

# BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

## PRODUCTIQUE BOIS

**SESSION 2005**

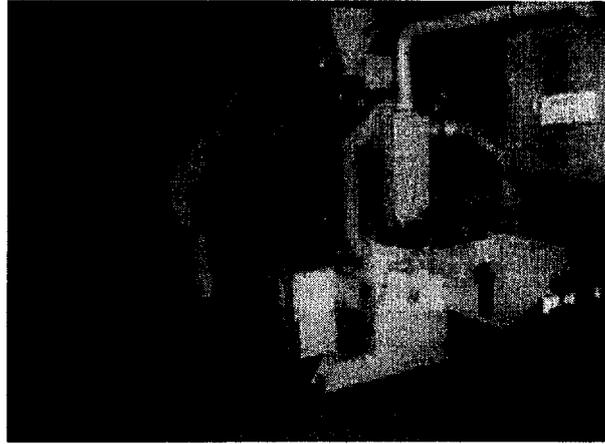
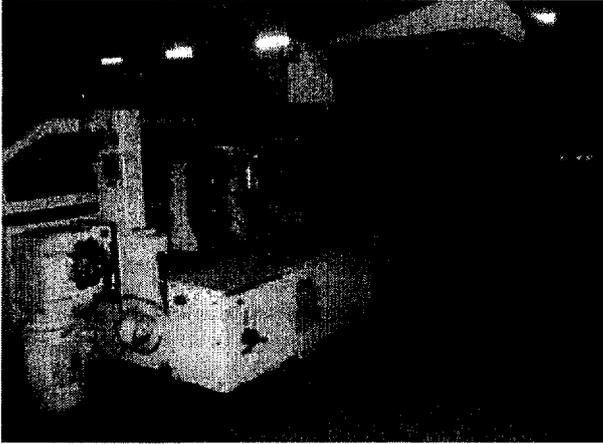
**EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES**  
durée : 2 heures – coefficient : 1,5

**Le sujet comporte 12 pages**  
**Les pages 8/12, 9/12, 10/12, 11/12 et 12/12 sont à rendre avec la copie**

*La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies. L'usage de la calculatrice est autorisé.*

## Exercice : plaqueuse de chants

Dans ce sujet qui comprend quatre parties indépendantes, on étudie une plaqueuse de chants.



- =
- =
- = **Partie A** : Etude de la cinétique d'une réaction chimique.
- = **Partie B** : Etude du chauffage de la colle.
- = **Partie C** : Etude du moteur d'entraînement.
- = **Partie D** : Variation de vitesse du moteur.

### A. Chimie

**Les annexes 2,3 et 4 et les documents réponse 1-2-3 sont à rendre avec la copie.**

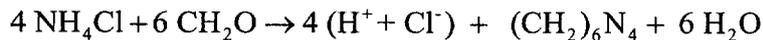
Le tableau donné en **ANNEXE 1** donne des indications d'utilisation des différentes colles.

A-1) Citer la colle qui peut être utilisée pour coller les chants.

A-2) Donner la définition du terme "thermoplastique".

*La rapidité de prise d'une colle dépend de plusieurs paramètres, notamment de la quantité du durcisseur employé. En effet le degré de polymérisation de la colle dépend de ce durcisseur. Par exemple pour les colles urée - formol, la vitesse de prise est extrêmement sensible aux variations de pH, la vitesse s'accroissant très rapidement avec la diminution du pH.*

En général, les durcisseurs sont des substances se décomposant en acide. Ainsi, le chlorure d'ammonium libère de l'acide chlorhydrique avec formation d'eau et de formamine selon la réaction :



La courbe de l'**Annexe 2** représente l'évolution de la concentration des ions  $\text{H}^+$  ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) au cours du temps. Cette évolution influe directement sur le pH de la solution donc sur la vitesse de prise de la colle.

