

**E 1 - ÉPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE****Sous-épreuve B1****Mathématiques et Sciences physiques**

*L'usage des calculatrices est autorisé dans les conditions dictées par la circulaire 99-186 du 16/11/99.*

*Les formulaires de mathématiques et sciences physiques sont joints au sujet.*

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

La pollution de l'air est fonction de quatre grands facteurs : l'émission, l'immixtion, le transport et la transformation des polluants. Les effets des polluants atmosphériques sont nombreux, aussi quotidiennement, des organismes relèvent les concentrations des principaux polluants dans l'air : les oxydes d'azote (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), le dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>, le monoxyde de carbone CO, l'ozone O<sub>3</sub>, les particules en suspension...

**MATHÉMATIQUES – 15 POINTS****Exercice 1 (10 points)**

L'ozone est un polluant qui provient indirectement de la circulation automobile : il résulte d'une réaction qui consomme le dioxyde d'azote.

Des études ont montré que, au cours d'une journée, entre 9 h et 21 h, la concentration en ozone au centre d'une ville, est donné par la relation :  $C(t) = -0,7t^2 + 21t - 86$

où  $t$  est le temps (en heure) et  $C(t)$  la concentration en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à l'instant  $t$ .

1. On considère la fonction  $f$  définie sur l'intervalle  $[9 ; 21]$  par :  $f(x) = -0,7x^2 + 21x - 86$ .

1.1. Déterminer  $f'(x)$  où  $f'$  est la dérivée de la fonction  $f$ .

1.2. Etudier le signe de  $f'$  sur l'intervalle  $[9 ; 21]$ .

1.3. Construire le tableau de variation de la fonction  $f$ .

1.4. Compléter le tableau de valeurs de l'annexe 1 (page 4/7). Donner les valeurs exactes.

**0406-HE ST B**

1.5. Tracer la courbe représentative de  $f$  dans le repère de l'annexe 1 page 4/7.

1.6. On admet que l'équation  $f(x) = 65$  peut s'écrire  $-0,7x^2 + 21x - 151 = 0$ .

Résoudre l'équation  $-0,7x^2 + 21x - 151 = 0$ .

Donner la valeur arrondie à  $10^{-2}$  de chaque solution.

1.7. Exploitation : la CEE impose comme seuil de protection de la végétation une concentration en ozone de  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

1.7.1. Indiquer, sans calcul supplémentaire, à quelles heures la concentration en ozone est égale à  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (arrondir à l'unité).

1.7.2. A l'aide de la représentation graphique de l'annexe 1 page 4/7 (laisser apparents les tracés utiles à la lecture) déterminer la plage horaire pour laquelle le seuil de protection de la végétation est dépassé. Exprimer le résultat à l'aide d'un intervalle.

**Exercice 2 (5 points)**

Pour cette ville, on donne les moyennes annuelles (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) des concentrations en dioxyde de soufre pour les années 1996 à 2001.

Année	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Rang de l'année $x_i$	1	2	3	4	5	6
Moyenne annuelle $y_i$	6,6	7,3	5	4,4	2,2	2,7

2.1. Représenter le nuage de points de coordonnées  $(x_i ; y_i)$  dans le repère de l'annexe 2 (page 5/7).

2.2. Calculer les coordonnées du point moyen  $G$  du nuage de points.

2.3. Placer le point  $G$  dans le repère.

Tracer une droite d'ajustement passant par  $G$ , en répartissant équitablement les points du nuage de part et d'autre de cette droite (aucun calcul n'est demandé).

2.4. Utiliser le tracé précédent pour déterminer graphiquement la concentration moyenne annuelle envisageable pour l'année 2002 (laisser apparents les tracés utiles à la lecture).

Rédiger la réponse.

SCIENCES PHYSIQUES – 5 POINTS
-------------------------------

Un formulaire de sciences physiques se trouve à la page 7/7

**Exercice 3** (1,5 point)

3.1. Écrire la relation qui permet de calculer le  $pH$  d'une solution en fonction de la concentration en ions  $H_3O^+$ .

