

SESSION 2015

**CAPLP
CONCOURS EXTERNE
ET CAFEP**

SECTION : MATHÉMATIQUES – PHYSIQUE-CHIMIE

ÉPREUVE ÉCRITE SUR DOSSIER DE PHYSIQUE-CHIMIE

Durée : 4 heures

Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : 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.

Thème d'étude

Un voilier entièrement autonome d'un point de vue énergétique

Contexte pédagogique du sujet

Le voilier Acciona « ecopowered » conçu pour naviguer uniquement avec des énergies renouvelables a fait l'objet d'un projet mené par deux enseignants de Lycée Professionnel l'un professeur de Mathématiques et Sciences physiques et le second, enseignant de la discipline professionnelle.

Ce voilier, conçu pour naviguer sans utiliser d'énergies fossiles, a participé au dernier Vendée Globe (Tour du monde en solitaire et sans escale), ce en parfaite autonomie d'un point de vue énergétique.

Les enseignants à l'initiative de ce projet ont programmé des séquences pédagogiques permettant d'aborder de nombreux thèmes du programme de lycée professionnel en proposant à leurs élèves un enseignement contextualisé autour du voilier.

Ils ont profité du dispositif d'accompagnement personnalisé pour permettre aux élèves d'étudier les différents systèmes de conversion et de stockage d'énergie du voilier et de suivre, tout au long de la course, l'évolution de l'énergie (d'origine renouvelable) convertie par le voilier Acciona.

Structure du sujet

Le sujet est structuré autour d'un « Dossier documentaire » et d'un « Travail à réaliser par le candidat », adaptés à l'enseignement de la physique-chimie en lycée professionnel. Il permet au candidat :

- de montrer sa maîtrise d'un corpus de savoirs disciplinaires et didactiques;
- de mobiliser ces savoirs dans le but de présenter, analyser et critiquer des solutions pédagogiques répondant à des situations données;
- de montrer ses capacités à s'approprier et analyser les informations fournies ;
- de montrer sa capacité à communiquer par écrit de manière précise et adaptée, tant dans l'utilisation de la langue française que dans l'utilisation du langage scientifique (utilisation d'un vocabulaire précis et adapté, maîtrise de l'écriture des résultats numériques).

Le « Dossier documentaire »

Il est organisé autour de trois « collections » de documents :

Collection 1 : Documentation technique liée au thème du sujet ;

Collection 2 : Textes réglementaires et officiels ;

Collection 3 : Documents supports à l'enseignement et productions d'élèves.

Le « Travail à réaliser par le candidat »

Structuré en différentes parties et sous-parties indépendantes les unes des autres, il s'appuie sur un questionnement permettant au candidat de mobiliser des savoirs disciplinaires et didactiques.

Les références au « Dossier documentaire » peuvent être précisées ou non dans le questionnement. Le cas échéant, le candidat indique dans ses réponses les références des documents sur lesquels il s'appuie.

Le candidat rend un ensemble de copies et d'annexes qu'il convient de numéroter et dans lesquelles il précise intégralement la référence des questions auxquelles il répond.

DOSSIER DOCUMENTAIRE

Collection 1 – Documentation technique

Document 1.a - matériel de production et de stockage de l'énergie électrique du voilier ACCIONA

Production d'énergie

	Nombre ou surface	Puissance ou énergie fournie
Eolienne	2	400 W l'unité à 25 nœuds de vent
Hydrogénérateur	2	450 W l'unité à 12 nœuds
Panneaux photovoltaïques	environ 13 m ²	9 kWh par jour dans les meilleures conditions