La réaction est ici réalisée à une température  $\theta_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

A-3) Déterminer graphiquement à l'aide de l'**Annexe 2**, la valeur numérique de la vitesse instantanée de formation des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  à l'instant  $t_1 = 4 \text{ min}$ .

La vitesse de réaction à un instant  $t_1$  est définie comme étant le coefficient directeur de la tangente à la courbe,  $[\text{H}_3\text{O}^+] = f(t)$ , au point d'abscisse  $t = t_1$ .

A-4) On appelle "temps de demi-réaction", noté  $t_{1/2}$ , la durée qui s'est écoulée entre le démarrage de la réaction et l'instant pour lequel la concentration en ions ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) atteint la moitié de sa valeur finale. Déterminer la valeur du temps de demi réaction à l'aide de l'**Annexe 2**.

Sur le graphique donné en **Annexe 3**, on représente l'évolution de la même réaction réalisée à trois températures différentes  $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$ ,  $\theta_2$  et  $\theta_3$ . Les concentrations des réactifs sont inchangées.

A-5) Quelle courbe ( $G_2$  ou  $G_3$ ) correspond à la réaction réalisée avec une température supérieure à  $20^\circ\text{C}$  ?

Justifier votre réponse.

A-6) Citer un autre facteur qui permettrait d'augmenter la vitesse de la réaction.

A-7) Modélisation de la cinétique de la réaction.

A-7-1) La température vaut  $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$ . L'évolution de la concentration en ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  au cours du temps peut se modéliser par une relation du type :

$[\text{H}_3\text{O}^+] = A \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$  dans laquelle  $e^{-\frac{t}{\tau}}$  représente la fonction exponentielle de la variable  $(-t/\tau)$ . Dans

cette expression,  $A$  et  $\tau$  sont des constantes et  $t$  le temps exprimé en minutes. La concentration des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  est exprimée en  $\text{mol.L}^{-1}$ .

A-7-1-1 Que représente la constante  $A$  ? Quelle est son unité ?

A-7-1-2 En utilisant l'évolution de la concentration  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  au cours du temps, donnée à l'**annexe 2**, déterminer les valeurs numériques de  $A$  et  $\tau$ . Comment nomme-t-on la constante  $\tau$  ?

A-7-1-3 D'après le graphique de l'**annexe 3**, la température influence-t-elle sur la constante  $A$ ? sur la constante  $\tau$  ?

A-7-2) Influence de la température.

Le graphique de l'**annexe 4** représente l'évolution du temps de demi-réaction,  $t_{1/2}$ , défini à la question A-4 et exprimé en minutes, en fonction de la température  $\theta$  exprimée en  $^\circ\text{C}$ . Sur une plage réduite de la température, la caractéristique  $t_{1/2}$  en fonction de la température ( $\theta$ ) peut être modélisée par une droite. De combien décroît le temps de demi-réaction lorsque la température du milieu réactionnel croît de  $5^\circ\text{C}$  ?

**B. Etude du chauffage de la colle.**

La colle utilisée pour coller les chants est une colle « hot melt » (thermofusible) dont les constituants principaux sont des polymères thermoplastiques. Elle est stockée sous forme de billes. La plaqueuse est donc équipée d'un dispositif de chauffage permettant de fondre ces billes.

La plaqueuse est connectée au réseau triphasé 230 V/ 400 V, 50 Hz.

Les résistances chauffantes sont branchées comme sur la figure 1.

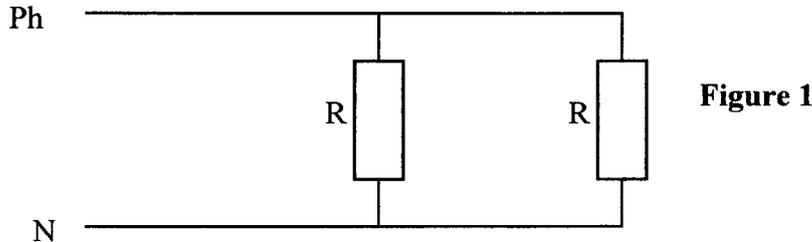


Figure 1

B-1) Donner la valeur efficace de la tension aux bornes de chaque résistance.