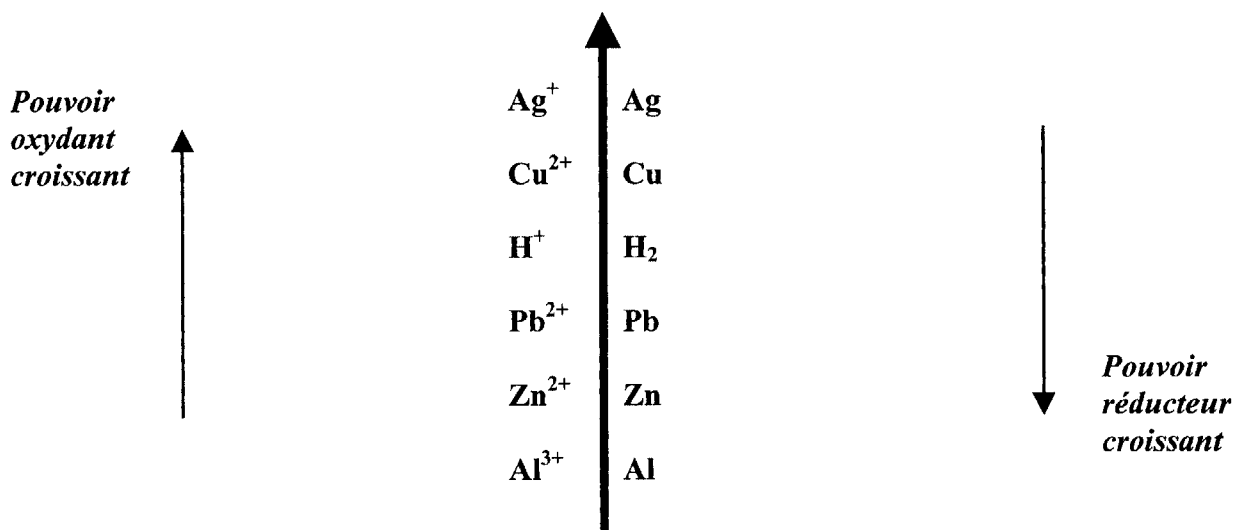
3.2. Application :

Le dioxyde de soufre atmosphérique se dissout dans l'eau de l'air et réagit pour former l'acide sulfurique. Ce phénomène est en partie responsable des pluies acides.

Le  $pH$  d'une pluie s'élève à 6,5. Déterminer la concentration en ions  $H_3O^+$  de cette solution.

**Exercice 4** (3,5 points)

On a constaté que dans certaines régions soumises à des pluies acides, des gouttières en zinc se détérioraient rapidement. On donne la classification électrochimique suivante :



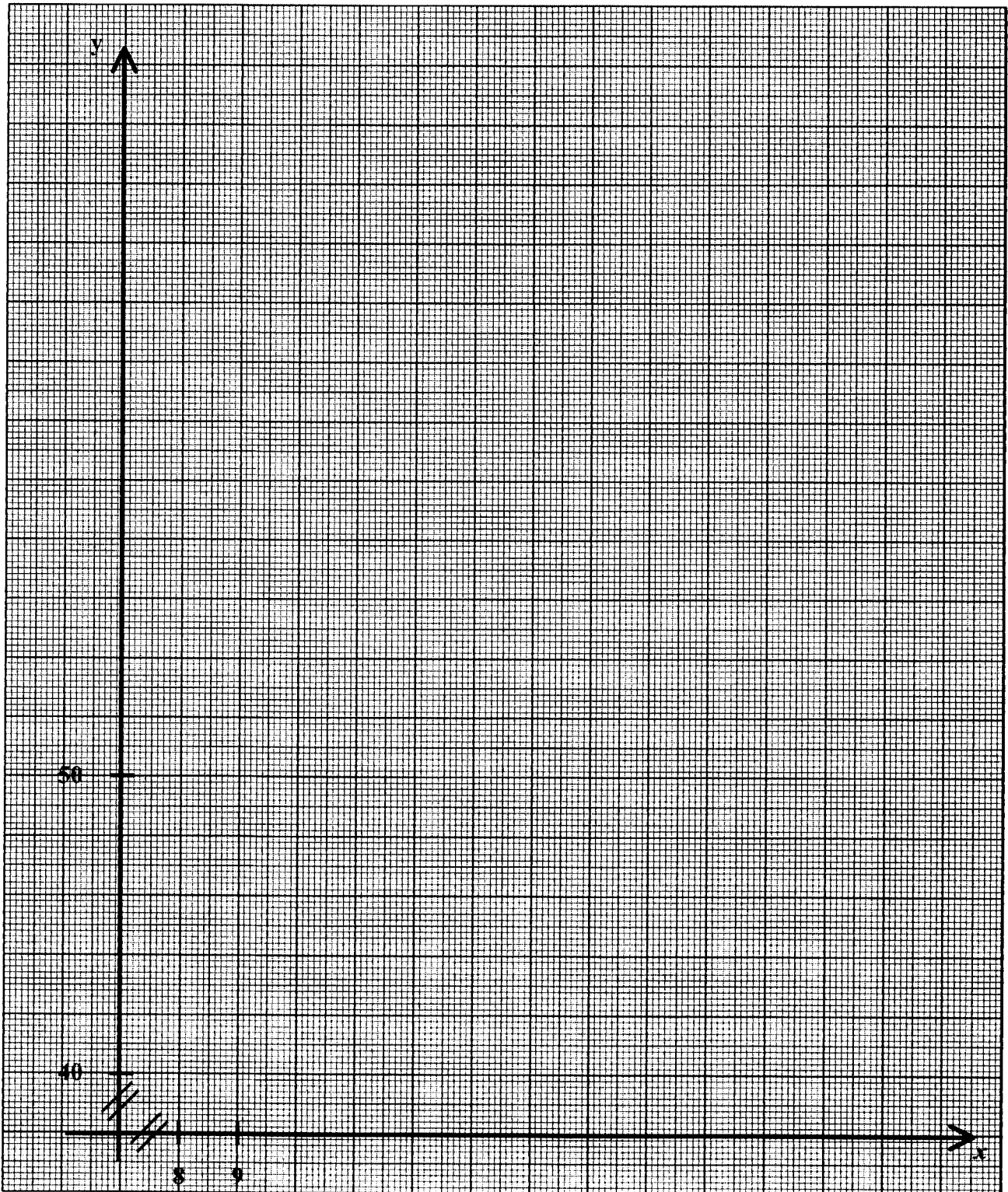
Précision : dans cette classification les ions  $H_3O^+$  sont notés  $H^+$ .

