

Physique-Chimie – Classes de Première

Composition du troisième trimestre

Exercice 1 : La jamais contente ! (10 points)

A la toute fin des années 1890, l'automobile est encore naissante mais déjà, les premières épreuves sportives sont apparues, en 1898, le record du monde de vitesse terrestre est organisé pour la première fois. Camille Jenatzy fait parti des premiers pilotes à inscrire son nom au tableau des records, il fut le premier à dépasser les 100 km/h avec la Jamais Contente ... une voiture électrique !



La voiture que Jenatzy prépare, c'est la Cita n°25, surnommée La Jamais Contente en référence, selon certaines sources, au caractère ombrageux de sa femme. Cette voiture a la forme d'une torpille, sa carrosserie est constituée de tôles de partinium, un alliage très léger composé d'aluminium, de tungstène et de magnésium, étudié pour être le plus léger possible mais également pour fendre l'air. Sur le plan technique, il s'agit d'une voiture électrique équipée de deux moteurs Postel-Vinay développant une puissance motrice de 10 kW. Avec 250 Kg de moteurs, 200 Kg pour le châssis et la carrosserie, et 650 Kg de batteries, la Jamais Contente affichait un poids de 1 100 kg.

Source : lautomobileancienne.com

Partie A : L'alimentation électrique

La Jamais Contente était alimentée par une batterie Fulmen au plomb constituée de 100 cellules au plomb combinées en série. Pour étudier les performances de cette batterie, on étudie la caractéristique tension-intensité de la réplique d'une de ses cellules.

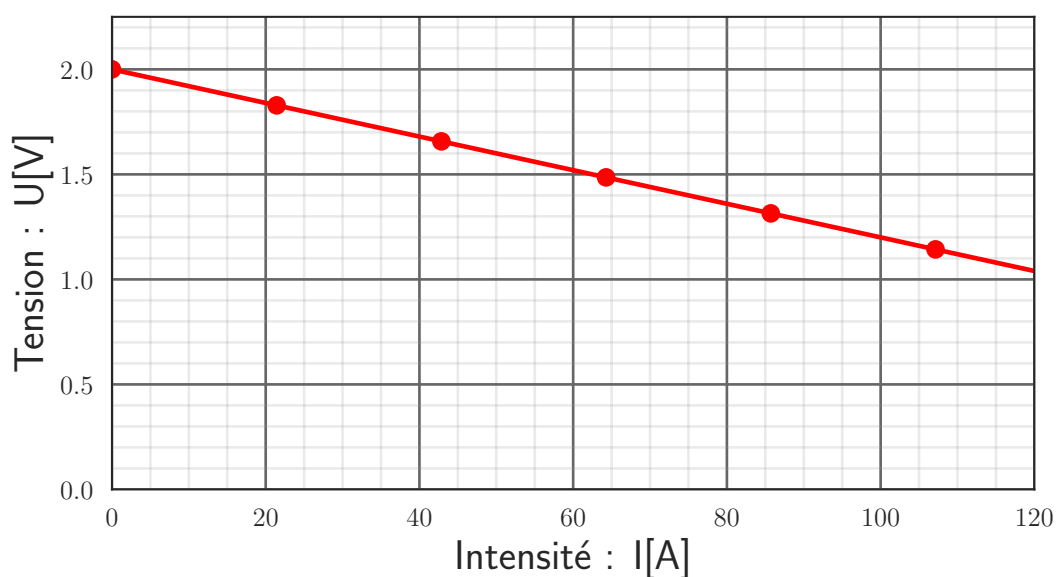


Figure 1. Caractéristique Intensité-Tension de la réplique d'une des cellules constituant la batterie au plomb alimentant la Jamais Contente

