

<p>CONCOURS EXTERNE ET INTERNE DE TECHNICIEN DE LABORATOIRE</p> <p>Session de 2008</p> <p>Vendredi 4 avril 2008</p>	<p>Epreuve d'admissibilité :</p> <p>Epreuve écrite à caractère scientifique. Durée 2 heures - Coefficient : 1</p> <p>de 14 h à 16 h</p>
---	--

SPECIALITE B :
SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Avertissement

Ce document comporte 23 pages + 6 feuilles (documents réponses) :
4 feuilles -annexes 1 à 4- (documents réponses) concernent la partie chimie,
2 feuilles (documents réponses 1 à 4) concernent la physique appliquée.

A l'exception des documents réponses le sujet ne peut être exploité comme support de résolution. En clair, il est interdit d'écrire sur le sujet et de rendre ce dernier avec sa copie.

Le sujet comprend trois domaines indépendants : physique, chimie et physique appliquée. Il est volontairement très long afin de permettre à un candidat de choisir de n'aborder qu'un seul domaine. Il peut aussi aborder deux domaines ou les trois domaines.

L'admissibilité est indépendante du choix précédent du candidat.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en précisant les initiatives qu'il prend pour la rédaction de sa solution.

Tout support de cours ou formulaire est interdit sous peine de radiation de l'épreuve.

Cette remarque inclut toute banque de données.

Tout résultat fourni dans l'énoncé peut être utilisé pour la résolution des questions ultérieures, même si la démonstration n'a pas été effectuée.

Des copies claires, des résultats encadrés et une marge nette sont souhaités. Les copies illisibles seront pénalisées.

S'agissant d'un concours de recrutement de personnel administratif présentant une spécificité technique particulière, l'utilisation d'une calculatrice électronique programmable est autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

Vous devez impérativement vous abstenir de signer ou d'identifier votre copie.

Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier. Toute annotation distinctive mènera à l'annulation de votre épreuve.

Le sujet comporte trois domaines indépendants : physique, chimie, physique appliquée.

Ce sujet est volontairement très long afin de permettre à un candidat de choisir de n'aborder qu'un seul domaine. Il peut aussi aborder deux domaines, ou les trois domaines.

L'admissibilité est indépendante du choix précédent du candidat.

PHYSIQUE

Les trois parties A, B et C sont totalement indépendantes.

Partie A **Autour de la notion de pression**

Cette partie aborde des notions simples de mécanique des fluides sous différents aspects : statique et dynamique.

La résolution de cette partie n'exige aucune connaissance particulière en mécanique des fluides. Les données numériques et physico-chimiques sont données en annexe 1.

1. Notion de pression

Un opérateur exerce uniformément et normalement à une surface S une force \vec{F} .

1.1. Définir la pression en un point de cette surface.

1.2. Quelle est l'unité légale de pression ?

1.3. Justifier rapidement pourquoi :

- un char d'assaut est muni de chenilles,
- une punaise a une pointe fine.

2. Ecoulement en régime permanent d'un fluide incompressible

2.1. Preliminaires

On considère une veine de fluide parfait, incompressible de masse volumique μ en écoulement permanent et adiabatique dans le

champ de pesanteur uniforme \vec{g} . Le fluide pénètre en A_1 situé à l'altitude z_1 à la pression

P_1 animé de la vitesse \vec{v}_1 et ressort en A_2 situé à l'altitude z_2 à la pression P_2 et animé de la

vitesse \vec{v}_2 . Les sections de la veine en A_1 et A_2 sont respectivement S_1 et S_2 .

On suppose que les vitesses sont uniformes à la traversée des sections.

On montre que, sur une ligne de courant, on peut écrire :

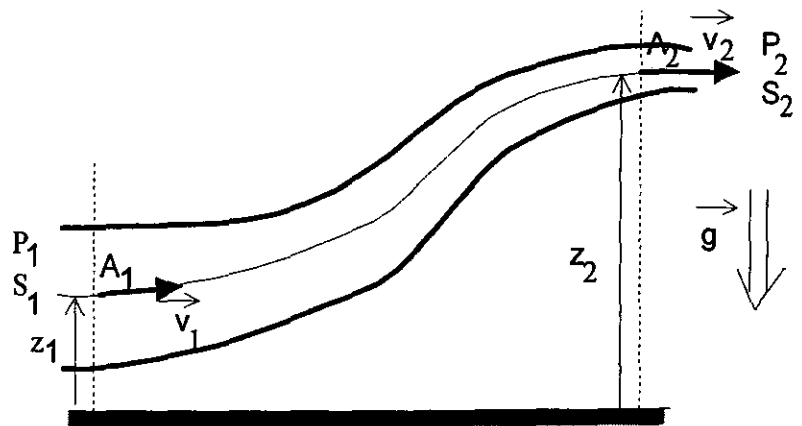
$$\frac{1}{2}\mu v_1^2 + \mu g z_1 + P_1 = \frac{1}{2}\mu v_2^2 + \mu g z_2 + P_2$$

ce qui constitue le théorème de Bernoulli.

2.1.1. Que traduit physiquement ce théorème ? Identifier les contributions de chacun des différents termes qui interviennent dans l'expression précédente.

2.1.2. Le fluide étant incompressible, montrer que le débit volumique défini par $Q_v = \frac{dV}{dt}$ s'écrit :

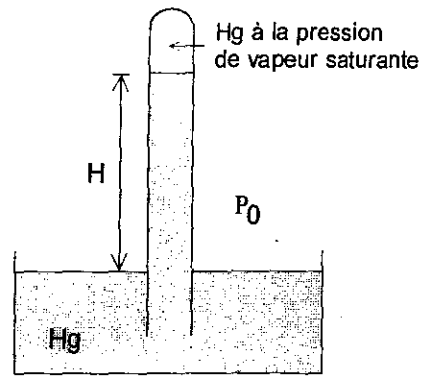
$$Q_v = S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$$



2.2. Mesure de pressions

2.2.1. Que mesurent un manomètre, un baromètre ?

2.2.2. Le baromètre de Toricelli est constitué d'un tube de verre bouché à une extrémité, rempli de mercure de masse volumique μ_{Hg} . On retourne le tube sur une cuve à mercure comme l'indique la figure ci-contre. L'ensemble est placé à la surface terrestre en un lieu où la pression atmosphérique est P_0 . La dénivellation dans le tube est H et le mercure est immobile dans le tube.



2.2.2.1. Déterminer l'expression de P_0 en fonction de μ_{Hg} , g , H et de P_{sat} , pression de vapeur saturante du mercure.

2.2.2.2. Application numérique : déterminer H à la température de 20°C si $P_0 = 1015 \text{ hPa}$.

2.2.2.3. Quelle est, sous la pression atmosphérique $P_0 = 1015 \text{ hPa}$, la force exercée par l'atmosphère sur une surface de 10 cm^2 ? Proposer une expérience permettant de mettre qualitativement en évidence cette force pressante.

2.2.2.4. On désire refaire l'expérience de Torricelli mais avec de l'eau. On donne la pression de vapeur saturante de l'eau à 20°C $P_{\text{sateau}} = 2337 \text{ Pa}$. Calculer la nouvelle hauteur H . L'expérience vous semble-t-elle facilement réalisable ?

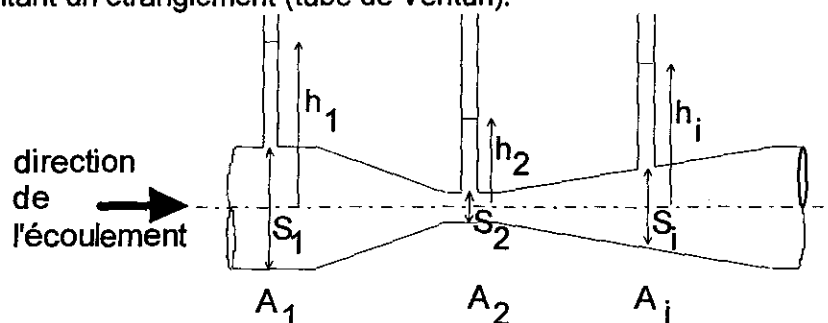
2.2.2.5. Justifier pourquoi l'expérience de Torricelli est interdite dans les établissements scolaires.

2.2.3. On considère un tube en U renfermant un liquide au repos, incompressible de masse volumique μ dans le champ de pesanteur terrestre. Le liquide de chaque branche est en contact avec un gaz..

2.2.3.1. Montrer que si la pression du gaz est la même dans les deux branches du tube, la dénivellation est nulle.

2.2.3.2. De même, montrer que, si la pression P du gaz à gauche est supérieure à celle P_0 du gaz à droite, alors : $P = P_0 + \mu gh$ avec h , dénivellation du liquide. En déduire qu'on peut mesurer une pression par une dénivellation d'un liquide.

2.3. On considère maintenant l'écoulement permanent adiabatique d'un fluide incompressible dans une conduite présentant un étranglement (tube de Venturi).



A la verticale des différents points A_1, A_2, \dots, A_n , situés aux centres des sections S_1, S_2, \dots, S_n , on dispose de tubes verticaux permettant de mesurer la pression au sein du fluide par la hauteur de celui-ci.

La section d'entrée a pour surface S_1 , celle du col S_2 , les suivantes S_3, \dots, S_n .

2.3.1. Justifier les égalités :

$$\frac{v_1^2}{2g} + h_1 = \frac{v_2^2}{2g} + h_2 = \dots = \frac{v_n^2}{2g} + h_n$$

$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 = \dots = S_n \cdot v_n = Q_V$$

v_1, v_2, \dots, v_n étant les vitesses aux différents points A_1, A_2, \dots, A_n .

2.3.2. Montrer alors que : $h_1 - h_n = \frac{Q_V^2}{2gS_1^2} \left(\left(\frac{S_1}{S_n} \right)^2 - 1 \right)$

2.3.3. Les résultats expérimentaux sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Tube	h (mm)	S_i (mm ²)	$(S_1/S_i)^2$
A ₁	247,5	530,9	1,000
A ₂	228,5	422,7	1,577
A ₃	140,5	265,9	3,987
A ₄	6,0	201,1	6,973
A ₅	26,0	221,7	5,737
A ₆	112,0	267,9	3,927
A ₇	150,5	319,2	2,767
A ₈	176,0	374,6	2,009
A ₉	193,0	434,8	1,491

2.3.3.1. Calculer les valeurs de $(h_1 - h_i)$ et de $\left(\frac{S_1}{S_i} \right)^2 - 1$ pour i variant de 1 à 9 ; les présenter dans un tableau. Tracer, sur papier millimétré, la courbe donnant les variations de $(h_1 - h_i)$ en fonction $\left(\frac{S_1}{S_i} \right)^2 - 1$. Que peut-on déduire de ce graphe ? Le théorème de Bernoulli est-il vérifié ? Justifier.

2.3.3.2. Déterminer, en $m^3 \cdot s^{-1}$ un ordre de grandeur de la valeur du débit volumique à l'entrée de la conduite.

ANNEXE 1 (partie physique)

Intensité du champ de pesanteur : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

Masse volumique de l'eau : $\mu_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$

Propriétés physiques du mercure

Point d'ébullition : 357°C

Point de fusion : -39°C

Densité relative par rapport à l'eau : 13,5

Solubilité dans l'eau : nulle

Tension de vapeur à 20°C : 0,26 Pa

Densité de vapeur relative par rapport à l'air : 6,93

Densité relative du mélange air/vapeur à 20°C : 1,009

Extrait de la fiche de sécurité du mercure

Matériau spécial. Ne pas transporter avec des aliments ni des produits alimentaires.

Symbole T

Symbole N

R: 23-33-50/53

S: 1/2-7-45-60-61

ASPECT PHYSIQUE; APPARENCE:
METAL ARGENTE, INODORE, LOURD ET MOBILE, SOUS FORME LIQUIDE.

DANGERS PHYSIQUES:

DANGERS CHIMIQUES:

Des fumées toxiques se forment sous l'effet de la chaleur. Réagit violemment avec l'ammoniaque et les halogènes en provoquant des risques d'incendie et d'explosion. Attaque l'aluminium et de nombreux autres métaux formant des amalgames.

LIMITES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE (LEP):

TLV: 0,025 mg/m³ TWA; (peau); A4; BEI publié; (ACGIH 2004).