- 4.1. Comment s'appelle ce phénomène ?
- 4.2. Déterminer les deux couples oxydant/réducteur en présence.
- 4.3. Écrire la demi-équation électronique de l'oxydation du zinc.
- 4.4. Écrire la demi-équation électronique de la réduction des ions  $H^+$ .
- 4.5. En déduire l'équation-bilan qui traduit ce phénomène chimique.
- 4.6. À partir de la classification donnée, citer un autre métal qui pourrait remplacer le zinc pour éviter la corrosion par les pluies acides.

## ANNEXE 1

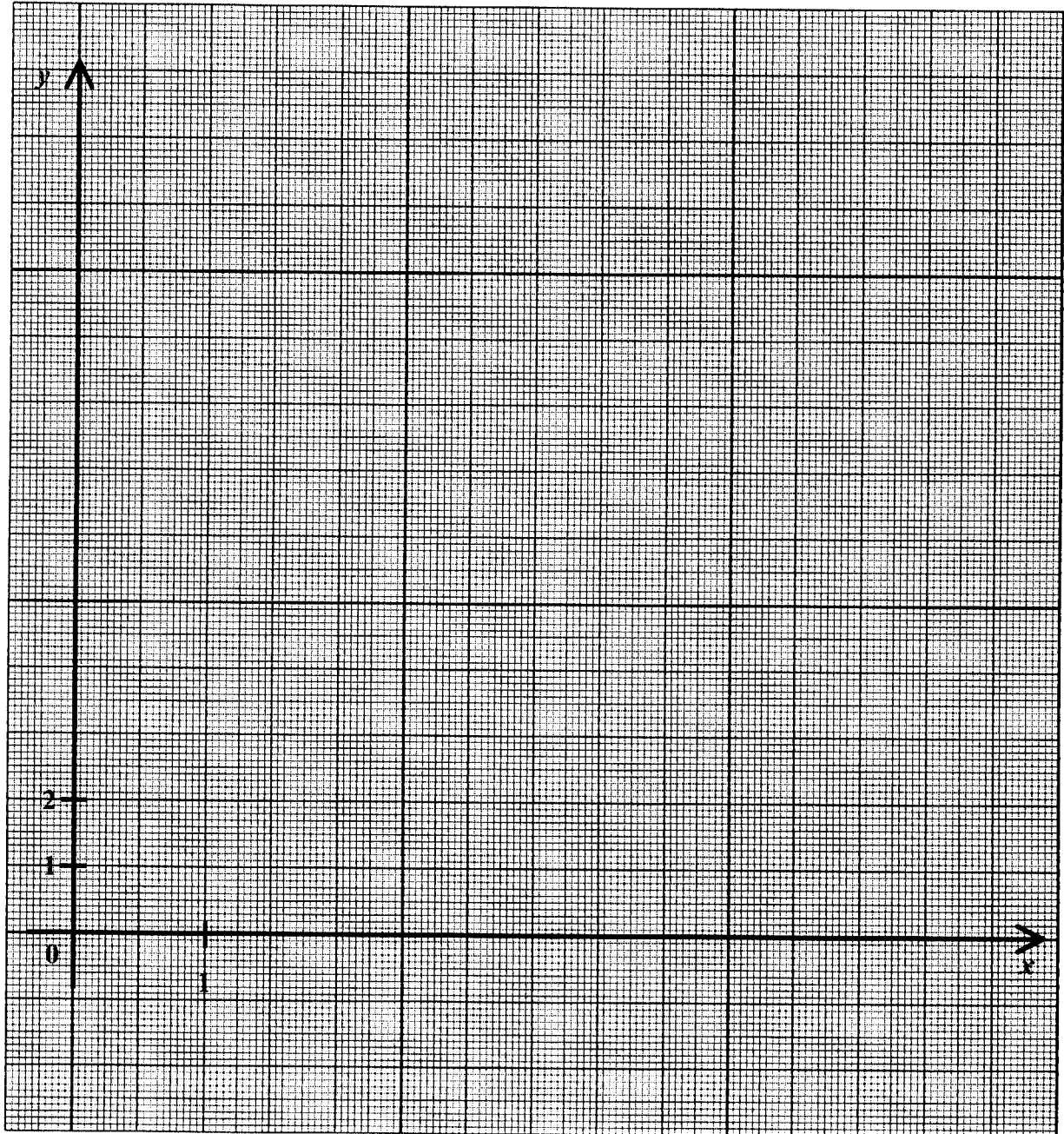
A rendre avec la copie

$x$	9	11	13	15	16	18	20	21
$f(x)$	46,3		68,7		70,8		54	



**ANNEXE 2**

*A rendre avec la copie*



**FORMULAIRE DE MATHÉMATIQUES BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL  
SECTEUR INDUSTRIEL : Chimie – Énergétique**

**Fonction  $f$** 

$f(x)$
$ax + b$
$x^2$
$x^3$
$\frac{1}{x}$
$\ln x$
$e^x$
$e^{ax+b}$
$\sin x$
$\cos x$
$u(x) + v(x)$
$a u(x)$
$u(x) v(x)$
$\frac{1}{u(x)}$
$\frac{u(x)}{v(x)}$

**Dérivée  $f'$** 

$f'(x)$
$a$
$2x$
$3x^2$
$-\frac{1}{x^2}$
$1/x$
$e^x$
$a e^{ax+b}$
$\cos x$
$-\sin x$
$u'(x) + v'(x)$
$a u'(x)$
$u'(x)v(x) + u(x)v'(x)$
$\frac{u'(x)}{[u(x)]^2}$