- A.1. Schématiser le circuit électrique permettant d'obtenir la caractéristique de la cellule , sachant qu'il comporte :
- (a) une pile au plomb
 - (b) un ampèremètre et un voltmètre
 - (c) Une résistance variable (rhéostat)
 - (d) Un interrupteur et des fils de connexion
- A.2. Déterminer graphiquement la force électromotrice et de la résistance interne d'une cellule unique.
- A.3. On estime que lors du record la batterie devait fournir une intensité voisine de 100 A. Montrer alors que la puissance fournie par la batterie électrique alimentant les moteurs de la jamais contente devait avoisiner 12 kW.
- A.4. Déterminer le rendement du moteur électrique dans ces conditions de fonctionnement.
- A.5. Déterminer le rendement de la batterie dans ces conditions de fonctionnement. *Le candidat est invité à présenter son raisonnement de manière claire et ordonnée. Toute tentative de réponse, même incomplète, sera valorisée.*

Partie B : La course d'élan

Lors de son record de 1898, Camille Jenatzy a atteint une vitesse maximale de 105,9 km/h au bout d'une piste d'élan de 2 km parcourue en 96 secondes.

- B.1. Calculer l'énergie cinétique maximale atteinte par la Jamais Contente.
- B.2. Montrer que l'énergie fournie par les moteurs lors de la course d'élan est voisine de 960 kJ.
- Lorsqu'une voiture roule à une vitesse donnée, il existe deux causes principales de dissipation de l'énergie mécanique fournie par le moteur : les frottements mécaniques en lien avec les différents mouvements associés au roulement de la voiture (parties mobiles liées à la transmission, roues, pneus, etc.) et les frottements fluides (ou aérodynamiques) liés au déplacement de l'air autour de la voiture. Par souci de simplification on modélisera ces actions mécaniques par une force unique appelée force de frottements.
- B.3. Après avoir énoncé le théorème de l'énergie cinétique, montrer que l'intensité, supposée constante, de la force de frottement s'exerçant sur la Jamais Contente lors de sa course d'élan devait être voisine de 240 N.

Partie C : La distance de freinage

La Jamais Contente a une conception très innovante, à la recherche d'aérodynamisme et de légèreté : des roues de taille égale (pour la première fois dans l'histoire) , une carrosserie allégée grâce à l'aluminium, pas de volant ni de frein ... Pour s'arrêter le pilote devait donc simplement couper l'alimentation des moteurs, et laisser le soin aux forces de frottement d'arrêter la voiture.

- C.1. Énoncer la seconde loi de Newton.
- C.2. Faire le bilan des forces s'appliquant sur la Jamais Contente, les représenter sans souci d'échelle.
- C.3. En supposant que la force de frottements reste constante , et garde une valeur de 240 N, calculer la durée nécessaire au véhicule pour s'arrêter.

Exercice 2 : Une histoire de ... dauphins (10 points)

Beaucoup d'animaux tels que les dauphins, les éléphants, et les chauve-souris utilisent des « sons » pour communiquer entre eux, chasser leur proie ou pour se localiser. Le cas des dauphins est particulièrement intéressant étant donné leur capacité à utiliser ce mode de « langage » presque à l'égal des humains comme le disent certains scientifiques.

Le dauphin est un mammifère de la famille des cétacés. Il perçoit, comme l'homme, les sons ayant une fréquence de 20 Hz à 20 kHz. Il est aussi capable d'émettre et de capter des ultrasons lui permettant de se localiser par écho grâce à un sonar biologique. Le dauphin est de plus un animal très sociable et joueur ; il est rapide, puissant et bon surfeur. Il est capable de délaissier un repas pour attraper la vague provoquée par le passage d'un navire. Un jour, un dauphin a fait un saut de 3 mètres pour se retrouver sur le pont d'un navire de recherche arrêté en mer ! Quand il a atteint sa taille adulte, il mesure environ 2,50 mètres et pèse jusqu'à 180 kg.



