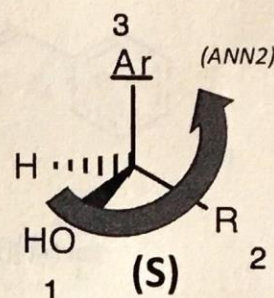
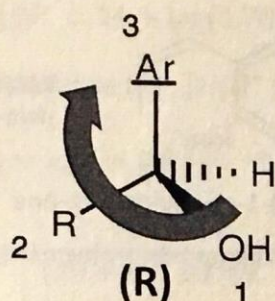


1. La molécule de clenbutérol (4P)

- a. Isomérisme optique ; présence d'un atome de carbone asymétrique. (ANN1)



b.

- c. (Mélange) racémique (ou racémate) (QC1)

2. Les aromates (composés aromatiques) (6P)

- a. p. 4-5 : Hybridation
- $sp^2$
- angle
- $120^\circ$
- (QC1)

→ hexagone régulier plan avec 6 liaisons  $\sigma$  (QC1)

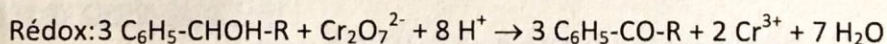
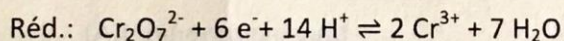
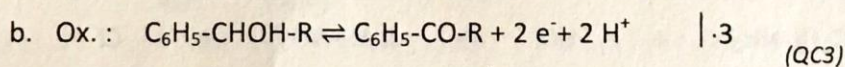
orbitales p libres perpendiculaires à ce plan confluent en un seul

nuage moléculaire renfermant 6 électrons  $\pi$  (QC1)2 tores, système  $\pi$  continu (QC1)

- b. p. 5 : Egalité des liaisons (QC1), stabilité du noyau benzénique (QC1)

3. La fonction alcool (12P)

- a. Cétone, produit d'oxydation d'un alcool secondaire. (ANN1)



$$c. n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 0,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,01 \text{ L} = 0,005 \text{ mol}$$

$$n(A) = 3 \cdot 0,005 \text{ mol} = 0,015 \text{ mol}$$

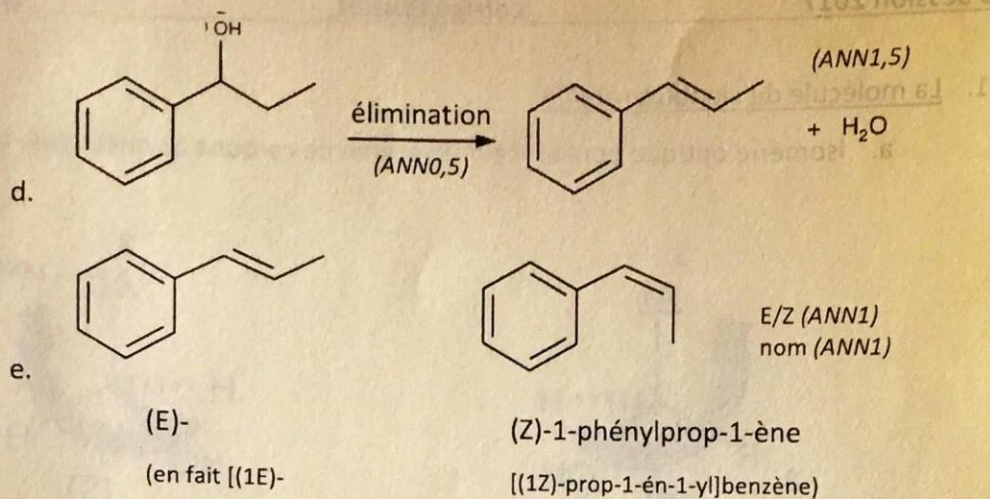
(AN4)

$$M(A) = \frac{2,04 \text{ g}}{0,015 \text{ mol}} = 136 \text{ g/mol}$$

$$M(R) = 136 - 77 - 30 = 29 \text{ g/mol} \Rightarrow R \triangleq \text{C}_2\text{H}_5$$