$\frac{u'(x)v(x) - u(x)v'(x)}{[v(x)]^2}$

**Équation du second degré**

$$ax^2 + bx + c = 0 \Delta = b^2 - 4ac$$

- Si  $\Delta > 0$ , deux solutions réelles :

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} \quad \text{et} \quad x_2 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}$$

- Si  $\Delta = 0$ , une solution réelle double :

$$x_1 = x_2 = \frac{-b}{2a}$$

- Si  $\Delta < 0$ , aucune solution réelle.

- Si  $\Delta \geq 0$ ,  $ax^2 + bx + c = a(x - x_1)(x - x_2)$

**Statistiques**

$$\text{Effectif total : } N = \sum_{i=1}^p n_i$$

$$\text{Moyenne : } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^p n_i x_i}{N}$$

$$\text{Variance : } V = \frac{\sum_{i=1}^p n_i (x_i - \bar{x})^2}{N} = \frac{\sum_{i=1}^p n_i x_i^2}{N} - \bar{x}^2$$

$$\text{Écart type : } \sigma = \sqrt{V}$$

**Suites arithmétiques**

Terme de rang 1 :  $u_1$  et raison :  $r$

Terme de rang  $n$  :  $u_n = u_1 + (n - 1)r$

Somme des  $k$  premiers termes :

$$u_1 + u_2 + \dots + u_k = \frac{k(u_1 + u_k)}{2}$$

**Suites géométriques**

Terme de rang 1 :  $u_1$  et raison :  $q$

Terme de rang  $n$  :  $u_n = u_1 q^{n-1}$

Somme des  $k$  premiers termes :