B-2) Sachant que la puissance moyenne dissipée dans une résistance vaut  $P_R = 350 \text{ W}$ , déterminer la valeur de la résistance R.

B-3) Calculer la puissance totale  $P_T$  dissipée dans les deux résistances.

B-4) Pour faire fondre convenablement les billes de colle, il faut fournir une puissance de chauffage de 1200 W. On rajoute donc une résistance  $R_1$  en parallèle sur les deux premières résistances. Déterminer la valeur de  $R_1$  pour que la puissance de chauffage totale atteigne 1200 W.

**C. Etude du moteur d'entraînement .**

Le moteur asynchrone qui fait défiler les plaques est connecté au réseau triphasé 230 V/ 400 V, 50 Hz. On rappelle que la caractéristique mécanique  $T_u = f(n)$  est linéaire dans la zone utile de fonctionnement.

$T_u$  : moment du couple utile

n: fréquence de rotation de l'arbre du moteur

La plaque signalétique du moteur porte les indications suivantes :

Moteur 400 V/690 V ; 50 Hz  
 4 pôles  
 $n_N = 1430 \text{ tr.min}^{-1}$   
 $P_{uN} = 5,85 \text{ kW}$

C-1) Déterminer le couplage des bobinages du moteur. Justifier.

C-2) Compléter sur le **document réponse 1, à rendre avec la copie**, le schéma de câblage.

C-3) Déterminer la fréquence de synchronisme  $n_s$  en  $\text{tr.min}^{-1}$ .

C-4) Déterminer la valeur numérique du glissement nominal  $g_N$ .

C-5) Déterminer la valeur numérique du moment du couple utile nominal  $T_{uN}$ .

C-6) Justifier que la caractéristique mécanique du moteur tracée sur le **document réponse 2, à rendre avec la copie**, est correcte.

C-7) La plaque impose un couple résistant constant de moment  $T_R = 25 \text{ N.m}$ . Déterminer graphiquement la valeur de la fréquence de rotation  $n$  au point de fonctionnement. En déduire la puissance utile  $P_u$  que doit alors fournir le moteur.

C-8) Pour ce point de fonctionnement, l'intensité efficace en ligne est égale à 10 A et le facteur de puissance du moteur vaut  $\cos\varphi = 0,78$ .

Déterminer la puissance moyenne absorbée  $P_a$  par le moteur. En déduire le rendement  $\eta$  du moteur en ce point.

C-9) La puissance moyenne absorbée par le moteur est mesurée avec un seul wattmètre. Compléter le schéma de montage sur le **document réponse 3, à rendre avec la copie**. Indiquer la valeur affichée par le wattmètre.

#### **D. Variation de vitesse du moteur.**

Le réseau d'alimentation utilisé est toujours le réseau triphasé 230 V/ 400 V; 50 Hz.

On veut obtenir une fréquence de rotation  $n'$  égale à  $940 \text{ tr.min}^{-1}$ . On utilise un onduleur à  $U/f$  constant.

D-1) Déterminer graphiquement (**document réponse 2, à rendre avec la copie**) la fréquence de synchronisme  $n'_s$  permettant d'obtenir une fréquence  $n' = 940 \text{ tr.min}^{-1}$  pour un couple résistant de moment de moment égal à 25 Nm.

On rappelle qu'avec une commande à  $U/f$  constant les caractéristiques mécaniques sont des droites parallèles dans les zones de fonctionnement.

D-2) En déduire la fréquence  $f'$  de la tension fournie par l'onduleur.

D-3) Déterminer la valeur efficace  $U'$  de la tension correspondante.