MAK: 0,1 mg/m³; Sh;

Classe de limitation des taux les plus élevés: II(8);

Catégorie de carcinogénicité: 3B;

(DFG 2003).



VOIES D'EXPOSITION:

La substance peut être absorbée par l'organisme par inhalation de ses vapeurs et à travers la peau, sous forme de vapeur aussi!

RISQUE D'INHALATION:

Une contamination dangereuse de l'air est très rapidement atteinte lors de l'évaporation de cette substance à 20°C.

EFFETS DES EXPOSITIONS DE COURTE

DUREE:

La substance est irritante pour la peau. L'inhalation des vapeurs peut causer une pneumonie. La substance peut avoir des effets sur le système nerveux central et les reins. Les effets peuvent être retardés. L'observation médicale est conseillée.

EFFETS DES EXPOSITIONS PROLONGEES OU REPETEES:

La substance peut avoir des effets sur le système nerveux central et les reins, entraînant une irritabilité, une instabilité émotionnelle, des tremblements, des troubles mentaux, ainsi que des troubles de la mémoire et de la parole. Peut causer une inflammation et une décoloration des gencives. Danger d'effets cumulatifs. Les tests chez l'animal montrent que cette substance peut entraîner des effets toxiques sur la reproduction ou le développement chez l'homme.

Partie B Etude d'un haut-parleur

On s'intéresse au système de suspension d'un haut parleur électrodynamique (noté par la suite HP). Il est constitué par le dôme de la bobine relié à la carcasse par le spider, ressort placé autour. Ce système est en outre relié à la membrane du HP qui met en vibration l'air ambiant en produisant le son.

1. Etude expérimentale d'un modèle simplifié.

1.1. Oscillations libres

Dans un premier temps on se limite au système oscillant constitué par le dôme et le spider. Ce système est assimilable à un solide de masse $m = 50,0$ g contraint à un déplacement rectiligne horizontal, et relié à deux ressorts toujours allongés et tendus grâce à deux points fixes. (Voir annexe 2 fig. 1).

La position du centre d'inertie de la masse m est repérée sur l'axe horizontal du mouvement par son abscisse x par rapport à la position d'équilibre. Après l'avoir écarté de sa position d'équilibre, on abandonne le système à lui-même sans lui communiquer de vitesse, et on enregistre la position de G au cours du temps. L'enregistrement est donné fig. 2.

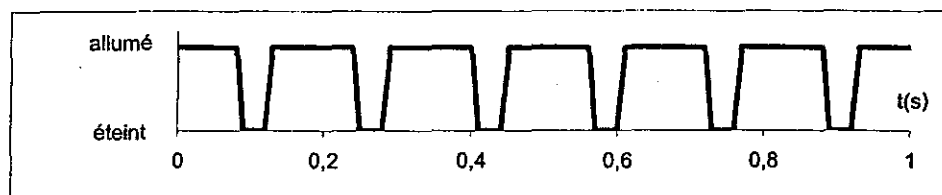
- 1.1.1. Décrire avec précision une méthode permettant d'obtenir la courbe de la fig. 2. On précisera le matériel nécessaire et on schématisera l'expérience.
- 1.1.2. A partir de l'enregistrement :
 - 1.1.2.1. Déterminer l'amplitude du mouvement.
 - 1.1.2.2. Calculer avec la plus grande précision possible, la fréquence des oscillations. Justifier ce calcul.
 - 1.1.2.3. Si ce système était relié à une membrane, produirait-il un son audible ? Justifier.
 - 1.1.2.4. Quelle est la forme de l'équation horaire $x(t)$ du mouvement.
 - 1.1.2.5. Les oscillations sont-elles amorties ? Que peut-on en déduire pour le contact entre le solide de masse m et le plan ?
- 1.1.3. Par une étude détaillée du système {solide de masse m },
 - 1.1.3.1. Montrer que les deux ressorts, de constantes de raideur k_1 et k_2 , se comportent comme un seul ressort qui travaillerait en allongement comme en compression et dont la constante de raideur serait $k_{totale} = k_1 + k_2$.
 - 1.1.3.2. Etablir l'équation différentielle du mouvement de G .
- 1.1.4. Montrer que l'équation horaire $x(t)$ précédente est bien solution de cette équation. Préciser les expressions des différents termes qui interviennent, ainsi que leurs valeurs numériques.

1.2. Oscillations forcées

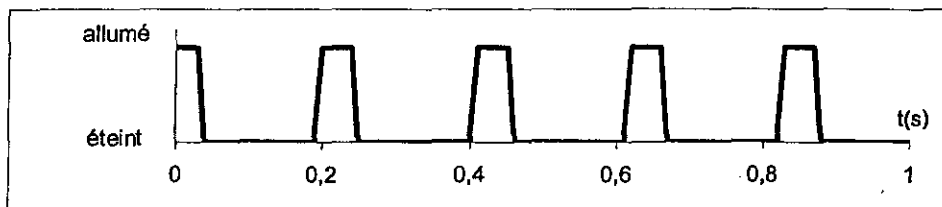
On soumet maintenant le système oscillant à une excitation périodique, semblable à celle engendrée par la bobine du haut-parleur. Pour diverses valeurs de fréquences d'excitation, on mesure l'amplitude du mouvement de G .

- 1.2.1. Tracer l'allure de la courbe représentant l'amplitude en fonction de la fréquence, appelée courbe de réponse en fréquence, en indiquant la(les) valeur(s) particulière(s).
- 1.2.2. Quel moyen mécanique peut être utilisé pour produire l'excitation périodique. Décrire sa mise en œuvre.
- 1.2.3. On utilise un stroboscope pour mesurer la fréquence de l'excitateur. Des courbes donnant l'éclairement en fonction du temps, de différents stroboscopes, sont représentées ci-dessous.

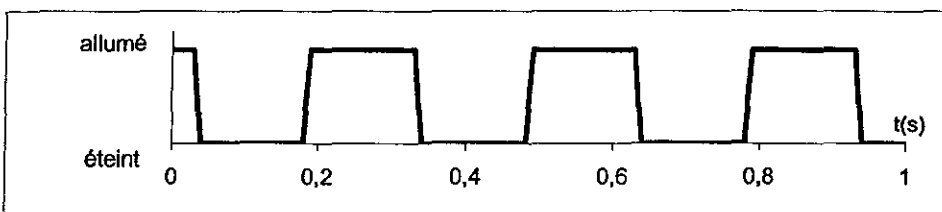
1.2.3.1. Choisir parmi les trois stroboscopes proposés, celui qui correspond à la meilleure utilisation.



Stroboscope 1



Stroboscope 2



Stroboscope 3

1.2.3.2. Indiquer pourquoi les autres ne peuvent être retenus.

1.2.3.3. Expliquer précisément comment déterminer la fréquence d'un phénomène périodique avec un stroboscope ?

2. Etude du système réel.

2.1. Oscillations libres.

Un système informatisé permet d'enregistrer les oscillations du sommet du dôme autour de sa position d'équilibre lorsqu'il est abandonné à lui-même hors équilibre. On obtient la courbe fig. 3.

2.1.1. Quel est le type d'oscillations que fait apparaître cet enregistrement ?

2.1.2. Quelles sont les raisons principales de cette différence avec l'étude du modèle simplifié ?

2.1.3. Calculer la fréquence de ces oscillations. Cette fréquence correspond-elle à l'émission par la membrane d'un son audible ?

2.2. Oscillations forcées.

Durant l'utilisation du HP, la vibration de la membrane est le résultat d'une excitation par la bobine placée dans l'entrefer d'un aimant et parcourue par un courant.

2.2.1. Quel nom porte la force qui met la bobine en mouvement ?

2.2.2. D'une manière générale, quelle est la nature d'un son ?

2.2.3. Le courant circulant dans la bobine doit-il être continu ou variable ? Justifier.

2.2.4. La fig. 4 donne la courbe de réponse en fréquence du système oscillant du HP.

2.2.4.1. Quel est le nom du phénomène mis en évidence par cette courbe ?

2.2.4.2. Qu'appelle-t-on bande passante à -3dB en fréquence du HP ?

2.2.4.3. Déterminer cette bande passante, ainsi que le facteur de qualité de cet oscillateur.

2.2.4.4. Expliquer pourquoi une enceinte acoustique de qualité doit être conçue avec plusieurs HP.

ANNEXE 2 (partie physique)