Partie A - La vitesse des ultrasons dans l'eau

Pour étudier expérimentalement les ultrasons produits par les dauphins, on dispose d'un émetteur sonore (E) relié à une alimentation électrique (GBF) réglé à 50 kHz et de deux récepteurs à ultrasons (R_1 et R_2) que l'on place dans un récipient rempli d'eau de mer. L'émetteur génère une onde ultrasonore progressive et sinusoïdale tandis qu'un oscilloscope permet d'enregistrer les signaux détectés par chaque récepteur . Initialement les deux récepteurs sont à la même distance de l'émetteur et recueillent des signaux identiques. Le récepteur R_2 est alors progressivement éloigné jusqu'à ce que les signaux aient une configuration similaire à celle représentée en figure 3. La distance qui sépare les micros est alors de 1,5 cm.

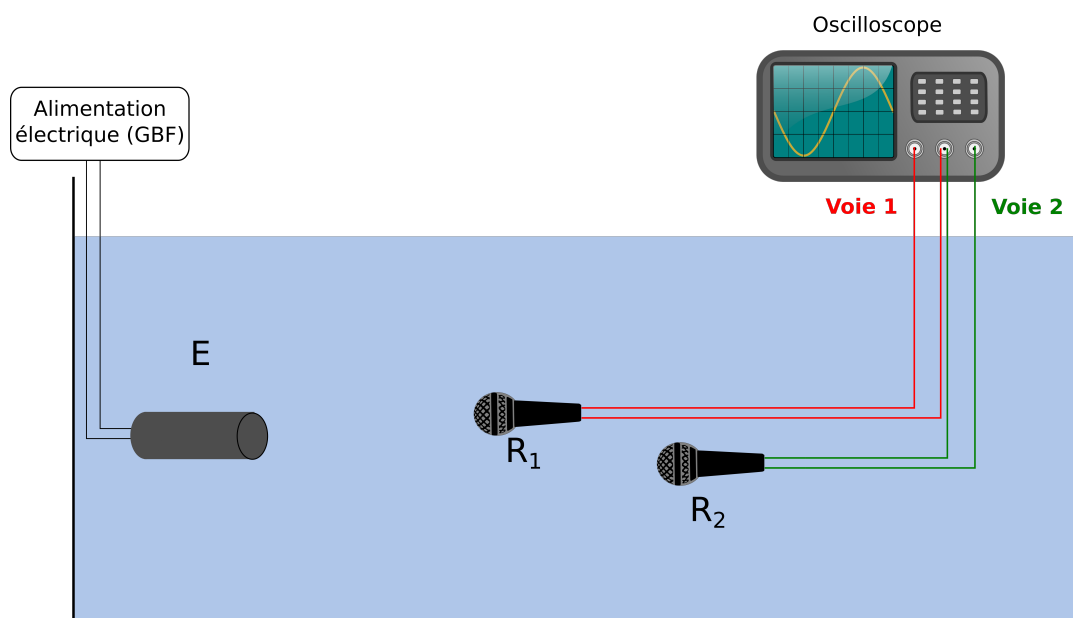


Figure 2. Schéma du dispositif expérimental permettant la mesure de la vitesse du son dans l'eau de mer.