D-4) Le moteur actuellement monté sur la machine dispose d'un second enroulement statorique à six pôles. Quelle est l'utilité de cet enroulement ?

## ANNEXE 1

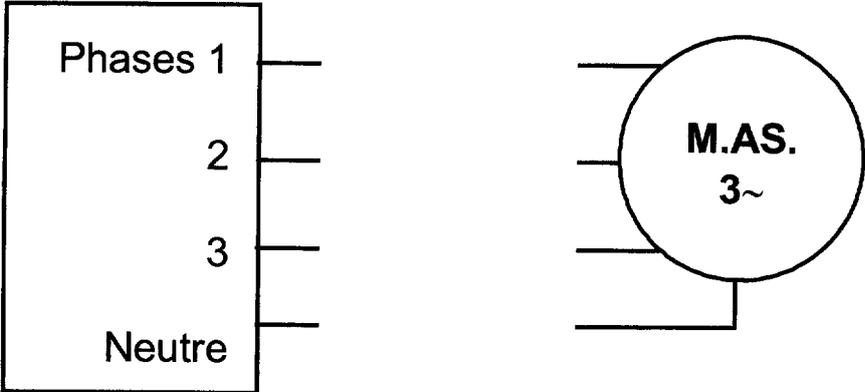
## Colles thermoplastiques – caoutchouc synthétique et divers

colles	Principaux types	Destinations principales	Avantages	Inconvénients
VINYLIQUES	Colles d'assemblages Colles de plaques Colles à parquets Colles à durcisseur	Assemblages de menuiseries et d'ébénisterie; collage des stratifiés et de parquets mosaïques.	Prêtes à l'emploi (sauf dans le cas de vinylique à durcisseur). Facilite la mise en œuvre.	Tenue aux intempéries médiocre sauf s'il s'agit de colles à durcisseur souvent sujettes au fluage sous l'action d'un effort permanent. Exigent pour les assemblages des usinages précis.
POLYCHLOROPRENES	Avec ou sans durcisseur Colles pour applications manuelles Colles pour application au pistolet	Collage des stratifiés, des revêtements de sol, des parois de caravanes, des panneaux muraux	Prise pratiquement instantanée ; possibilité de collage sous pression naturelle.	Demandent une très bonne technicité pour la mise en œuvre. Colles à solvants.
THERMOFUSIBLES	solide	Collage des chants.	Rapidité de prise. Absence de solvant. Possibilité de servir à l'assemblage de matériaux lisses et imperméables. Possibilité d'utiliser des matériaux préencollés.	Tenue à la chaleur et au froid souvent moyenne. Adhérence limitée.