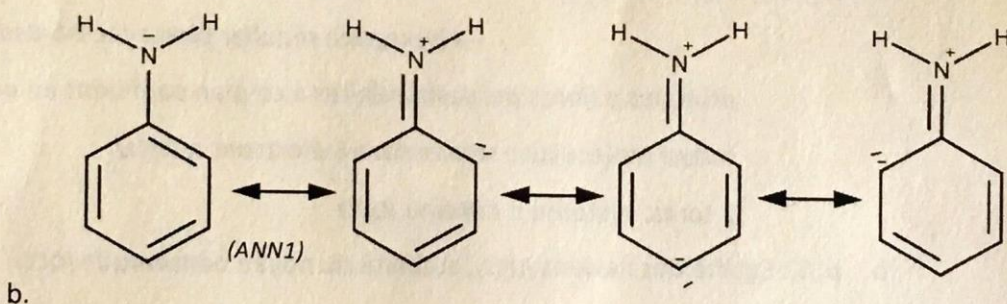
Donc  $A \triangleq \text{C}_9\text{H}_{12}\text{O} \triangleq \text{C}_6\text{H}_5\text{-CHOH-CH}_2\text{-CH}_3$  (ou formule en bâtonnets)



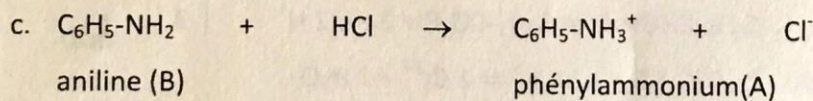


#### 4. La fonction amine (24P)

- a. p. 82 : doublet libre sur N qui est polarisé  $\delta^-$   $\Rightarrow$  base (QC1)  
effet I+  $\Rightarrow$  plus basiques que NH<sub>3</sub> (QC1)  
discussion effet I+ et gêne stérique, classification (QC2)



- Le doublet libre sur l'atome d'azote est délocalisé et participe à la mésomérie du cycle aromatique, donc il est beaucoup moins disponible pour capter un proton  $\Rightarrow$  faible basicité. (ANN1)



Graphique  $\Rightarrow V(\text{HCl}) = 8 \text{ mL}$  ;  $\text{pH} \approx 2,5$  (AN2)

d.  $c_B \cdot V_B = c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} \Leftrightarrow c_B = \frac{1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 8 \text{ mL}}{10 \text{ mL}} = 0,8 \text{ mol/L}$  (AN2)

e. Graphique :  $\text{pH au } P_{\frac{1}{2}} \triangleq \text{pK}_A \Rightarrow \text{pK}_A = 4,6 \Rightarrow \text{pK}_B = 14 - 4,6 = 9,4$  (AN2)



f. Base faible (B) :  $[OH^-]^2 + K_B \cdot [OH^-] - K_B \cdot c_B = 0$

avec  $K_B = 10^{-pK_B} = 10^{-9,4} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$  et  $c_B = 0,8 \text{ mol/L}$

$$\Rightarrow [OH^-] = 1,785 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\Rightarrow pH = 14 + \log(1,785 \cdot 10^{-5}) = 9,25 \text{ (AN3)}$$

g. Acide faible (A) :  $[H_3O^+]^2 + K_A \cdot [H_3O^+] - K_A \cdot c_A = 0$

$$n_A = n_{0B} = 0,8 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,01 \text{ L} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$c_A = \frac{8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{(10 + 8) \cdot 10^{-3} \text{ L}} = 0,4 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \text{ et } K_A = 10^{-4,6} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

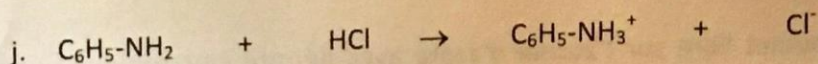
$$\Rightarrow [H_3O^+] = 3,329 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\Rightarrow pH = -\log(3,329 \cdot 10^{-3}) = 2,48 \text{ (AN3)}$$

h.  $\pm 1$  unité de pH autour du  $pK_A$  du couple  $\Rightarrow$  domaine : 3,6-5,6 (ANN1)

i.  $pH = pK_A + \log \frac{n_B}{n_A} \Leftrightarrow \frac{n_B}{n_A} = 10^{pH - pK_A}$

$$\Leftrightarrow n_B = 10^{5-4,6} \cdot n_A \Leftrightarrow n_B = 2,5 \cdot n_A \text{ (AN2)}$$