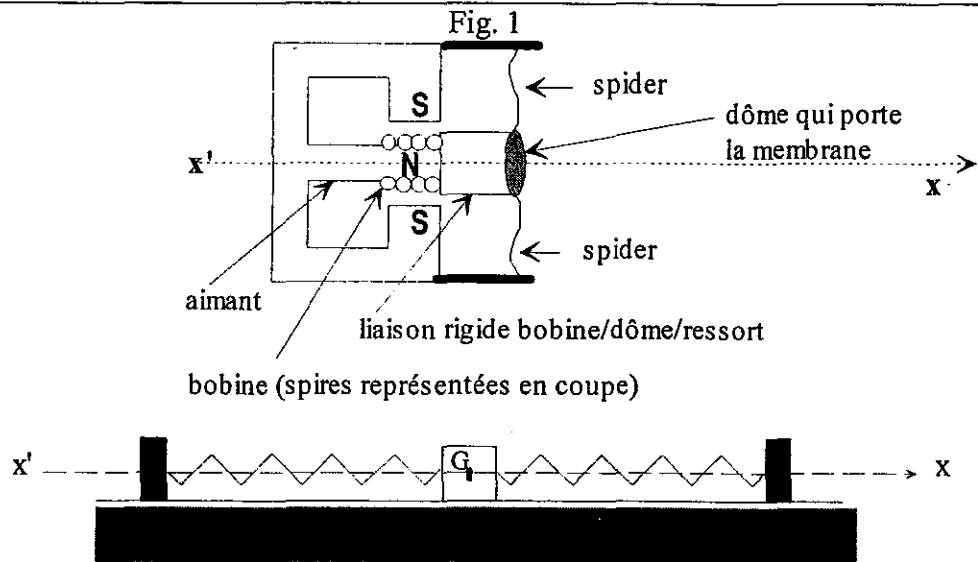


Fig. 2

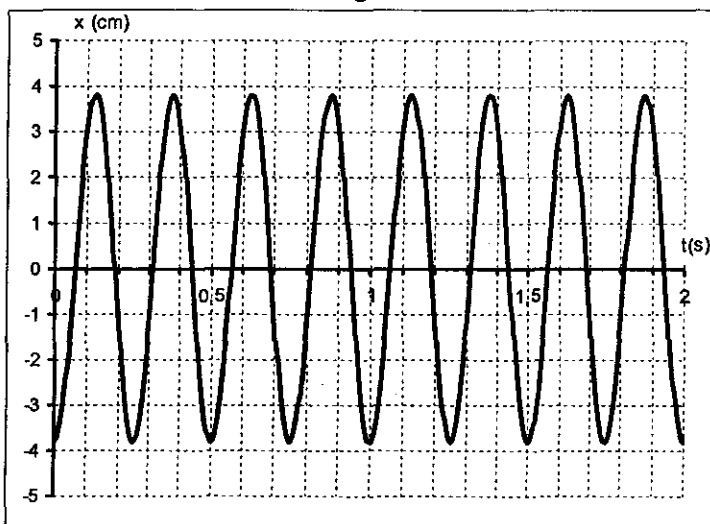


Fig. 3

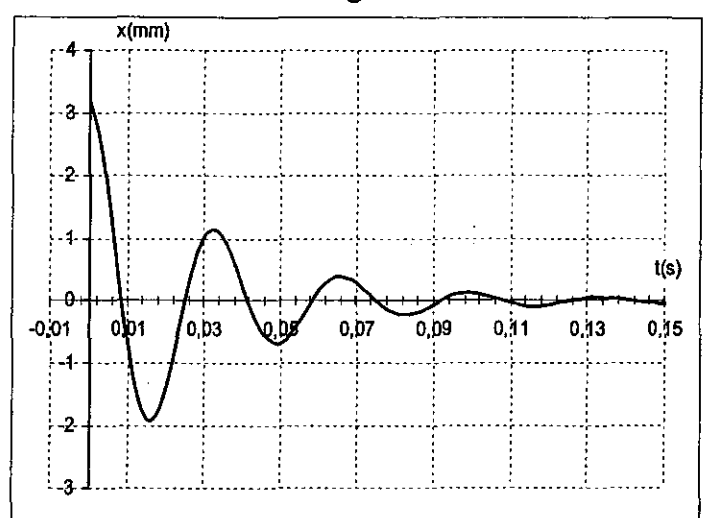
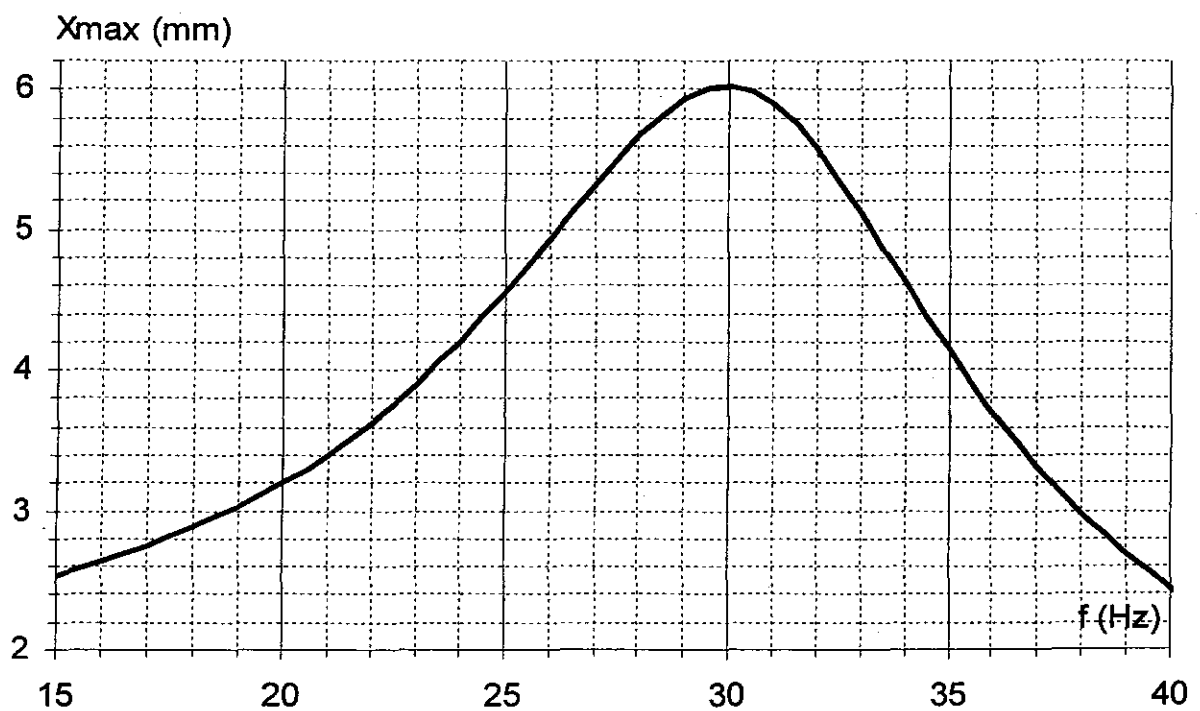


Fig. 4



Partie C Problèmes d'audition

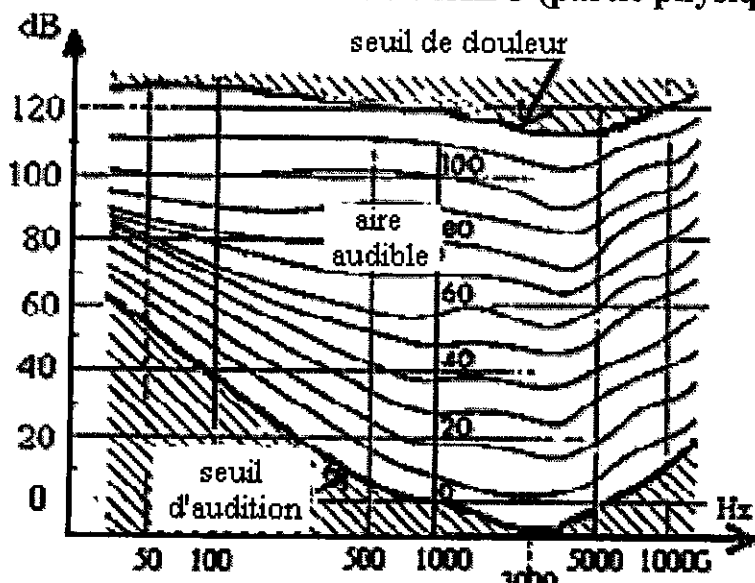
Certaines questions peuvent faire appel aux documents de l'annexe 3.

Durant une séance de TP un HP (puissance nominale électrique 40W) de haut rendement est utilisé. On s'intéresse aux risques de dégradation de l'audition pour l'élève qui est situé à la distance moyenne de 1,25 m de cette source.

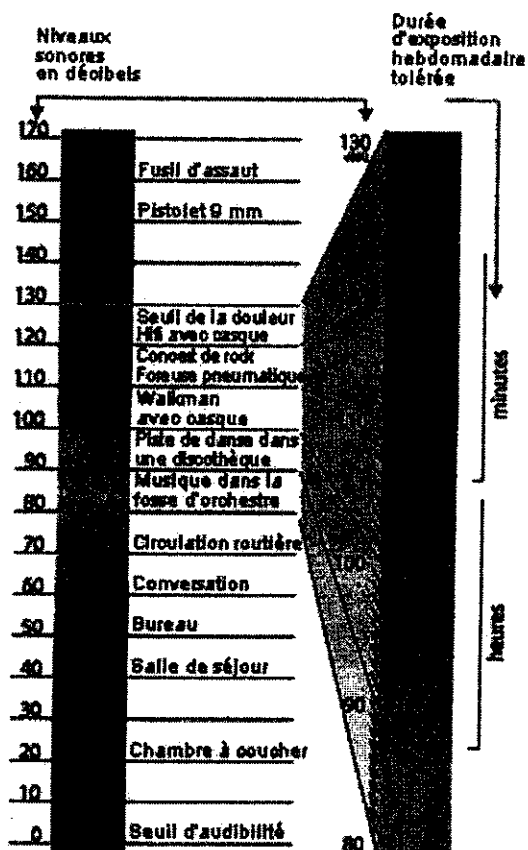
On supposera que l'émission du HP est isotrope (c'est-à-dire la même dans toutes les directions), avec une atténuation de puissance acoustique de 11% par mètre.

1. A quelle gamme de fréquences l'oreille humaine est-elle sensible (audiofréquences) ? Quels noms portent les domaines de fréquences immédiatement adjacents.
2. D'après les documents en annexe 3, parmi ces fréquences audibles, laquelle est la mieux perçue ? Laquelle sert de référence ?
3. L'intensité acoustique au niveau du tympan de l'élève est de $I = 6,3 \times 10^{-4} \text{ W.m}^{-2}$.
 - 3.1. On donne l'expression de la surface S d'une sphère de rayon R : $S = 4\pi R^2$.
Calculer la puissance acoustique émise par le HP. Quel est son rendement ?
 - 3.2. On utilise généralement le niveau d'intensité acoustique $L = 10 \times \log \frac{I}{I_0}$ en prenant l'intensité acoustique de référence $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$. Quel est en décibels, le niveau d'intensité perçu par l'élève ? Ce niveau présente-t-il des risques de perte d'audition ? Commenter.
 - 3.3. Si l'on baisse la puissance acoustique de moitié, donc l'intensité de moitié, quelle valeur prend le niveau d'intensité acoustique perçu par l'élève ?
4. La relation liant l'intensité acoustique et la pression acoustique est $I = \frac{p^2}{\mu v}$. Calculer la pression acoustique correspondante à $I = 6,3 \times 10^{-4} \text{ W.m}^{-2}$. On donne la célérité du son dans l'air au moment de l'expérience $v_{\text{son}} = 342,3 \text{ m.s}^{-1}$ et la masse volumique de l'air $\mu_{\text{air}} = 1,205 \text{ kg.m}^{-3}$
5. A la fréquence de 100 Hz de quelle intensité acoustique pourrait-on se contenter pour que le son soit perçu ?

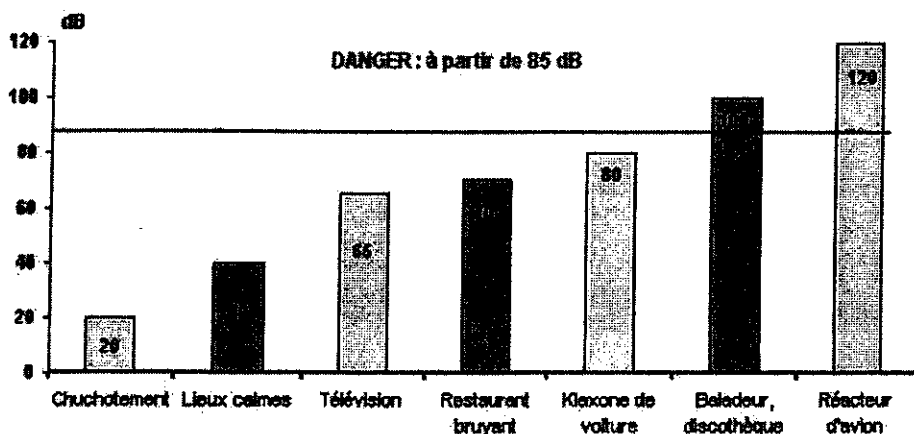
ANNEXE 3 (partie physique)



D'après <http://www.inrp.fr>



D'après <http://www.audio2000.fr>



D'après <http://www.audio2000.fr>

Partie A : Du minerai au métal

I. L'élément magnésium

1.1. Le numéro atomique du magnésium est $Z = 12$. Que peut-on en déduire sur la composition de l'atome de magnésium ?

1.2. Il existe plusieurs isotopes du magnésium, notés : ${}_{12}^{24}\text{Mg}$; ${}_{12}^{25}\text{Mg}$; ${}_{12}^{26}\text{Mg}$.

1.2.1. Qu'appelle-t-on atomes « isotopes » ?

1.2.2. Donner la structure (nombre de protons, neutrons et électrons) des trois isotopes du magnésium.

1.2.3. On donne ci-dessous l'abondance de chaque isotope dans le magnésium naturel. En déduire la masse molaire du magnésium naturel.

(On rappelle que par définition la masse molaire de l'isotope ${}_{6}^{12}\text{C}$ est de $12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.)

Isotope	${}_{12}^{24}\text{Mg}$	${}_{12}^{25}\text{Mg}$	${}_{12}^{26}\text{Mg}$
Abondance (%)	78,7	10,1	11,2

1.3. Le Magnésium est situé dans la 3^{ème} ligne et la deuxième colonne de la classification périodique.

1.3.1. Quelle est le nom de la famille à laquelle le magnésium appartient ?

Citer un autre élément de la même famille.

1.3.2. Combien le magnésium a-t-il d'électrons sur sa couche la plus externe ?

1.3.3. Pour quelle raison le magnésium se trouve-t-il dans les produits naturels sous son degré d'oxydation +II ?

2. Préparation du magnésium

Les sources essentielles de magnésium sont l'eau de mer, dont on peut extraire le composé « MgCl_2 », et les gisements de magnésite « MgCO_3 » et de dolomite « $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ».

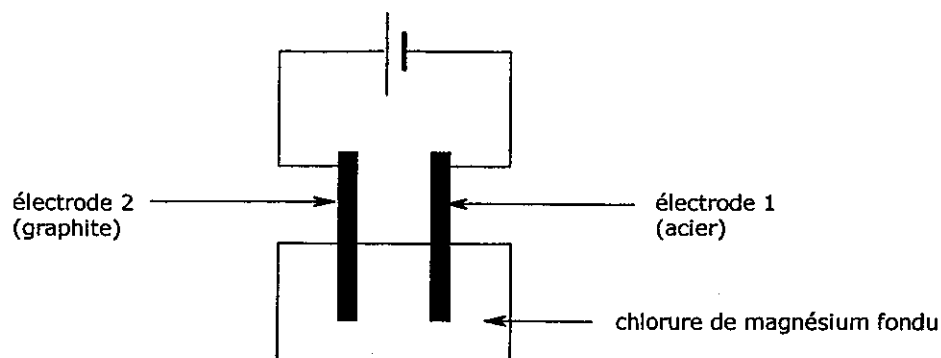
2.1. Préparation du magnésium à partir de MgCl_2 .

On peut préparer le magnésium Mg par électrolyse du chlorure de magnésium MgCl_2 fondu.