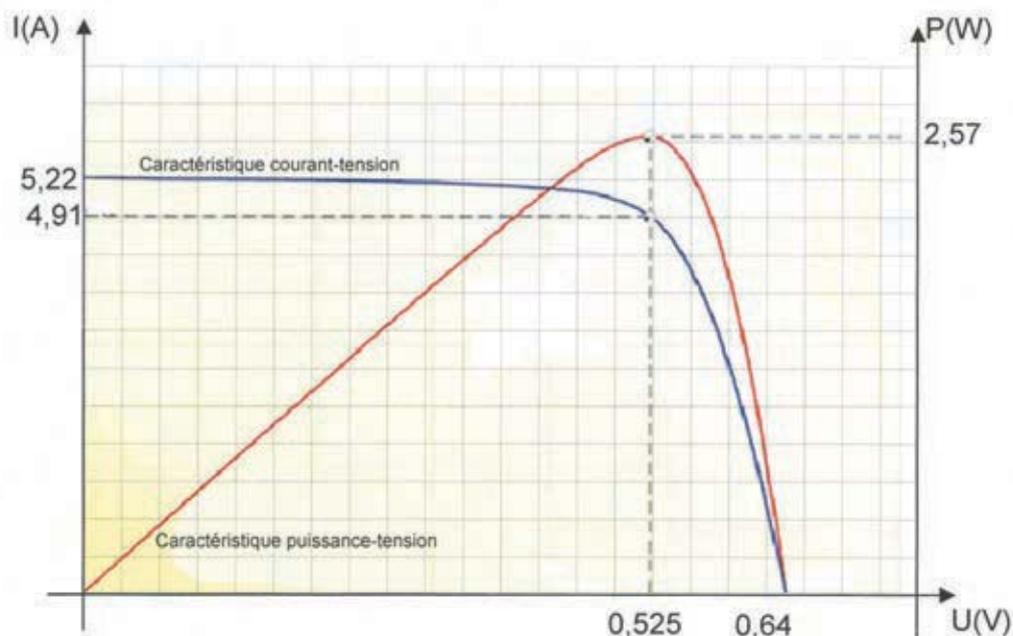
Stockage de l'énergie

	Nombre	Tension nominale
Batterie Li-Ion (Document 1.e)	6	24 V
Batterie Plomb/Acide	3	12 V
Pile à combustible (Document 1.h)	1	48 V

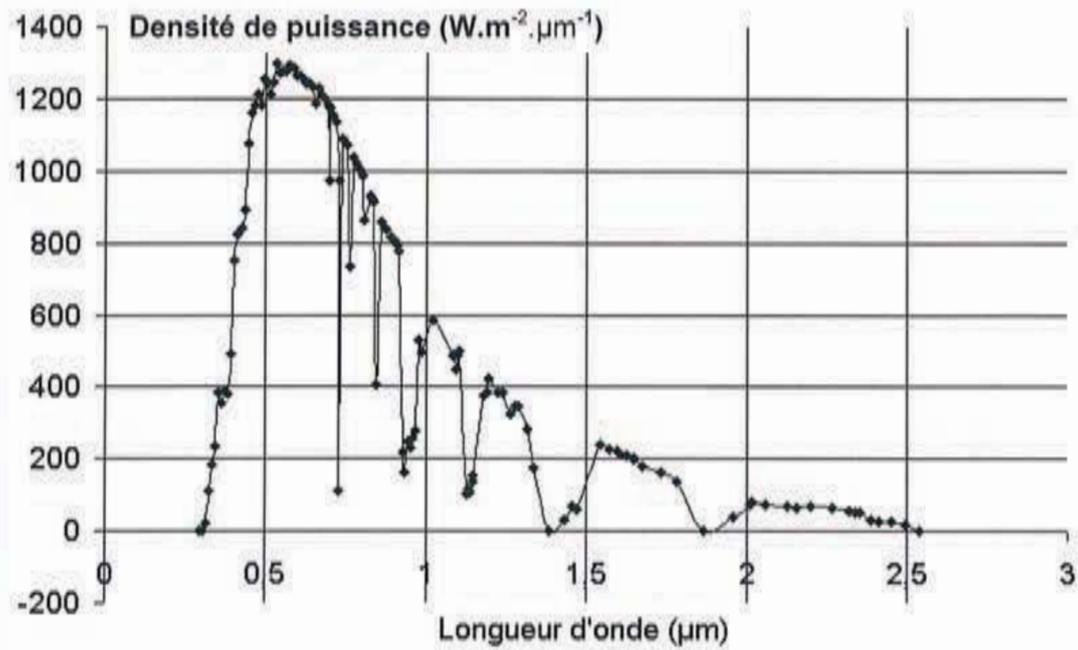
Document 1.b - caractéristiques des panneaux photovoltaïques