0,05 mol

début

(0,05 - x) mol

x mol

x mol

réaction

$$n_B = \frac{4,65 \text{ g}}{93 \text{ g/mol}} = 0,05 \text{ mol}$$

$$\frac{n_B}{n_A} = \frac{0,05 - x}{x} = 2,5 \Leftrightarrow 2,5x = 0,05 - x \Leftrightarrow x = \frac{0,05}{3,5} = 0,0143 \text{ mol}$$

$$V_{HCl} = \frac{n_{HCl}}{c_{HCl}} = \frac{0,0143 \text{ mol}}{1 \text{ mol/L}} = 0,0143 \text{ L} \triangleq 14,3 \text{ mL (AN3)}$$

## 5. Synthèse du clenbutérol (14P)

a. SE (ANN1)

b. Effet M+ du groupement  $-NH_2 \Rightarrow$  effet orienteur o/p (ANN<sub>2</sub><sup>1</sup>)

Effet M- du groupement  $-CO-CH_3 \Rightarrow$  effet orienteur m (ANN<sub>2</sub><sup>1</sup>)

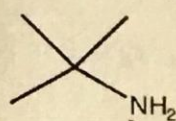
En positions o et p la densité électronique est augmentée (ANN<sub>2</sub><sup>1</sup>)

$\Rightarrow$  attaque du réactif électrophile  $Cl^+$  en ces positions (ANN<sub>2</sub><sup>1</sup>)



- c. p. 45 (fond jaune) : génération du réactif électrophile (QC1)  
 attaque électrophile  $\Rightarrow$  aromaticité détruite (QC2)  
 départ électrofuge de  $H^+$ , régénération du catalyseur (QC2)

d. SN (ANN1)

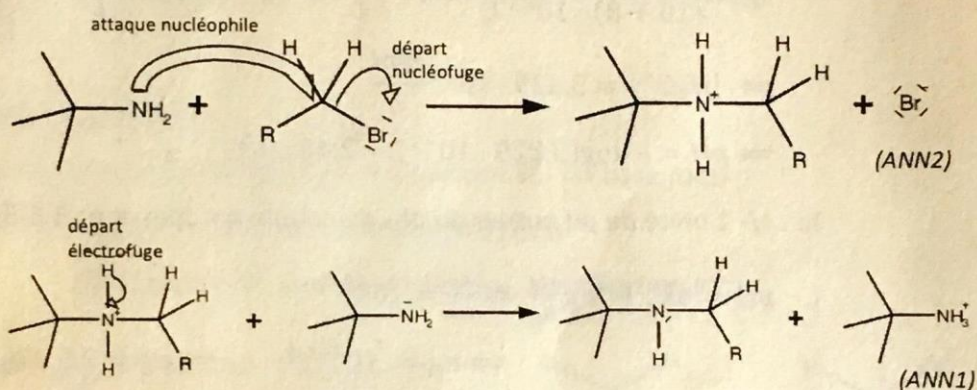


(ANN<sub>2</sub><sup>1</sup>)

(ANN<sub>2</sub><sup>1</sup>)

e. t(ert(io))-butylamine ou autre nom systématique correct

f.



Doublet libre sur l'atome d'azote avec densité électronique augmentée par effet  $I^+$  du groupement t-butyle  $\Rightarrow$  réactif nucléophile.

L'atome de carbone où l'atome de brome est fixé constitue un centre électrophile.

Pour une déprotonation en 2<sup>e</sup> étape par  $Br^-$  ou  $OH^-$  une pénalité de 0,5 P est proposée.

g. réduction

motivations possibles : l'inverse de l'oxydation d'un alcool secondaire  
 discussion des nombres d'oxydation  
 ... (ANN1)