2.1.1. Le chlorure de magnésium MgCl_2 est un composé ionique constitué de cations et d'anions. Quels sont les ions présents dans le chlorure de magnésium fondu ? Ecrire leur formule.

2.1.2. Ecrire la demi-équation électronique expliquant la formation de Magnésium Mg .

2.1.3. L'électrolyse peut être schématisée de la façon suivante :



Indiquer, en reproduisant le schéma, le signe des bornes du générateur et le sens du déplacement des électrons dans le circuit extérieur.

Attribuer, en justifiant, les qualificatifs « anode » et « cathode » aux électrodes nommées 1 et 2.

Sur quelle électrode la formation de magnésium s'effectue-t-elle ?

2.2. Préparation du magnésium à partir de $MgCO_3$.

2.2.1. $MgCO_3$ est un solide ionique constitué d'ions Mg^{2+} et d'ions CO_3^{2-} .
Quel est le nom des ions CO_3^{2-} ?

2.2.2. $MgCO_3$ subit une réaction de calcination qui forme MgO (dolomie), MgO est ensuite réduit en Mg par le silicium Si . Cette réaction forme également de la silice SiO_2 .

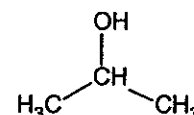
Ecrire l'équation bilan de cette dernière réaction.

Pourquoi parle-t-on de « réduction » de MgO en Mg ?

Partie B : Utilisation du magnésium en synthèse organique

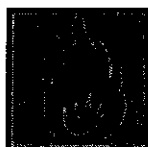
1. Etude du composé de départ

1.1. A quelle famille chimique appartient le composé A dont la formule semi-développée est donnée ci-contre ?

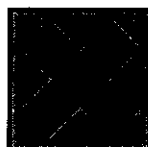


1.2. Nommer le composé A.

1.3. Les pictogrammes suivants sont présents sur les bouteilles de A. Préciser leur signification.



F



Xi

1.4. Quelles précautions faut-il prendre lors de l'utilisation de ce produit ?

1.5. Le propan-1-ol, noté A' est un isomère de A.

1.5.1. Définir le terme « isomère »

1.5.2. Qu'obtient-on par oxydation, en présence d'ions permanganate par exemple, de A ? de A' ?
On donnera les formules semi-développées et les noms des molécules obtenues.

2. Préparation d'un dérivé halogéné

On fait réagir une solution aqueuse d'acide chlorhydrique sur le composé **A**. On obtient un composé **B** de formule brute C_3H_7Cl .

2.1.

2.1.1. Ecrire l'équation de cette réaction

2.1.2 Choisir parmi les termes suivants, ceux qui s'appliquent à cette réaction : addition – réduction – élimination – substitution – radicalaire – électrophile – oxydation – nucléophile.

2.2. Nommer le composé **B** obtenu.

3. Préparation d'un organomagnésien

On introduit 4,00 g de **B** dans 40 mL d'éther diéthylique (ou éthoxyéthane). On verse cette solution goutte à goutte sur 2,00 g de magnésium (sous forme de tournures) dans de l'éther. Le montage utilisé est représenté sur l'annexe 1.

3.1. Questions sur le montage.

3.1.1. Compléter les cadres vierges de l'annexe 1.

3.1.2. Expliquer pourquoi l'éther, ainsi que les réactifs, doivent être anhydres.

3.1.3. Citer une méthode permettant de rendre l'éther anhydre.

3.1.4. Quel est le rôle de la garde à $CaCl_2$?

3.2. Questions sur la réaction.

3.2.1. Écrire l'équation de la réaction de formation de l'organomagnésien.

3.2.2. Nommer l'organomagnésien **C** obtenu.

3.2.3. Calculer les quantités de matière de chacun des réactifs.

Données :

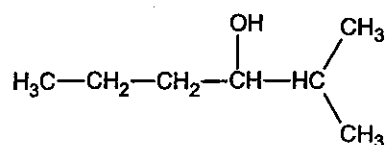
Élément	C	H	Cl	Mg
M ($g \cdot mol^{-1}$)	12,0	1,0	35,5	24,3

3.2.4. Vérifier qu'on utilise un excès de magnésium.

3.2.5. Utiliser un excès de magnésium et ajouter le dérivé halogéné progressivement permet d'éviter une réaction parasite. Laquelle (préciser son nom et écrire son bilan) ?

4. Préparation d'un alcool

L'organomagnésien **C** réagit par addition nucléophile avec le butanal pour donner, après hydrolyse, l'alcool **D**, dont la formule semi-développée est donnée ci-dessous :



4.1. Nommer l'alcool **D**. A quelle classe appartient-il ?

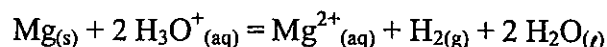
4.2. Écrire l'équation des deux réactions permettant le passage de **C** à **D**.

Quel est l'intérêt majeur de ce type de réaction en chimie organique ?

4.3. L'alcool **D** est purifié par rectification (ou distillation fractionnée). Faire le schéma annoté du montage à utiliser.

Partie C : Etude cinétique d'une oxydation du magnésium

Dans cette partie, on se propose d'étudier la cinétique de la réaction **totale** suivante :



La réaction est suivie en mesurant l'augmentation de pression due à l'apparition de H_2 gazeux noté $\text{H}_{2(g)}$.
Les quantités introduites sont :

- $V_0 = 50,0 \text{ mL}$ d'une solution d'acide chlorhydrique à $c = 5,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$
- $m_0 = 0,0194 \text{ g}$ de magnésium bien décapé.

1. Préparation des réactifs

1.1. Pourquoi est-il nécessaire de décaper le magnésium ?

1.2. L'acide chlorhydrique est commercialisé en solution aqueuse à 37 % (en masse).

La densité de cette solution est de $d = 1,19$.

La masse molaire de HCl est $36,46 \text{ g.mol}^{-1}$.

Déterminer le volume v de la solution commerciale à prélever pour préparer $1,0 \text{ L}$ de solution d'acide chlorhydrique à $5,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$?

1.3. Décrire avec précision le protocole à mettre en œuvre pour préparer cette solution (verrerie utilisée, rinçages...).

2. Tableau d'avancement

2.1. Déterminer les quantités de matière de chaque réactif (Mg , H_3O^+) introduites.

Quel est le réactif limitant ?

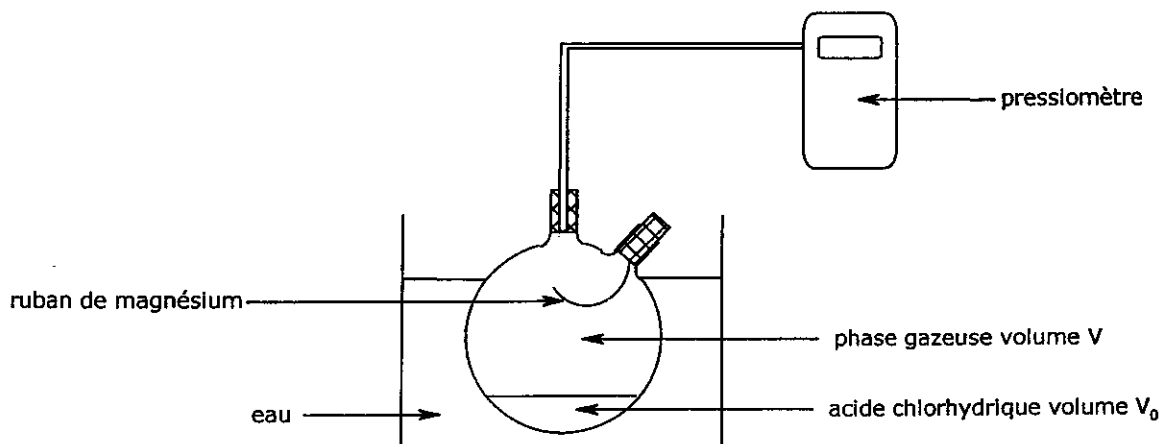
Masse molaire du magnésium : $24,3 \text{ g.mol}^{-1}$

2.2. On note x l'avancement de la réaction en quantité de matière à l'instant t et x_{max} sa valeur maximale. Dresser le tableau d'avancement (pour $t = 0$, t puis lorsque la réaction est terminée ($t \rightarrow \infty$)).

2.3. Définir le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

3. Suivi de la réaction

La réaction est suivie par mesure de pression, en utilisant le dispositif expérimental suivant :



Le ruban est fixé au bouchon de manière à ce qu'un léger choc, donné à $t = 0$, le fasse tomber dans la solution. Lorsque la réaction se produit, on observe une surpression ΔP dans le ballon, liée à la formation de H_2 gazeux. Les notations utilisées sont rassemblées dans le tableau ci-dessous :

Instant	Pression	Valeur
Initial $t = 0$	P_0	$1,013 \times 10^5$ Pa
t	$P = P_0 + \Delta P$	
t_∞ (réaction terminée)	$P_{\max} = P_0 + \Delta P_{\max}$	$1,093 \times 10^5$ Pa

En assimilant le dihydrogène à un gaz parfait, on montre que la surpression ΔP est :

$$\Delta P = \frac{n_{H_2} RT}{V}$$

où :

n_{H_2} est la quantité de matière de dihydrogène

T est la température

V est le volume disponible pour la phase gazeuse ($V_{\text{ballon}} - V_0$)

$R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ est la constante des gaz parfaits.

3.1. Donner l'expression de l'avancement x de la réaction en fonction de la surpression ΔP , et de R , T et V , puis en fonction de l'avancement maximal x_{\max} , de la surpression ΔP et de la surpression maximale ΔP_{\max} .

3.2. Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau suivant, reproduit également en annexe.

$t(\text{s})$	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	350
$P (10^5 \text{ Pa})$	1,013	1,026	1,037	1,049	1,060	1,069	1,079	1,084	1,088	1,091	1,093	1,093

3.2.1. Compléter le tableau de l'annexe 2.

3.2.2. Tracer sur l'annexe 3 la courbe $x(t)$.

4. Exploitation des résultats expérimentaux.

4.1. Déterminer le temps de demi-réaction à l'aide du graphe tracé.

4.2.

4.2.1. Définir mathématiquement la vitesse de la réaction (exprimée en $\text{mol} \cdot \text{s}^{-1}$).

La déterminer graphiquement pour $t = 50$ s et $t = 250$ s.

4.2.2. Comment la vitesse de la réaction évolue-t-elle au cours du temps ?

5. Influence de certains paramètres

5.1. Si on avait utilisé la même masse de magnésium que précédemment mais sous forme de limaille (poudre fine), la valeur du temps de demi-réaction aurait-elle été plus grande ou plus petite que dans l'expérience précédente ? Justifier.

5.2. Même question si on avait placé le ballon dans un cristalliseur d'eau chaude.

Partie D : Détermination expérimentale de la dureté d'une eau minérale.

On se propose dans cette partie d'étudier la détermination, par dosage, de la dureté d'une eau minérale.

1. Dureté de l'eau

La dureté d'une eau est une grandeur reliée à la concentration en ions Mg^{2+} et Ca^{2+} . On la mesure à l'aide du **degré hydrotimétrique**. Cette unité est définie comme suit :

Un degré correspond à une concentration molaire totale en ions Mg^{2+} et Ca^{2+} de $1,0 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$

L'étiquette d'une bouteille de cette eau minérale présente les indications suivantes : Mg^{2+} : 84 mg.L⁻¹, Ca^{2+} : 486 mg.L⁻¹.

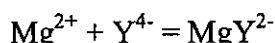
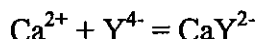
A l'aide des masses molaires du calcium et du magnésium rappelées ci-dessous, déterminer la dureté de cette eau en degré hydrotimétrique.

Données : $M_{Ca} = 40,1 \text{ g.mol.L}^{-1}$ et $M_{Mg} = 24,3 \text{ g.mol.L}^{-1}$

2. Réalisation du dosage

Le dosage s'effectue par titrage. Il utilise la réaction de complexation entre les ions Mg^{2+} et Ca^{2+} et l'ion éthylène diamine tétraacétate (EDTA) qui sera noté Y^{4-} .

Les réactions supports du titrage sont :



Elles s'effectuent simultanément.

Le titrage est réalisé dans un tampon ammoniacal. L'équivalence est repérée par le virage d'un indicateur coloré : le Noir Eriochrome T (NET) qui vire du rose au bleu.