$$u_1 + u_2 + \dots + u_k = u_1 \frac{1 - q^k}{1 - q} ; (q \neq 1)$$

**Logarithme népérien :  $\ln$** 

$$\ln(ab) = \ln a + \ln b$$

$$\ln(a^n) = n \ln a$$

$$\ln(a/b) = \ln a - \ln b$$

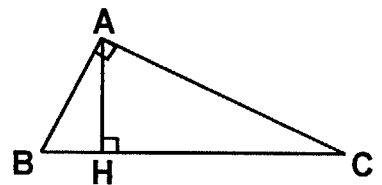
**Équations différentielles**

$$y' - ay = 0$$

$$y = k e^{ax}$$

**Relations métriques dans le triangle rectangle**

$$AB^2 + AC^2 = BC^2$$



$$\sin \hat{B} = \frac{AC}{BC} ; \cos \hat{B} = \frac{AB}{BC} ; \tan \hat{B} = \frac{AC}{AB}$$

**Aires dans le plan**

$$\text{Triangle : } \frac{1}{2} bc \sin \hat{A} \quad \text{Trapèze : } \frac{1}{2} (B + b) h$$

$$\text{Disque : } \pi R^2$$

**Aires et volumes dans l'espace**

**Cylindre de révolution** ou **Prisme droit** d'aire de base  $B$  et de hauteur  $h$  : Volume :  $Bh$

**Sphère** de rayon  $R$  :

$$\text{Aire : } 4\pi R^2$$

$$\text{Volume : } \frac{4}{3} \pi R^3$$

**Cône de révolution** ou **Pyramide** d'aire de base  $B$  et de

$$\text{hauteur } h : \text{Volume : } \frac{1}{3} Bh$$

**Calcul intégral**

\* Relation de Chasles :

$$\int_a^c f(t) dt = \int_a^b f(t) dt + \int_b^c f(t) dt$$

$$* \int_a^b (f + g)(t) dt = \int_a^b f(t) dt + \int_a^b g(t) dt$$

$$* \int_a^b kf(t) dt = k \int_a^b f(t) dt$$

Électricité :

- Loi du transformateur parfait

$$k = \frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

ou  $k$  est le rapport de transformation

Statique des fluides :

- Masse volumique  $\rho = \frac{m}{V}$
- Principe fondamental de l'hydrostatique

$$P_A - P_B = \rho g h \quad 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

Énergie hydraulique :

- Débit volumique  $Q_v = \frac{V}{t} = v S$
- Débit massique  $Q_m = \frac{m}{t}$
- Équation de conservation des débits  
 $v_1 S_1 = v_2 S_2$
- Puissance hydraulique  $P = p Q_v$

- Cylindrée  $C = \frac{Q_v}{n}$

- Rendement  $\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{E_u}{E_a}$

Optique :

- Longueur d'onde d'un rayonnement

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

- Vitesse de la lumière dans le vide

$$c = 3.10^8 \text{ m/s}$$

Chimie :

- Concentration massique  $c = \frac{m}{V}$
- Concentration molaire  $C = \frac{n}{V}$

- $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$

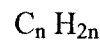
- Produit ionique de l'eau à 25° C

$$[\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

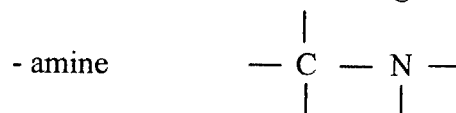
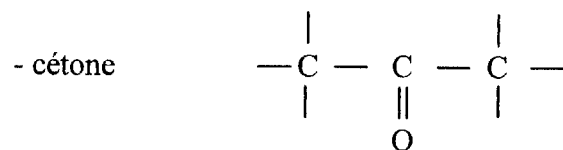
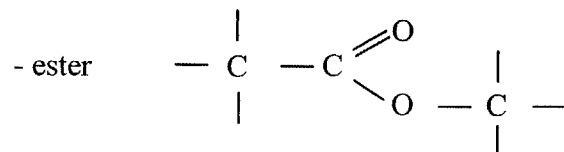
- À l'équivalence

$$n_{(\text{H}_3\text{O}^+)} = n_{(\text{OH}^-)}$$

- Oxydant +  $ne^- \begin{matrix} \xrightarrow{\text{réduction}} \\ \xleftarrow{\text{oxydation}} \end{matrix}$  réducteur
- Formule générale des alcènes



- Fonctions en chimie organique



- Indice de polymérisation