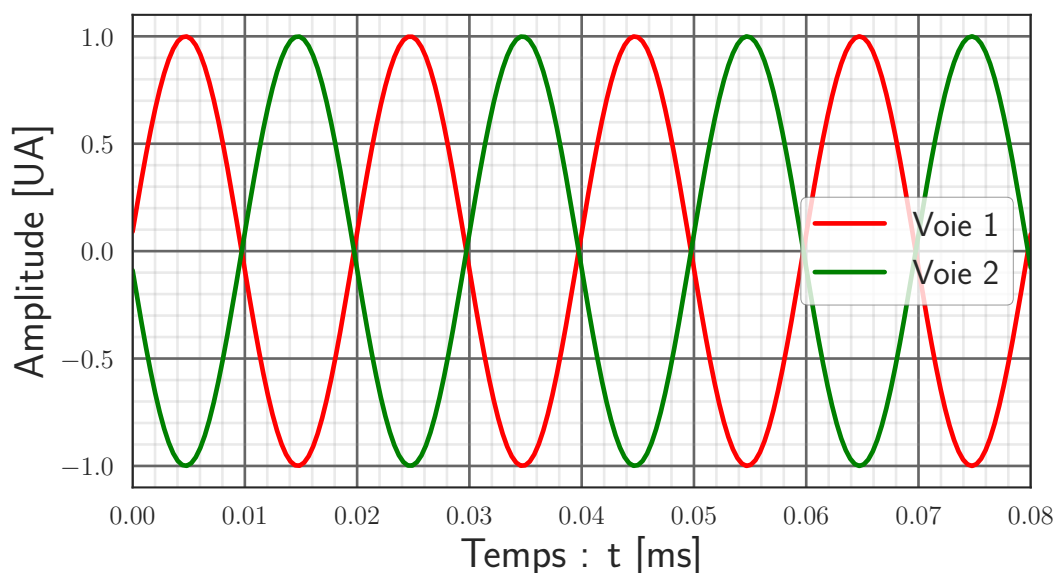


Figure 3. Signaux recueillis par l'oscilloscope

- A.1. Définir une onde mécanique progressive. Dire ce qui permet de la qualifier de périodique.
- A.2. Estimer le plus précisément la vitesse du son dans l'eau de mer, en supposant que la distance qui sépare les deux récepteurs est inférieure à une longueur d'onde.
- A.3. En déduire la longueur d'onde des ultrason utilisés.

Partie B - Le biosonar des dauphins

Les dauphins n'émettent pas des ultrasons en continu mais des salves ultrasonores très brèves et puissantes appelées « clics ». Ces clics sont émis par séries formant un large faisceau appelé « trains de clics ». La perception du retard de l'écho lui fournit des informations concernant l'aspect du fond marin ou la présence d'une masse importante (bateau ou nourriture)

On suppose que les clics d'un même train sont émis à intervalles de temps réguliers et ont la même fréquence. La figure 4 est un exemple de clic, tandis que la figure 5 représente les trains de clics émis et reçus par un dauphin sondant le fond marin.

