présente un maximum.</p> <p>En utilisant les équations de Clapeyron de la question 1/, on peut calculer <math>p_E^*</math> et <math>p_B^*</math> à la température <math>\theta = 67,5^\circ\text{C}</math>. La pression pour l'azéotrope est de 760 torr (valeur de l'énoncé).</p> <div data-bbox="1005 1892 1468 2105" style="text-align: right;"> </div>

## Exercice II / Diagramme Magnésium plomb

Question	Résultat
<p><b>1</b> Diagramme complété :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 9 domaines</li> <li>- 3 courbes : démixtion, solidus et liquidus.</li> <li>- points particuliers attendus : les 2 eutectiques (E<sub>1</sub> et E<sub>2</sub>) + le composé défini + les points de fusion des corps purs.</li> </ul>	
<p><b>2</b> Fusion congruente Composé défini : (<b>Mg<sub>2</sub>Pb</b>)</p>	
<p><b>3</b> Les 2 T<sub>fusion</sub> des corps purs (0% ; 650°C et 100% ; 328°C)  <math>v = N + n - \sigma = 1 + 1 - 2 = 0</math>          Les 2 plateaux Eutectique (41,7-81% ; 465°C et 81-99,3% ; 250°C)  <math>v = 2 + 1 - 3 = 0</math>          Le point M de fusion congruente (81% ; 550°C)  <math>v = 2 + 1 - 2 - 1</math> (car composition solide = composition liquide en M) = 0</p>	
<p><b>4</b> T=465°C Solubilité = <math>41,7 / (100 - 41,7) = 0,715</math> g de Pb / g de Mg</p>	
<p><b>5</b> a) <math>x = 0,515</math> (en molaire) → <b>X = 0,90</b> (en massique)</p>  <p>b) <b>250°C + ε</b> : début de palier : Liquide + (Mg<sub>2</sub>Pb)<sub>s</sub>          Nombre total de moles de Pb et de Mg : <math>n_t = 900/207,2 + 100/24,3 = 8,46</math> moles          Masse totale = 1000 g          Règle des moments chimiques : <math>m_s = m_{Mg_2Pb(s)} = 1000 \cdot (98-90)/(98-81) = 470,6</math> g  <b>m<sub>L</sub> = 1000 - 470,6 = 529,4 g</b>   <math>n_{Mg_2Pb(s)} = 470,6 / (2 \cdot 24,3 + 207,2) = 1,84</math> mole → <math>[n_s = 3 \cdot 1,84 = 5,52</math> moles]  <b>n<sub>L</sub> = 8,46 - 3 \cdot 1,84 = 2,94 moles</b></p>	
<p><b>6</b> a) 1 seule phase α (solution solide) composée de 10% en Pb          b) Il faut ajouter du plomb : 150 kg de mélange → 15 kg Pb et 135 kg Mg  <math>81/100 = (15+x)/(150+x) \rightarrow m_{Pb} \text{ à ajouter} = 560,53</math> kg          Pour faciliter le mélange : chauffer le système &gt;650°C. Refroidir.</p>	