Activité documentaire et expérimentale

Etude de la décomposition de l'eau oxygénée

DOC1/ Décomposition de l'eau oxygénée

▪ L'eau oxygénée H_2O_2 se décompose au cours du temps en molécules d'eau et de dioxygène selon la réaction :

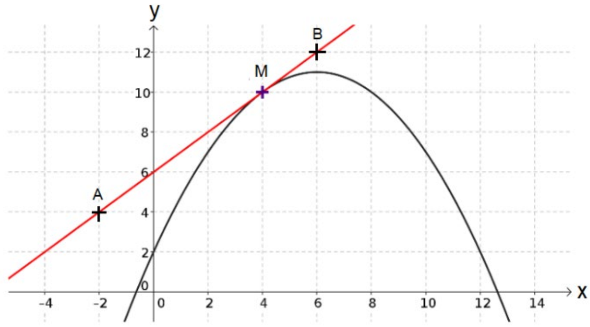
$2\ H_2O_{2(l)} \rightarrow 2\ H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$

Cette réaction est lente mais peut être accélérée grâce à un catalyseur.

Lors d'une expérience, on prélève toutes les 5 min de l'eau oxygénée que l'on dose afin de déterminer sa concentration

T (min)	0	5	10	15	20	25	30
$[H_2O_2]$ (x 10^{-2} mol.L^{-1})	7,3	5,3	3,8	2,7	2,0	1,4	1,0

DOC2/ Coefficient directeur d'une tangente à une courbe



▪ On a ci-contre, la courbe représentative d'une fonction y = f(x).

On trace une droite, tangente à la courbe en un point M.

Comment peut-on déterminer le coefficient directeur *(ou pente)* **de cette droite tangente ?**

On notera « a » ce coefficient directeur

	1ère méthode : Si on ne dispose pas de l'équation de la courbe :	**2nde méthode :** Si on dispose de l'équation de la courbe y = f(x)
(1)	On cherche 2 points $A(x_A ; y_A)$ et $B(x_B ; y_B)$ sur la droite tangente	On calcule la dérivée de la fonction f(x) que l'on note $f'(x)$ ou $\frac{df}{dx}(x)$
(2)	On calcule le coefficient directeur a de la droite (AB) par la formule : $a = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$	La valeur de « a » sera donnée par la valeur de $f'(x_M)$: $a = f'(x_M) = \frac{df}{dx}(x_M)$
EX	A (X_A = -2 ; y_A = 4) et B (x_B = 6 ; y_B = 12) ↳ $a = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{12-4}{6-(-2)} = \frac{8}{8} = 1$	$f(x) = -0{,}25x^2 + 3x + 2$ $\frac{df}{dx}(x) = f'(x) = -0{,}25 * 2x + 3 = -0{,}5x + 3$ Pour $x_M = 4 \Rightarrow \frac{df}{dx}(x_M) = -0{,}5 * 4 + 3 = 1$

DOC3/ Equation différentielle

▪ Soit X(t), une grandeur dépendant du temps.

Si on a la relation $\frac{dX}{dt} + k \times X = 0$ alors X(t) s'écrit sous la forme $X(t) = a \times e^{-kt}$

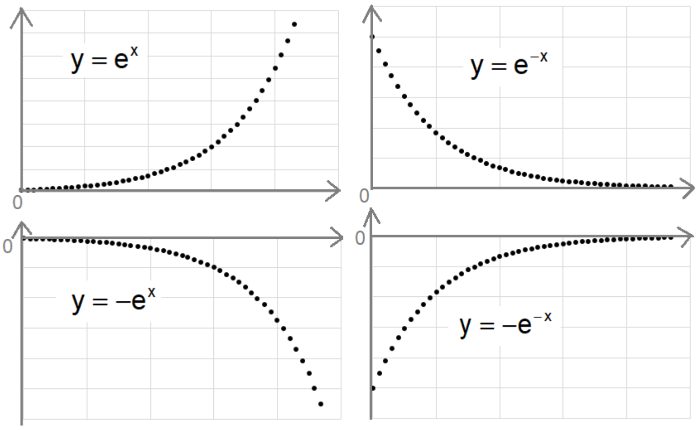
Une telle équation reliant une fonction X(t) et sa dérivée est appelée **« équation différentielle »**