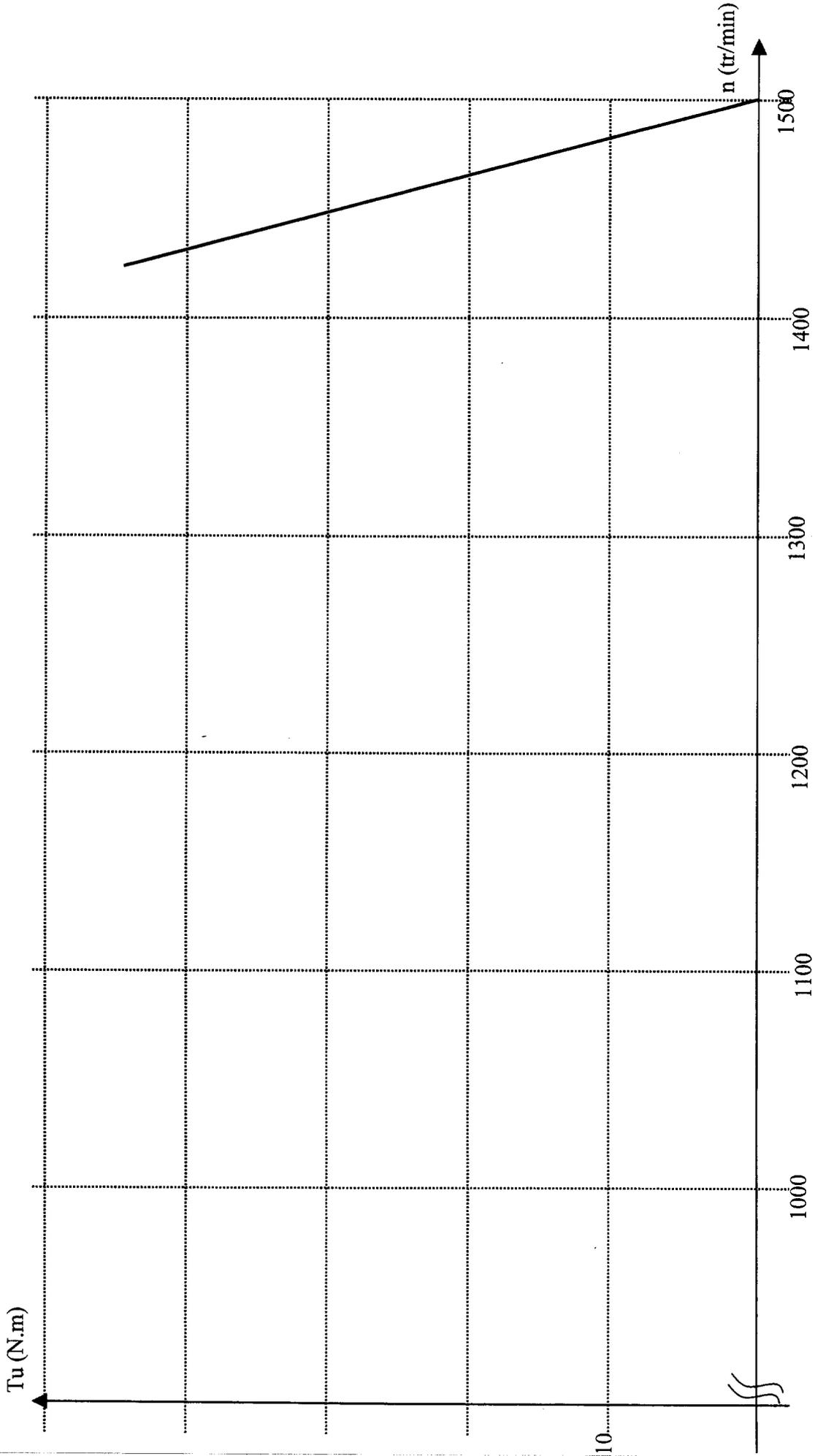
## Colles thermodurcissables

Colles thermodurcissables	Principaux types	Destinations principales	Avantages	Inconvénients
Phénol formol	Liquides à moyenne et haute températures, sous cette forme, se présentent avec ou sans durcisseur. En film. En poudre.	Contreplaqué extérieur et coffrage.	Excellente tenue au feu et aux intempéries.	Exigent de travailler à une température supérieure à 100 °C.
Résorcine	Résorcine – formol. Résorcine phénol-formol.	Construction de charpentes lamellées collées. Construction navale collage extérieur.	Permettent la réalisation de collage à froid ou à chaud. Excellente tenue aux intempéries et au feu. Très bon comportement au vieillissement. Permettent le collage de matériaux divers.	Sensibles à la température lors de la mise en œuvre. Couleur foncée qui peut nuire aux effets décoratifs. Prix élevé.
Urée formol (joints minces)	Sirop – poudre Existent également sous forme de film. De conservation limitée.	Panneaux de particules (liant) Travaux de plaque ébénisterie Contreplaqué. Collage joints minces en menuiserie.	Grande possibilité d'adaptation aux conditions de travail. Bonne tenue à l'eau. Bas prix.	Tenue aux intempéries inférieure à celle des résorcines mais qui peut être améliorée par incorporation de mélanine ou de résorcine.
Urée formol (joints épais)	Sirop – poudre	Charpentes lamellées collées. Menuiseries extérieures . Escalier. Bateaux de plaisance.	Possibilité de collage à basse pression et à partir de 100 °C.	Tenue moyenne à l'action de la chaleur. Sèche continue.
Epoxydes	A un ou plusieurs composants.	Conviennent pour presque tous les types de subjectiles, en particulier pour le collage des métaux.	Bonne tenue aux intempéries et au vieillissement. Collage sous faible pression. Aucun retrait lors du durcissement. Fluage faible. Bonne résistance à la plupart des acides sous faible concentration.	Adhérence inférieure, sur bois, à celle des colles urée formol. Rigidité des joints Temps de durcissement relativement long. Prix relativement élevé.
Polyuréthanes	A un ou plusieurs composants.	Dans l'industrie du bois : collage de panneaux sandwichs.	Possibilité de collage de matériaux très divers.	Nettoyage à l'aide de solvants.