2.1. Quelles doivent être les caractéristiques d'une réaction pour qu'elle puisse être utilisée comme support d'un titrage ?

2.2. Tampon ammoniacal

2.2.1 Qu'est ce qu'une solution tampon ?

Un volume V de tampon utilisé est préparé en mélangeant un volume v d'une solution d'ammoniac de concentration c égale à $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ à un volume $(V-v)$ d'une solution de chlorure d'ammonium de même concentration.

2.2.2 Déterminer la valeur à donner à v pour obtenir un volume V de 1,0L d'une solution tampon de pH égal à 10.

Donnée : pK_a du couple NH_4^+ / NH_3 : 9,2

2.3. Le protocole fourni aux élèves est le suivant :

Introduire un volume $v_0 = 10,0 \text{ mL}$ d'eau minérale dans un bécher.

Ajouter 20 mL de tampon ammoniacal

Ajouter quelques gouttes de NET

Doser par la solution d'EDTA à la concentration $c_e = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Dresser la liste du matériel dont un élève aurait besoin pour réaliser ce titrage.

3. Prévion des résultats expérimentaux

3.1. Déterminer la relation entre le volume de solution d'EDTA versé à l'équivalence (v_e), sa concentration (c_e), le volume v_0 et la concentration totale en ions Mg^{2+} et Ca^{2+} , notée c_0 .

3.2. Quel est le volume équivalent attendu par les élèves compte tenu des indications portées sur l'étiquette ?

Partie E Précipitation de l'hydroxyde de magnésium $Mg(OH)_{2(s)}$.

Le magnésium peut être extrait de l'eau de mer sous forme d'hydroxyde de magnésium $Mg(OH)_{2(s)}$.

1. Précipitation de l'hydroxyde de magnésium

1.1. Les ions hydroxyde réagissent avec les ions Mg^{2+} pour former $Mg(OH)_{2(s)}$.

1.1.1. Écrire la réaction correspondante rapportée à une mole de Mg^{2+} .
La constante de cette réaction est notée K° . A $25^\circ C$, elle vaut : $1,4 \times 10^{11}$

Dans 1,00 L d'eau, on introduit $2,00 \times 10^{-4}$ mol d'ions Mg^{2+} (sous forme de $MgCl_{2(s)}$) et $1,00 \times 10^{-3}$ mol d'ions HO^- (sous forme $NaOH_{(s)}$). On admet que la dissolution de $MgCl_{2(s)}$ et $NaOH_{(s)}$ est totale.

1.1.2. Définir la grandeur Q_r appelée quotient de réaction. Donner sa valeur initiale

1.1.3. Observe-t-on la formation d'hydroxyde de magnésium solide ? Justifier.

1.2. On considère une solution dans laquelle la concentration en ions Mg^{2+} est initialement de $5,0 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹. On en fait varier le pH par addition d'une solution d'hydroxyde de sodium suffisamment concentrée pour pouvoir négliger l'effet de dilution.

On fait ainsi précipiter 90 % des ions Mg^{2+} sous forme $Mg(OH)_{2(s)}$.

1.2.1. Quelle est la concentration des ions Mg^{2+} restants alors en solution ?

1.2.2. En déduire la concentration en ions hydroxyde de cette solution.

1.2.3. Quel est alors le pH de cette solution ?

Donnée : pK_e à $25^\circ C = 14$

2. Dosage conductimétrique d'une solution de chlorure de magnésium

La réaction écrite en 1.1.1. peut être utilisée pour doser une solution d'ions Mg^{2+} .

Le protocole utilisé est le suivant :

$V_0 = 20,0$ mL d'une solution de chlorure de magnésium ($MgCl_{2(s)}$ totalement soluble) à une concentration inconnue c_0 sont dosés par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration c_b égale à $0,100$ mol.L⁻¹.

Le dosage est suivi par conductimétrie. Le résultat obtenu (évolution de la conductivité σ en fonction du volume de solution d'hydroxyde de sodium versée v) est reproduit sur l'**annexe 4**.

2.1. Décrire la cellule de conductimétrie utilisée pour réaliser le dosage.

2.2. Les conductimètres utilisés dans les lycées mesurent la conductance G ou la conductivité σ .

Donner la relation entre ces deux grandeurs, en introduisant les grandeurs géométriques nécessaires et donner leurs unités dans le système international.

2.3. On admet que le minimum de la courbe obtenue correspond à l'équivalence. Exploiter la courbe de l'**annexe 4** pour en déduire la concentration c_0 .

PHYSIQUE APPLIQUEE

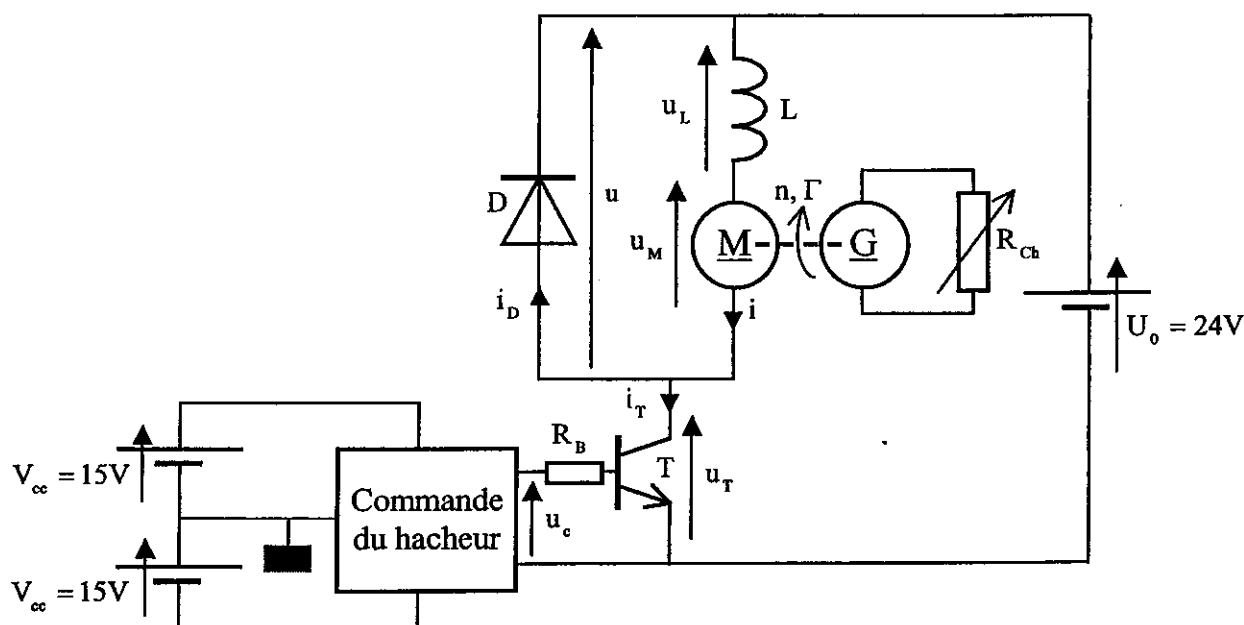
Étude d'un moteur à courant continu alimenté par un hacheur série

Le problème comporte 4 parties principales totalement indépendantes, et des subdivisions, dont certaines sont largement indépendantes. En conséquence, il est conseillé à tout candidat bloqué par une question, qu'il peut juger délicate, de ne pas hésiter à poursuivre son analyse du problème, en passant à la section suivante.

Le plan du problème est le suivant :

- A) Moteur à courant continu à aimants permanents,
- B) Hacheur série à transistor bipolaire,
- C) Commande du hacheur
- D) Technologie : appareillage de protection.

Le dispositif (hors appareillage de protection) est représenté sur la figure ci-dessous :



La partie « puissance » du montage (hacheur et moteur) est alimentée par un générateur de tension constante U_0 de valeur 24V, possédant une limite en intensité de courant de 5A.

La partie « électronique de commande », comportant des amplificateurs opérationnels, est polarisée grâce à une alimentation double $+V_{cc}$, $-V_{cc}$ avec $V_{cc} = 15$ V. Elle génère la tension de commande u_c du transistor T.

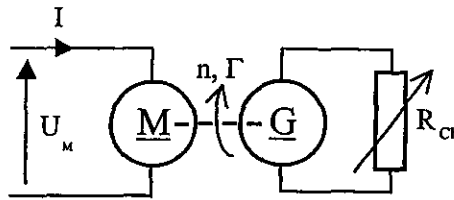
Les références de tension de ces deux parties (masses) sont séparées par un photo-coupleur inclus dans le circuit de commande et qui ne sera pas étudié.

Le moteur est une machine à courant continu dont l'excitation est assurée par des aimants permanents. Il entraîne une deuxième machine, **identique** et fonctionnant en génératrice. Le rhéostat relié à cette génératrice permet de faire varier la charge du moteur. Afin de simplifier le schéma, les aimants permanents ne sont pas représentés.

A) Moteur à courant continu à aimants permanents

Le moteur étudié est un petit moteur possédant les caractéristiques nominales suivantes :

$$U_{Mn} = 24 \text{ V} ; n_n = 3000 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1} ; I_n = 1,5 \text{ A} ; R = 1 \Omega$$



Il est alimenté par un générateur de tension de 24 V

1) Pour le point de fonctionnement nominal, calculer la force contre-électromotrice (f.c.e.m) E_n .

2) Corrélation tension-vitesse :

2.1. Sachant que la force contre-électromotrice E est proportionnelle à la fréquence de rotation n , montrer que son coefficient de proportionnalité k vérifie :

$$E = k \cdot n \text{ avec } k = 0,45 \text{ V} \cdot \text{s} \cdot \text{tr}^{-1}$$

2.2. Déterminer les valeurs en $\text{tr} \cdot \text{s}^{-1}$ et en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$ de la fréquence de rotation n pour les deux valeurs suivantes de U_M , 9 V et 16,5 V, l'intensité du courant d'induit gardant sa valeur nominale : $I = I_n = 1,5 \text{ A}$.

2.3. Sur le document – réponse n°1, tracer la caractéristique donnant la fréquence de rotation n en fonction de la tension d'induit U_M à courant constant ($I = I_n = 1,5 \text{ A}$).

3) Corrélation courant-couple :

3.1 Quelle est la puissance électrique, fournie par le générateur de tension de 24 V, notée $P_{\text{gén}}$ lorsque le moteur est à son régime nominal ?

3.2. Quelle est la puissance électromagnétique notée P_{Elec} mise en jeu dans le moteur pour être convertie ensuite en puissance mécanique sur l'arbre ?

3.3. On suppose que les pertes mécaniques et les pertes magnétiques du moteur sont négligeables.

Que vaut la puissance mécanique notée $P_{\text{Méca}}$ du moteur en régime nominal ?

3.4. Déterminer la valeur du rendement du moteur noté η_M .

3.5 Sachant que la puissance mécanique disponible sur l'arbre du moteur peut se mettre sous la forme $P_{\text{Méca}} = \Gamma \cdot \Omega$ où Γ est le moment du couple moteur exprimé dans le système S.I. et Ω la vitesse angulaire de rotation exprimée en $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$, déterminer ou rappeler :

3.5.1. La relation entre la vitesse angulaire Ω et la fréquence de rotation n (exprimée en $\text{tr} \cdot \text{s}^{-1}$),

3.5.2. L'unité de Γ ,

3.5.3. La valeur de Γ , au régime nominal.

3.6. En déduire, vu l'égalité de $P_{\text{Méca}}$ avec P_{Elec} , l'expression donnant Γ en fonction de k et I .

Calculer la valeur numérique du coefficient liant Γ et I .

4) Influence de la charge : Quelle sera l'influence d'une augmentation de la résistance de charge R_{ch} de la machine fonctionnant en génératrice sur la fréquence de rotation n du groupe tournant ? On précisera le raisonnement effectué.

B) Hacheur série à transistor bipolaire

On adopte les notations suivantes :

- $u(t)$, $u_L(t)$, $u_M(t)$ et $u_T(t)$ désignent respectivement les valeurs instantanées des tensions u , u_L , u_M et u_T .
- $\langle u \rangle$, $\langle u_L \rangle$ et $\langle u_M \rangle$ désignent respectivement les valeurs moyennes des tensions u , u_L et u_M .

La période du hacheur est notée T_0 et son rapport cyclique α .