DOC4/ Les dérivées

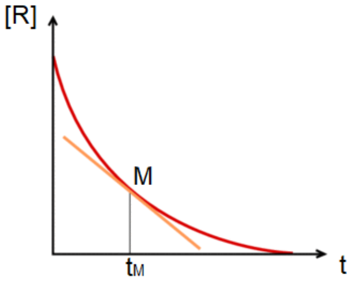
RAPPEL	
Fonction f(x)	**Dérivée f'(x)**
$f(x) = a$	$f'(x) = 0$
$f(x) = x$	$f'(x) = 1$
$f(x) = a\,x + b$	$f'(x) = a$
$f(x) = x^2$	$f'(x) = 2\,x$
$f(x) = a\,e^{bx}$	$f(x) = a.b\,e^{bx}$
Exemples	
$f(x) = 5\,x^3 - 2\,x^2 + 7\,x - 4$	$f'(x) = 15\,x^2 - 4\,x + 7$
$f(x) = 6\,e^{-3x}$	$f(x) = -18\,e^{-3x}$

DOC5/ La fonction exponentielle

$$y = e^x \Leftrightarrow x = \ln y$$



DOC6/ Vitesse de disparition d'un réactif



Évolution de la concentration d'un réactif en fonction du temps

▪ Soit une réaction chimique du type « **R → P_1 + P_2** » au cours de laquelle un réactif R se transforme en produits P_1 et P_2

On note [R](t) la courbe représentant l'évolution de la concentration du réactif R au cours du temps

La vitesse d'une transformation chimique est une grandeur qui permet de mesurer les variations de la concentration des espèces présentes dans le milieu réactionnel.

On appelle vitesse volumique de disparition du réactif R la fonction $v_R(t) = -\dfrac{d[R]}{dt}(t)$

En un point M, on a $\dfrac{d[R]}{dt}(t_M) < 0$ car la courbe [R](t) est décroissante *(la concentration du réactif R diminue au cours du temps) mais* $v_R(t_M) = -\dfrac{d[R]}{dt}(t_M) > 0$

DOC7/ Loi de vitesse d'ordre n

▪ Soit une réaction chimique du type « **R → P_1 + P_2** » au cours de laquelle un réactif R se transforme en produits P_1 et P_2

On dit qu'une réaction suit une loi de vitesse d'ordre n lorsque la vitesse de disparition du réactif R est proportionnelle à sa concentration à la puissance n : $v_R = k \times [R]^n$

K est appelée constante de vitesse

DOC8/ Temps de demi-réaction

▪ On appelle « **le temps de demi-réaction** » le temps au bout duquel la concentration du réactif limitant est divisée par deux

---

Q1 : Décomposition de l'eau oxygénée

- Montrer que la décomposition de l'eau oxygénée est une réaction d'oxydoréduction dont les couples sont H_2O_2/H_2O et O_2/H_2O_2

Q2 : Evolution temporelle de la concentration de l'eau oxygénée

- Tracer, à l'aide du tableur, **la courbe 1** $[H_2O_2] = f(t)$; Déterminer l'équation de la courbe

Q3 : Vitesse de disparition de l'eau oxygénée

On désire déterminer la vitesse de disparition à t_5 = 5 min et à t_{20} = 20 min

(1) 1ère méthode

- Sur le graphe donné, tracer les 2 tangentes à la courbe aux instants t_5 et t_{20}
- A l'aide du **DOC2**, déterminer le coefficient directeur de ces 2 tangentes
- En déduire la vitesse de disparition de l'eau oxygénée aux instants t_5 et t_{20}

(2) 2nde méthode

- En utilisant l'équation précédente et le **DOC4**, déterminer la dérivée $\frac{d[H_2O_2]}{dt}(t)$
- A l'aide du **DOC6,** en déduire l'expression de $V_{H_2O_2} = f(t)$, la vitesse volumique de disparition de l'eau oxygénée
- Calculer la vitesse de disparition de l'eau oxygénée aux instants t_5 et t_{20}

(3) Tracer **la courbe 2**, $V_{H2O2} = f(t)$, donnant les variations de la vitesse de disparition de l'eau oxygénée en fonction du temps

Q4 : Loi de vitesse

(1) Tracer **la courbe 3** donnant les variations de la vitesse de disparition de l'eau oxygénée en fonction de la concentration en H_2O_2, $V_{H_2O_2} = f([H_2O_2])$; donner l'équation de la courbe obtenue

(2) A l'aide du **DOC7**, montrer que la réaction de décomposition de l'eau oxygénée suit une loi de vitesse d'ordre 1 ; déterminer alors la constante de vitesse avec son unité

Q5 : Equation différentielle

(1) Ecrire l'équation différentielle reliant $[H_2O_2]$ et sa dérivée $\frac{d[H_2O_2]}{dt}$

(2) A l'aide du **DOC3,** donner l'expression de la solution de cette équation ; retrouve-t-on l'un des résultats obtenus précédemment ? Que représentent les constantes qui apparaissent dans cette relation ?

Q6 : Temps de demi-réaction

- A l'aide du **DOC8**, déterminer le temps de demi-réaction ; vérifier graphiquement la valeur obtenue