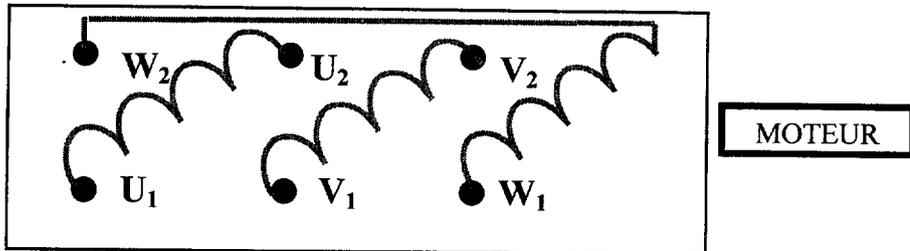
**DOCUMENT REPONSE 3**  
**A RENDRE AVEC LA COPIE**



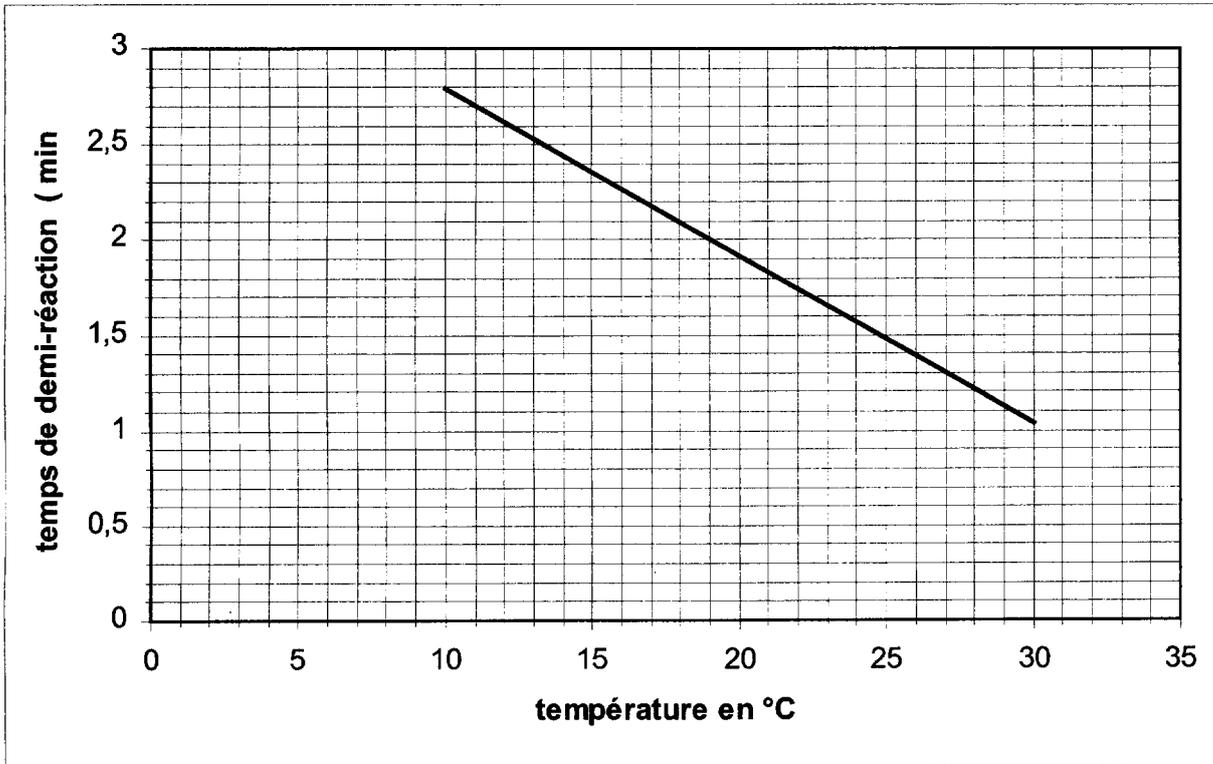
DOCUMENT REPONSE 2  
A RENDRE AVEC LA COPIE