Dimension panneau (mm×mm)	1559×1064
Dimension cellule (mm×mm)	130×130
Nombre de cellules par panneau	96
Tension panneau à la puissance crête (V)	50,4

Caractéristiques électriques d'une cellule photovoltaïque (conditions du test : irradiation 800 W.m⁻², T = 20°C)



Document 1.c - Densité de puissance spectrale du spectre standard AM1.5

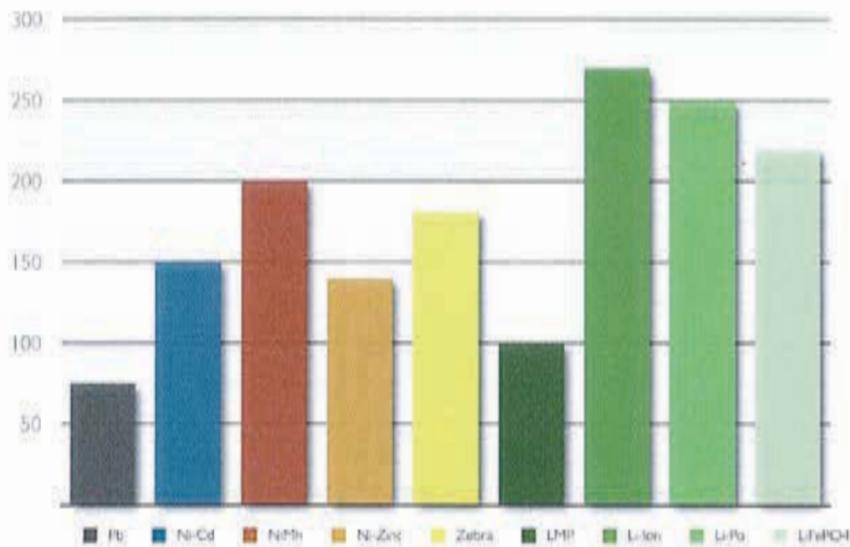


Source : <http://www.solems.com/Notions-de-radiometrie>

Document 1.d - Energie volumique des batteries

Wh / litre

Pb : plomb
Li-ion : lithium-ion

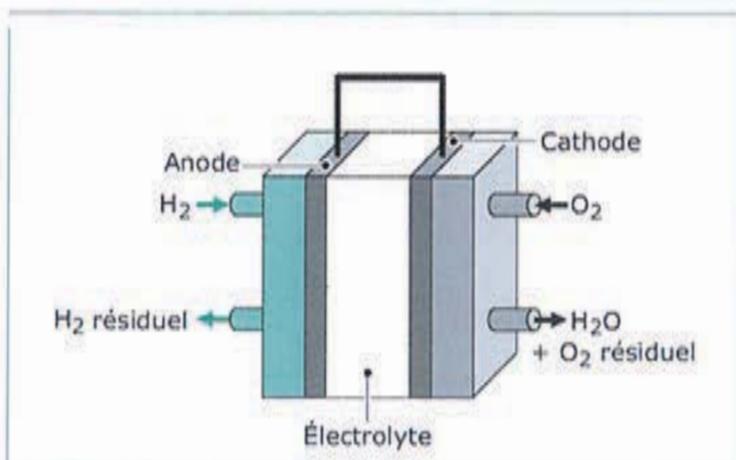


Source : <http://www.france-mobilite-electrique.org>

Document 1.e - Batteries Li-Ion Mastervolt® utilisées par le voilier Acciona

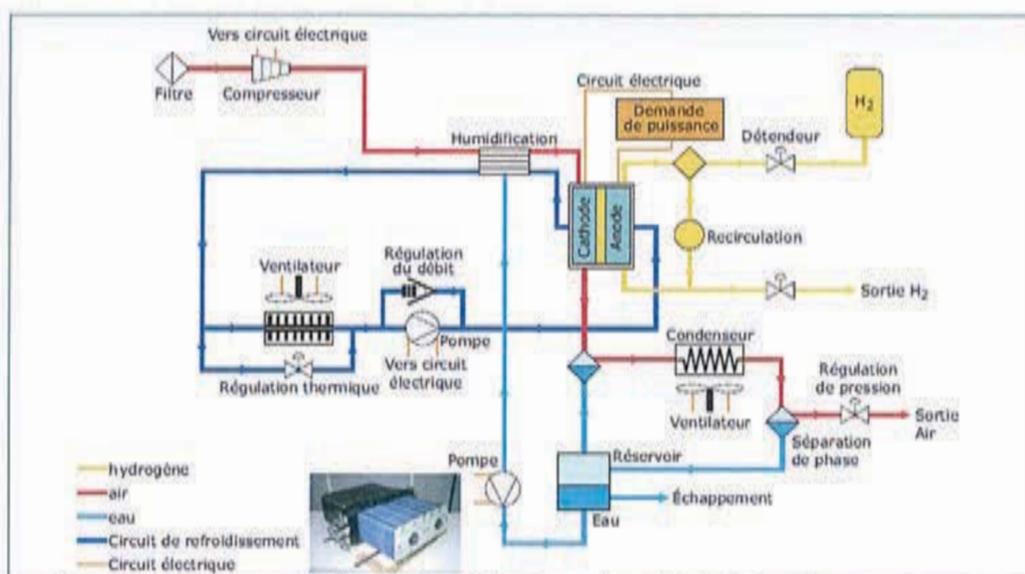
Tension nominale	24 V
Capacité nominale	160 Ah
Intensité débitée maximale	500 A