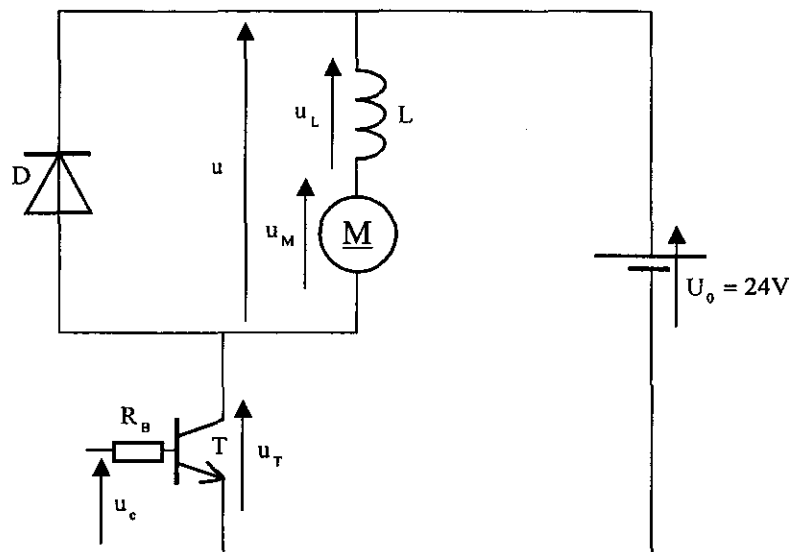
Le transistor T fonctionne en commutation et se comporte comme un interrupteur commandé, supposé parfait :

- Dans l'intervalle $[0; \alpha T_0]$, $u_c = 5V$, $u_T = 0V$ (interrupteur fermé)
- Dans l'intervalle $[\alpha T_0; T_0]$, $u_c = 0V$, $i_T = 0A$ (interrupteur ouvert); i_T étant l'intensité du courant collecteur du transistor T.

La diode D est supposée parfaite, elle ne possède que deux états :

- Si $u > 0V$, $i_D = 0A$ (diode bloquée)
- Si $u = 0V$, $i_D > 0A$ (diode passante); i_D étant l'intensité du courant dans la diode.

La bobine est également supposée parfaite, d'inductance L et de résistance nulle.



Dans cette partie du problème, la résistance de l'induit du moteur est négligée ; on peut donc considérer que la valeur moyenne de la tension d'induit est égale à la force électromotrice du moteur :

$$\langle u_M \rangle = E = k \cdot n \quad \text{avec } k = 0,45 \text{ V.s.tr}^{-1}$$

1) Adéquation des sources :

1.1. Qu'appelle-t-on un hacheur, quelle est sa fonction ?

1.2. Le transistor bipolaire est ici utilisé comme interrupteur électronique. Quel(s) autre(s) composant(s) pourrait-on employer à la place du transistor bipolaire ?

1.3. Le hacheur sert à transporter de l'énergie entre deux dispositifs que nous désignerons sous le terme générique « source ». D'un coté le générateur de tension constante U_0 de valeur 24 V, source 1, de l'autre la machine à courant continu, source 2.

1.3.1. En le justifiant par des considérations énergétiques, montrer que la f.c.é.m du moteur ainsi que la tension à ses bornes sont continues (au sens mathématique du terme).

1.3.2. On considère, en raison du résultat précédent, que la source 2 est équivalente à un générateur de tension. Quelles sont les conditions qui permettent de connecter directement deux sources de tension ? Sont-elles vérifiées ici ?

1.3.3. Quelle est la grandeur électrique continue (au sens mathématique) au sein d'une inductance ?

Expliquer pourquoi on peut connecter directement la source 1 et l'ensemble machine à courant continu + inductance.

2) Analyse des tensions :

2.1. Ecrire la relation entre les valeurs instantanées des tensions $u(t)$, $u_L(t)$ et $u_M(t)$.

2.2. Montrer que les valeurs moyennes des tensions u et u_M sont égales : $\langle u_M \rangle = \langle u \rangle$.

3) Chronogrammes :

La tension de commande $u_c(t)$ du transistor T est donnée sur le document – réponse n°3.

3.1. Déterminer la période T_0 et le rapport cyclique α .

3.2. Compléter les chronogrammes en traçant les formes d'onde des tensions $u(t)$ et $u_T(t)$.

4) Synthèse d'analyse :

4.1. Montrer que la valeur moyenne $\langle u \rangle$ de la tension délivrée par le hacheur est proportionnelle au rapport cyclique α .

4.2. En déduire que la fréquence de rotation n du moteur, exprimée en tr.s^{-1} , peut s'écrire sous la forme : $\overline{n} = \gamma \cdot \alpha$.

Déterminer la valeur numérique du coefficient γ et préciser son unité.

5) Mise en pratique :

On désire observer simultanément les tensions $u(t)$ et $u_T(t)$ sur l'écran d'un oscilloscope.

Sur le document réponse n°2 :

5.1. Indiquer les branchements des voies I et II et de la masse de l'appareil.

5.2. Préciser les valeurs choisies pour la base de temps (en ms/div) et les sensibilités (en V/div) sur les deux voies.

C) Commande du hacheur

1) Etude de la source de courant

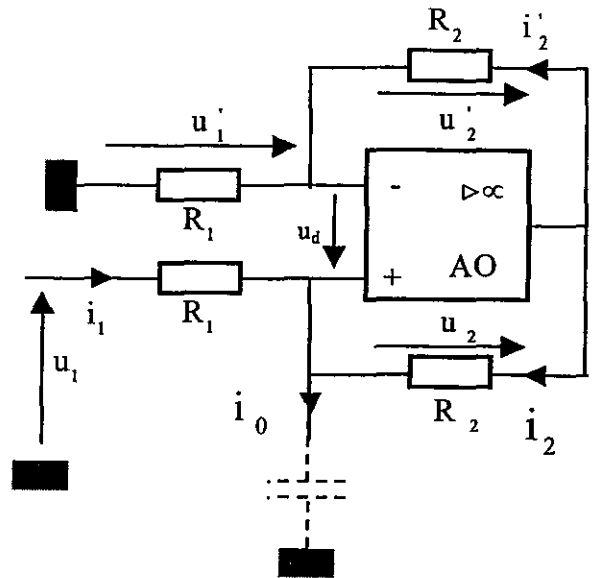
Le circuit de commande du hacheur comporte une source de courant permettant de charger un condensateur à courant constant.

Le schéma de ce dispositif est représenté sur la figure ci-contre.

L'amplificateur opérationnel est considéré comme parfait ; son impédance d'entrée est infinie, et les intensités des courants d'entrée sont nulles.

On suppose que l'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire, cela implique que la tension différentielle d'entrée u_d peut être négligée : $u_d \approx 0$.

Le condensateur n'intervient pas dans les calculs.

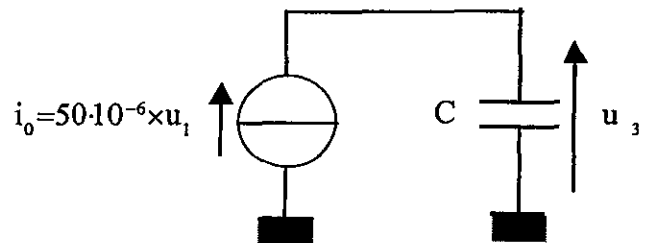


- 1.1. Exprimer l'intensité du courant i_0 en fonction de i_1 et i_2 .
- 1.2. Exprimer l'intensité du courant i_1 en fonction de la résistance R_1 et des tensions u_1 et u'_1 .
- 1.3. Justifier que les tensions u_2 et u'_2 sont égales et en déduire que les intensités i_2 et i'_2 sont égales.
- 1.4. Exprimer i'_2 en fonction de u'_1 et R_1 . En déduire que $i_0 = \frac{u_1}{R_1}$.
- 1.5. Calculer la valeur à donner à R_1 pour que $i_0 = 50 \cdot 10^{-6} \times u_1$.

2) Etude de la base de temps

La source de courant d'intensité i_0 , précédemment étudiée, permet de charger à courant constant un condensateur de capacité C .

On considère pour cette étude qu'à l'instant $t=0$, le condensateur est déchargé ($u_3(0) = 0$).



- 2.1. Montrer que, dans ces conditions, l'expression de u_3 en fonction du temps s'écrit :

$$u_3(t) = \frac{1}{C} i_0 \cdot t$$

- 2.2. Exprimer $u_3(t)$ en fonction de u_1 , C et t .

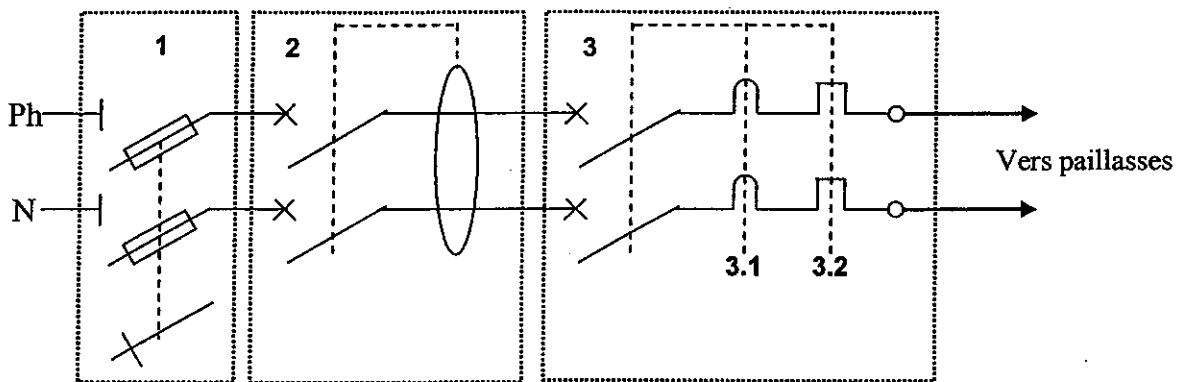
Quand la tension $u_3(t)$ aux bornes du condensateur atteint la tension de seuil U_{Seuil} , le condensateur est mis en court-circuit pendant une durée très brève par un transistor bipolaire (non étudié ici), puis la charge reprend.

- 2.3. Déterminer l'expression de la période T_1 du signal ainsi obtenu en fonction de U_{Seuil} , C et u_1 .
- 2.4. Application numérique : On donne $U_{Seuil} = 5V$ et on souhaite que $T_1 = 10ms$ pour $u_1 = 1V$. Déterminer la valeur de la capacité C à donner au condensateur.
- 2.5. De quelle manière varie la fréquence f_1 du signal si u_1 prend ses valeurs entre $1V$ et $10V$?
- 2.6. Tracer le chronogramme de la tension $u_3(t)$ sur le document réponse n°4 lorsque $u_1 = 1V$.
- 2.7. Proposer un montage permettant d'obtenir la tension de commande $u_c(t)$ du hacheur à partir de la tension $u_3(t)$, le rapport cyclique α étant réglé à l'aide d'un potentiomètre. Expliquer le fonctionnement de ce montage.

D) Technologie : Appareillage de protection

1. Citer les principaux domaines de tensions.
2. A quel domaine appartient la tension d'alimentation du hacheur (24V) ?
3. Manipuler sur des montages alimentés par cette tension comporte-t-il des risques :
 - pour les personnes ?
 - pour les matériels ?Si oui, préciser lesquels.

La figure ci-dessous représente l'appareillage de sécurité contenu dans le coffret électrique d'une salle de travaux pratiques. Ces appareils sont destinés à protéger les matériels et les personnes.



4. Dispositif 1 :

- 4.1 Donner le nom du dispositif 1.
- 4.2 Quelles sont les deux fonctions du dispositif 1 ?