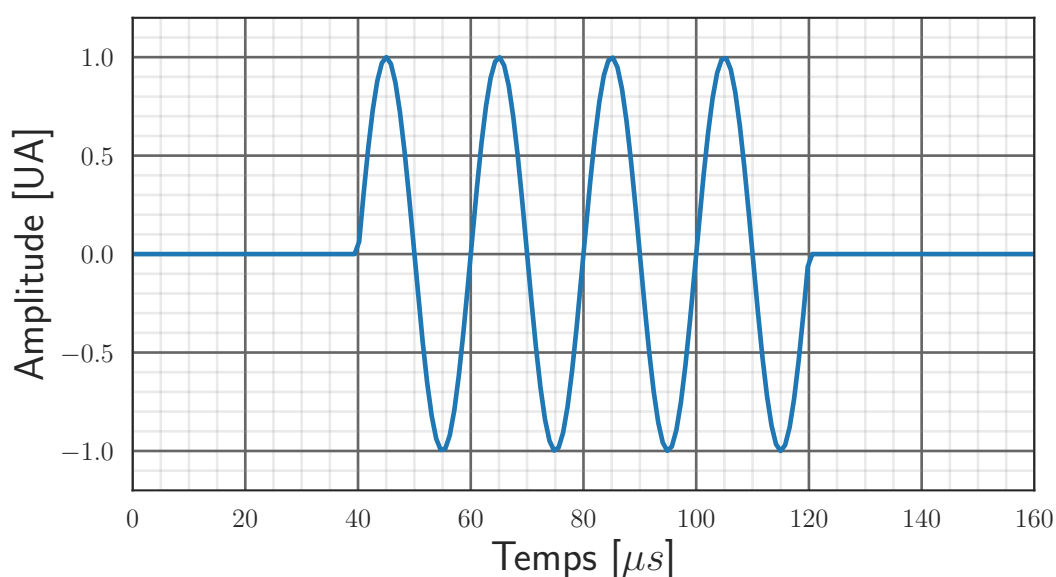


Figure 4. Allure du signal correspondant à un "clic" unique

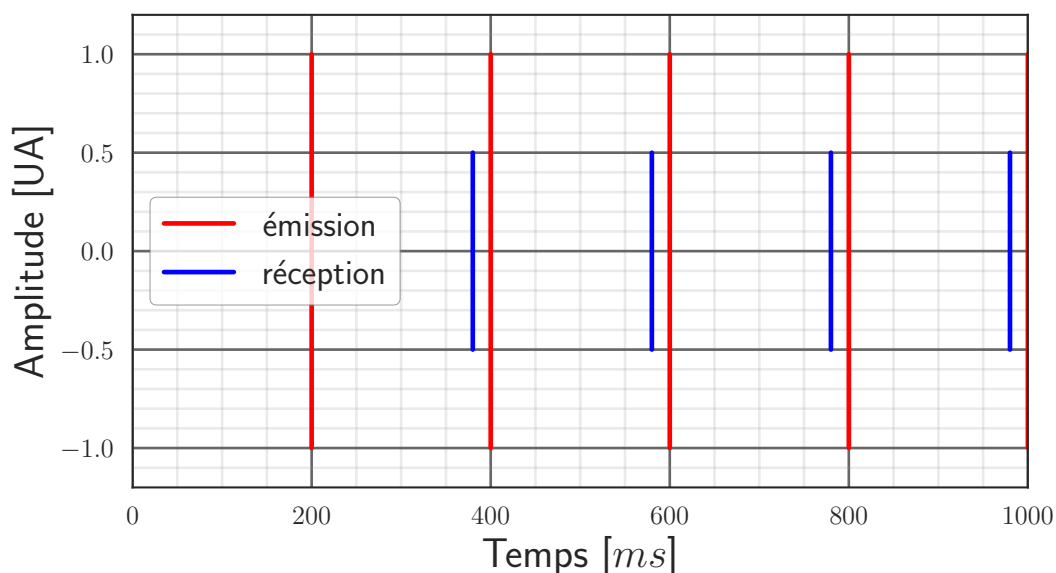


Figure 5. Trains de clics émis et reçus par un dauphin sondant le fond marin.

- B.1. Comparer la durée totale d'un clic et la durée séparant deux clics successifs. Justifier la représentation d'un clic adoptée dans la figure 5.
- B.2. Justifier l'appellation d'ondes ultrasonores donnée aux salves émises par le dauphin.
- B.3. Déterminer la distance séparant le dauphin du fond marin. Une réponse détaillée comportant un schéma explicatif est attendue. On admettra que la célérité des ondes ultrasonores dans l'eau de mer est de $1530 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Partie C - Saut d'un dauphin

Les dauphins sont aussi connus pour leur "chant" caractéristique que pour leur performances acrobatiques. On se propose donc de procéder à l'étude énergétique d'un de leur sauts!

Lors d'une acrobatie aquatique, un dauphin adulte de 180 kg s'élance verticalement hors de l'eau et atteint une hauteur maximale de 3 m au dessus de la surface de l'eau.

- C.1. Calculer la valeur maximale atteinte par l'énergie potentielle gravitationnelle du dauphin. On prendra comme niveau de référence la surface de l'eau.
- C.2. Lors de ce saut, il est possible de considérer l'énergie mécanique constante. Discuter cette affirmation.
- C.3. Montrer alors que la vitesse à laquelle le dauphin a du quitter la surface de l'eau est voisine de $28 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.