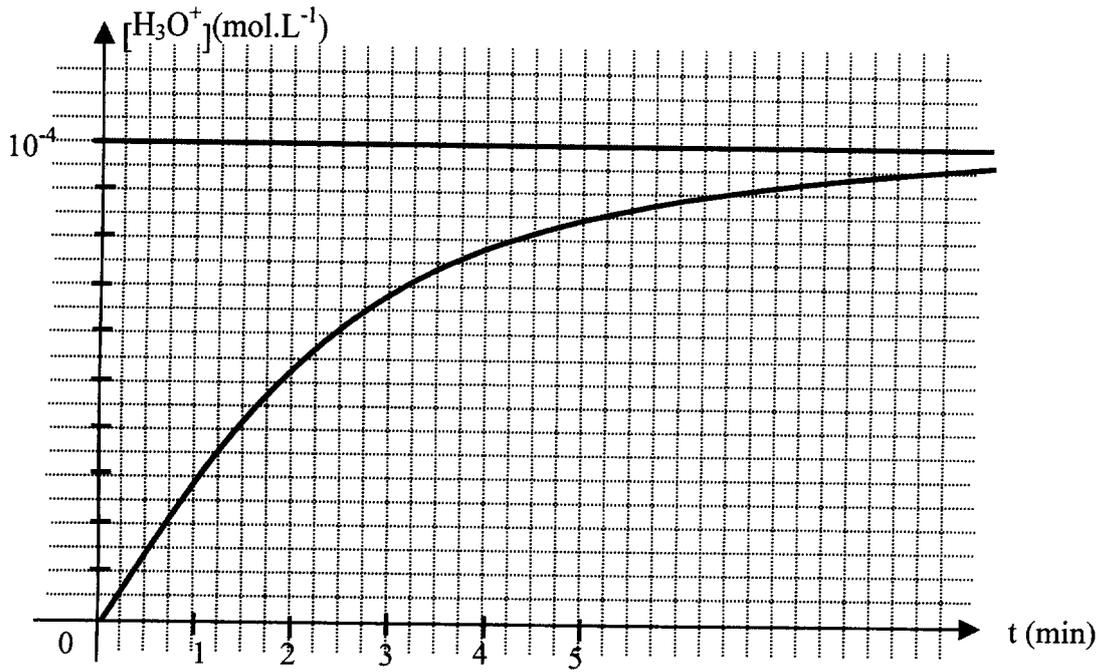
**DOCUMENT REPOSE 1**  
**A RENDRE AVEC LA COPIE**



**ANNEXE 4-** à rendre avec la copie



**ANNEXE 2- à rendre avec la copie**



**ANNEXE 3- à rendre avec la copie**