5. Dispositif 2 :

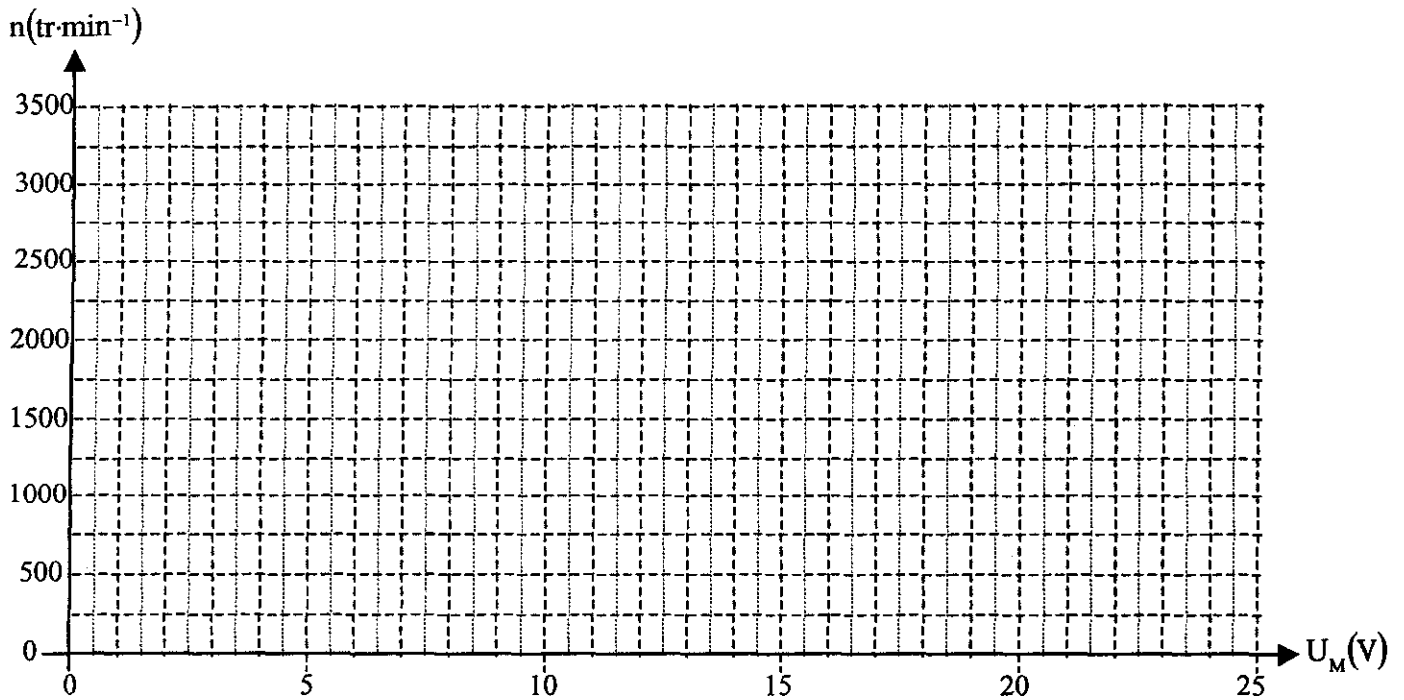
- 5.1 Donner le nom du dispositif 2.
- 5.2 Quel est le rôle du dispositif 2 ?
- 5.3 Expliquer brièvement le principe de fonctionnement du dispositif 2.

6. Dispositif 3 :

- 6.1 Donner le nom du dispositif 3.
- 6.2 Que représente le symbole 3.1 ?
- 6.3 Que représente le symbole 3.2 ? Expliquer brièvement le principe de fonctionnement de cet élément.

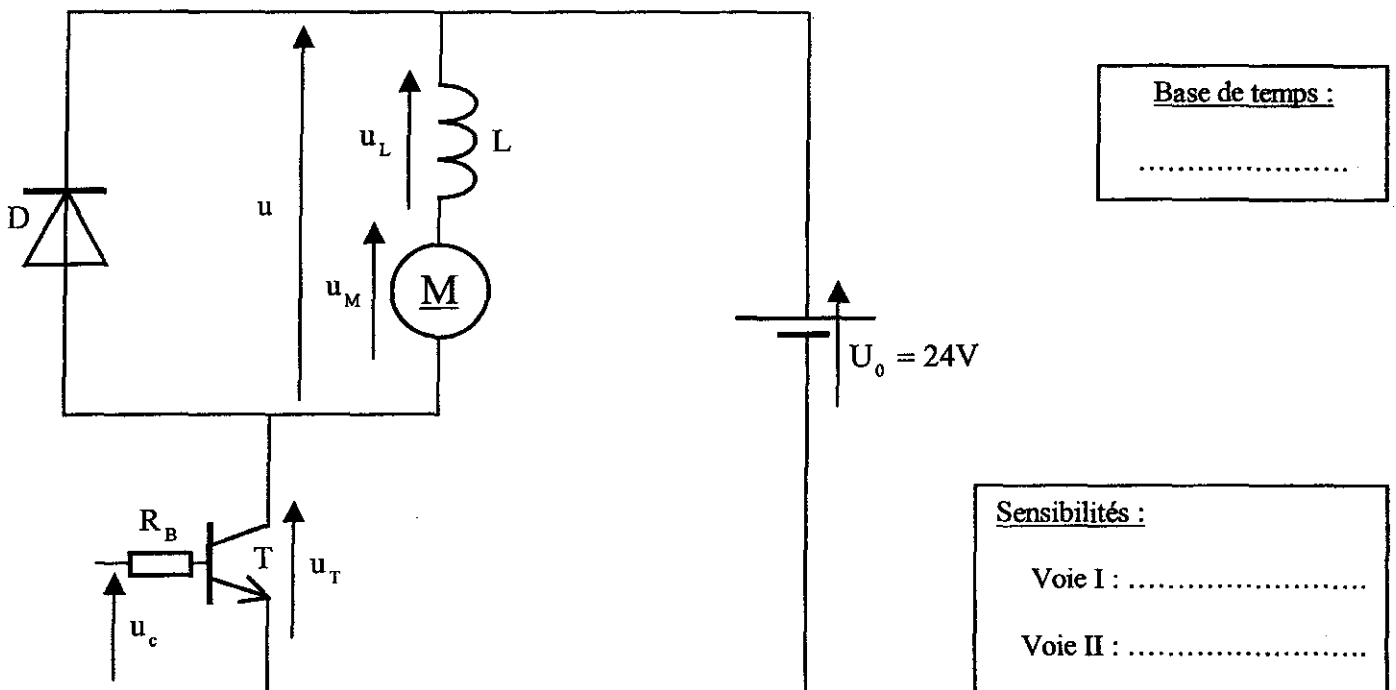
Document réponse n°1 (physique appliquée)

Caractéristique donnant la fréquence de rotation en fonction de la tension d'induit



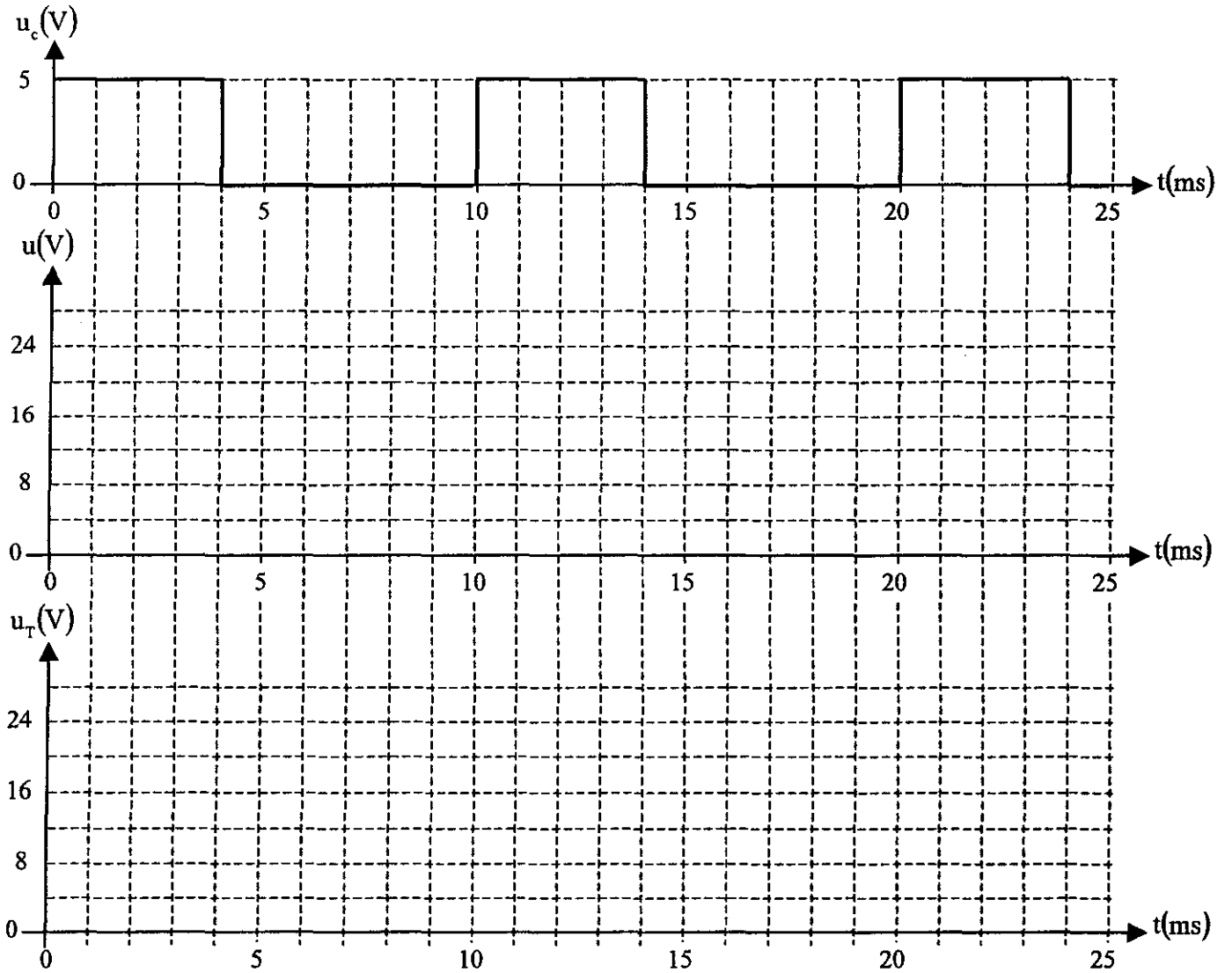
Document réponse n°2 (physique appliquée)

Branchements et réglages de l'oscilloscope



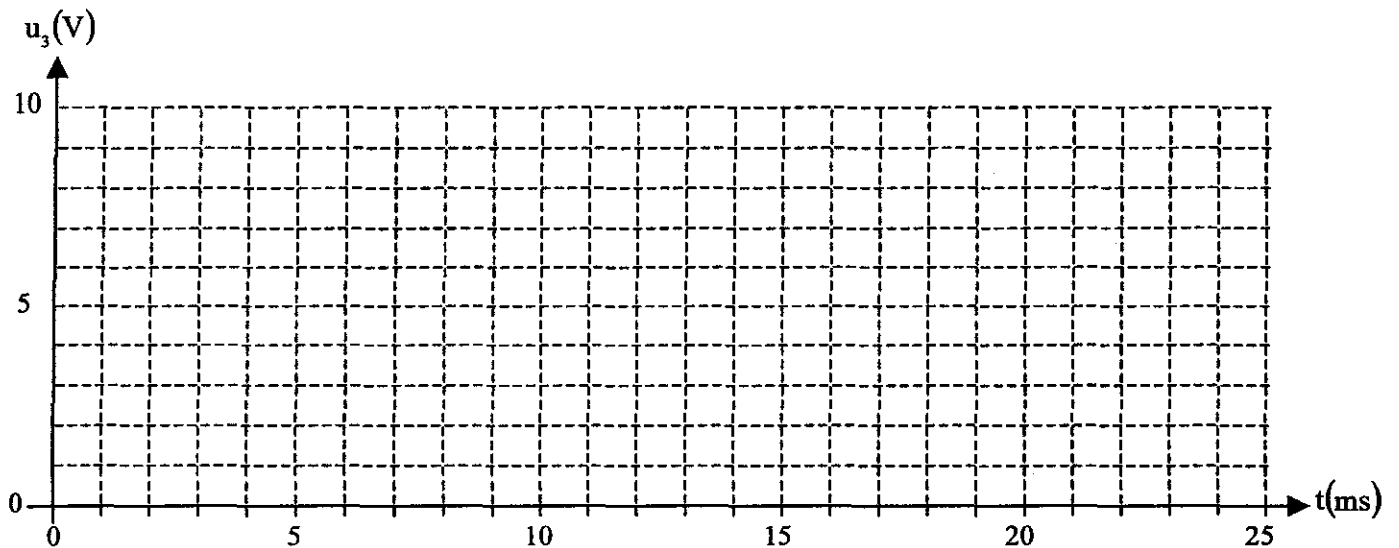
Document réponse n°3 (physique appliquée)