Document 1.f - schéma de principe d'une pile à combustible PEMFC



Source : Dossier Technique De l'Ingénieur (Pile à combustible Génepac)

Document 1.g - schéma du système pile à combustible complet



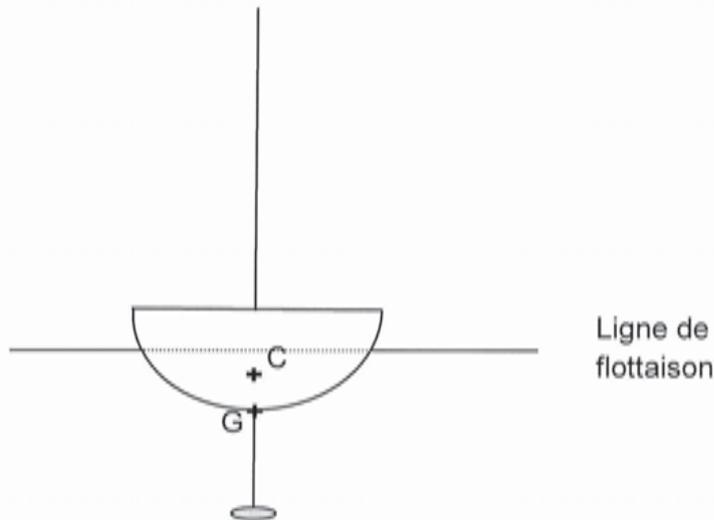
Source : Dossier Technique De l'Ingénieur (Pile à combustible Génepac)

Document 1.h - Pile à combustible ReliOn® utilisée par le voilier Acciona

Puissance maximale	2500 W
Tension de sortie nominale	48 V
Intensité maximale débitée	52,5 A
Nombre de cellules élémentaires	70
Tension aux bornes de chaque cellule	683 mV
Débit de H ₂ à puissance maximale sous un bar à 20°C	30 L.min ⁻¹
Température de fonctionnement	-5 à 50 °C

Les cellules sont associées en série d'un point de vue électrique et en parallèle d'un point de vue hydraulique.

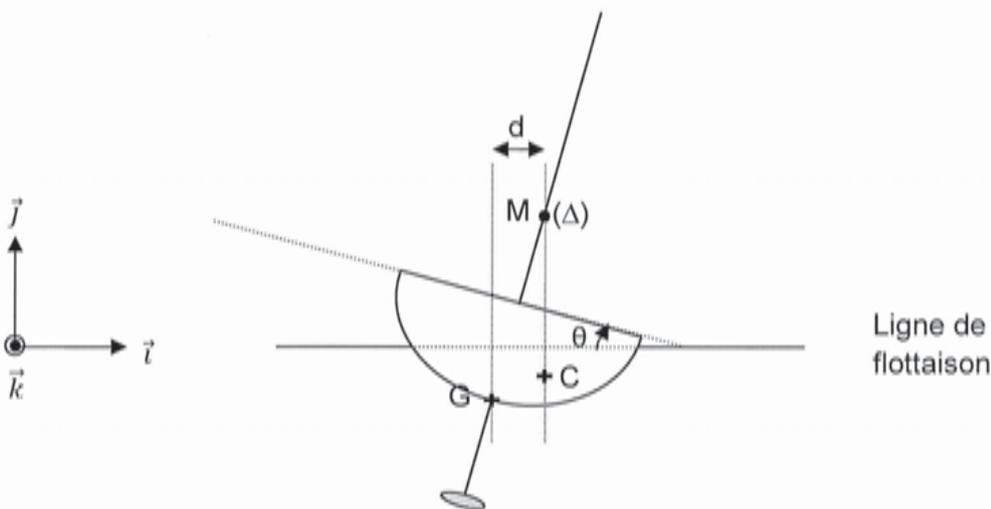
Document 1.i - voilier à l'équilibre (vue en coupe)