Chronogrammes de la tension de commande $u_c(t)$ et des tensions $u(t)$ et $u_T(t)$

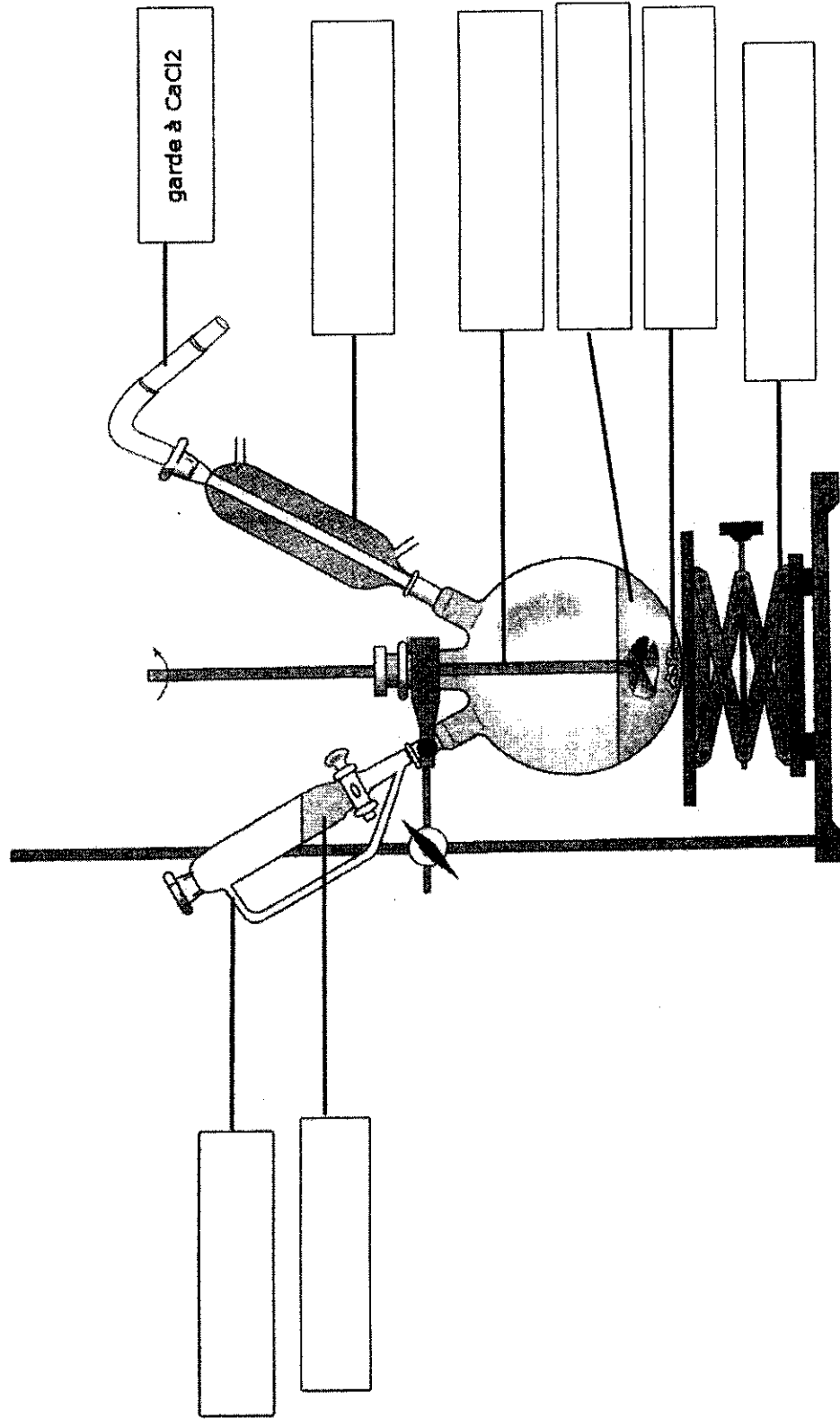


Document réponse n°4 (physique appliquée)

Chronogramme de la tension de commande $u_3(t)$.



ANNEXE 1 (partie chimie) à rendre avec la copie

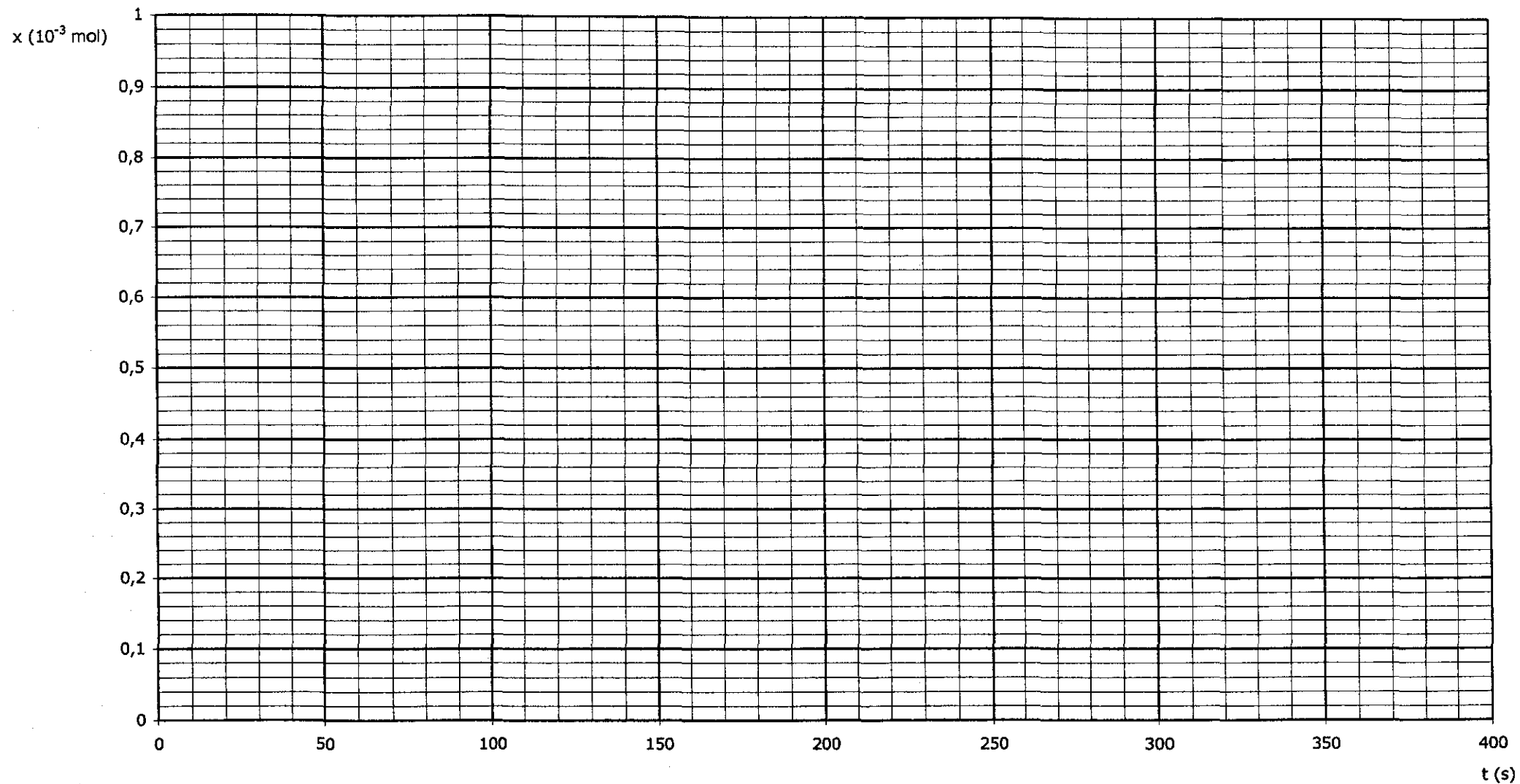


ANNEXE 3 (partie chimie) à rendre avec la copie

C. Etude cinétique d'une oxydation du magnésium

3. Suivi de la réaction

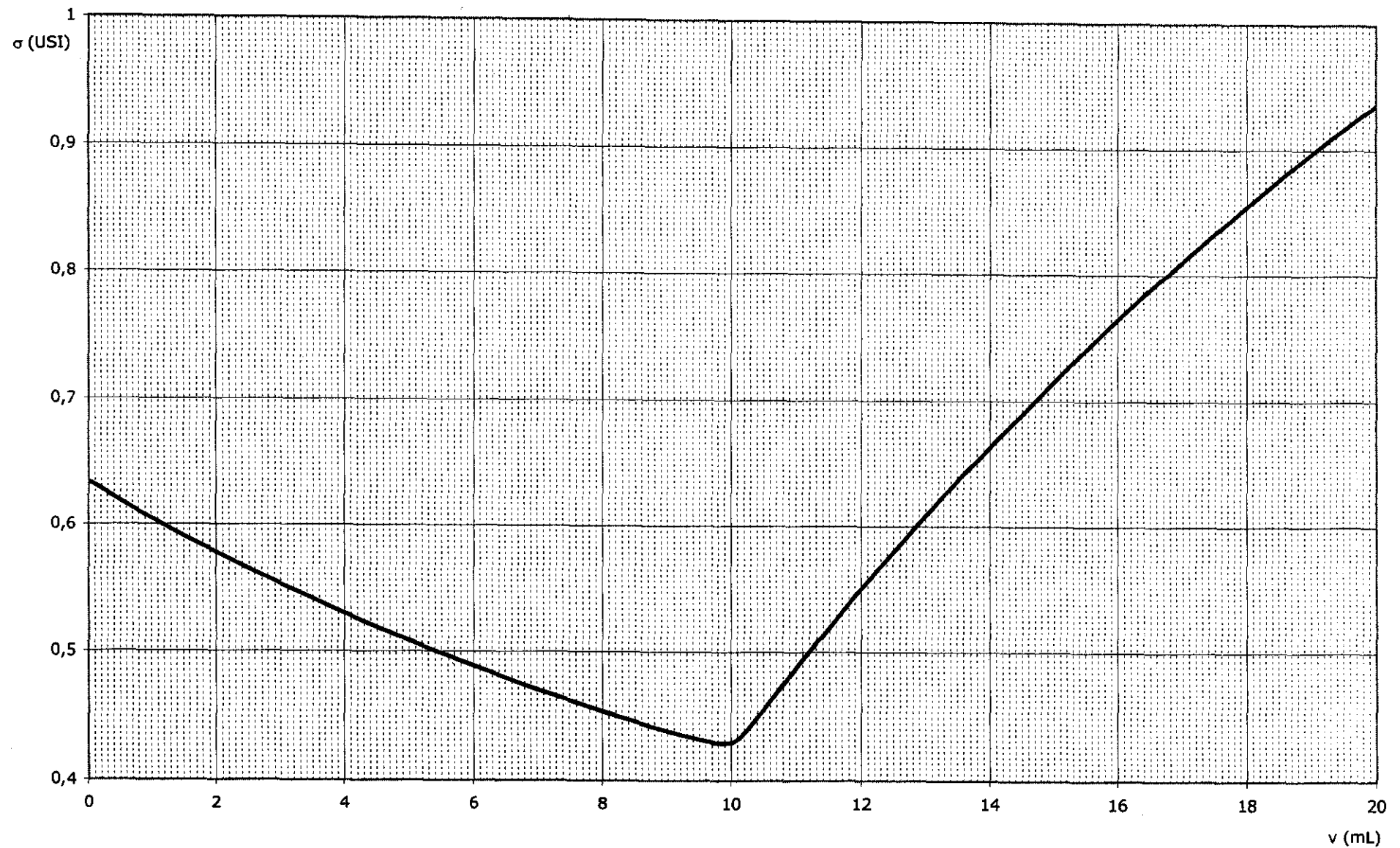
3.2.2 Tracer la courbe $x(t)$:



ANNEXE 4 (partie chimie) à rendre avec la copie

E. Précipitation de l'hydroxyde de magnésium $MgOH_{2(s)}$

2. Dosage conductimétrique d'une solution de chlorure de magnésium



Evolution de la conductivité σ (en unités du système international) en fonction du volume de solution d'hydroxyde de sodium versée (en mL).