G : centre de gravité du bateau

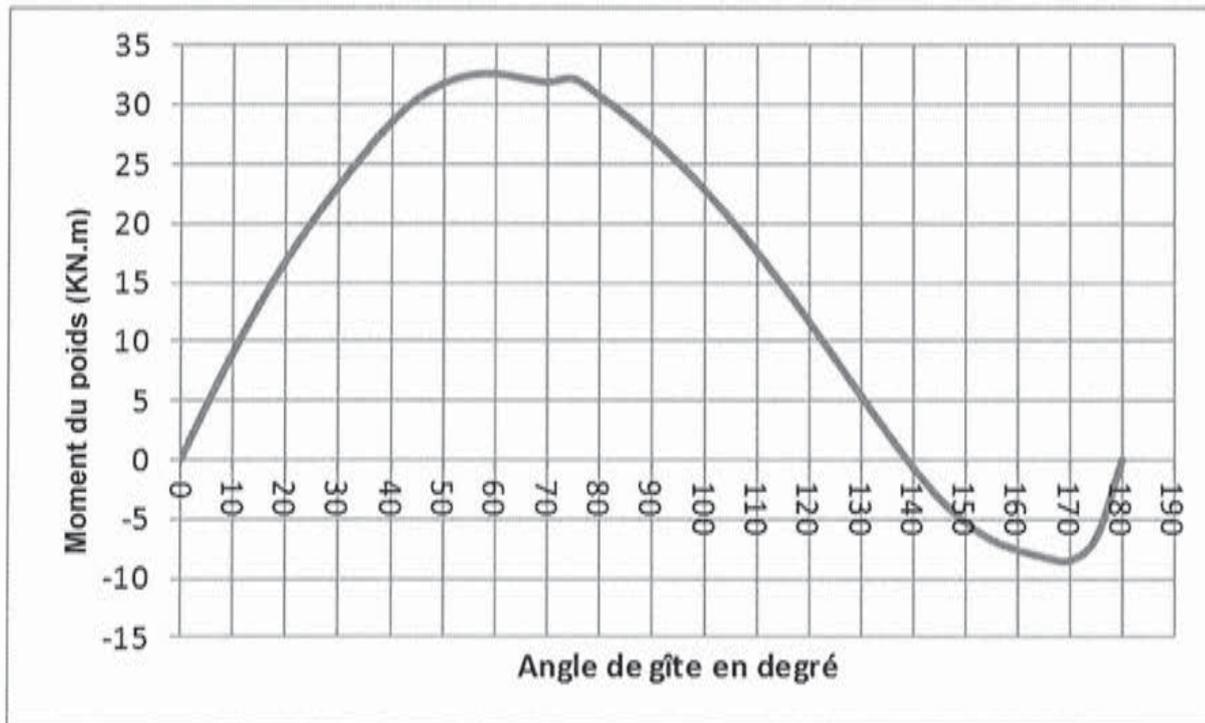
C : centre de gravité du volume immergé

Document 1.j - voilier hors équilibre (vue en coupe)



Le point M, appelé métacentre du bateau et situé à la fois sur son axe de symétrie et sur la verticale passant par C, est le centre de rotation instantané. L'axe (Δ) passe par le métacentre et est perpendiculaire au plan de coupe du bateau (même direction que le vecteur unitaire \vec{k} .) L'angle de gîte du bateau est noté θ .

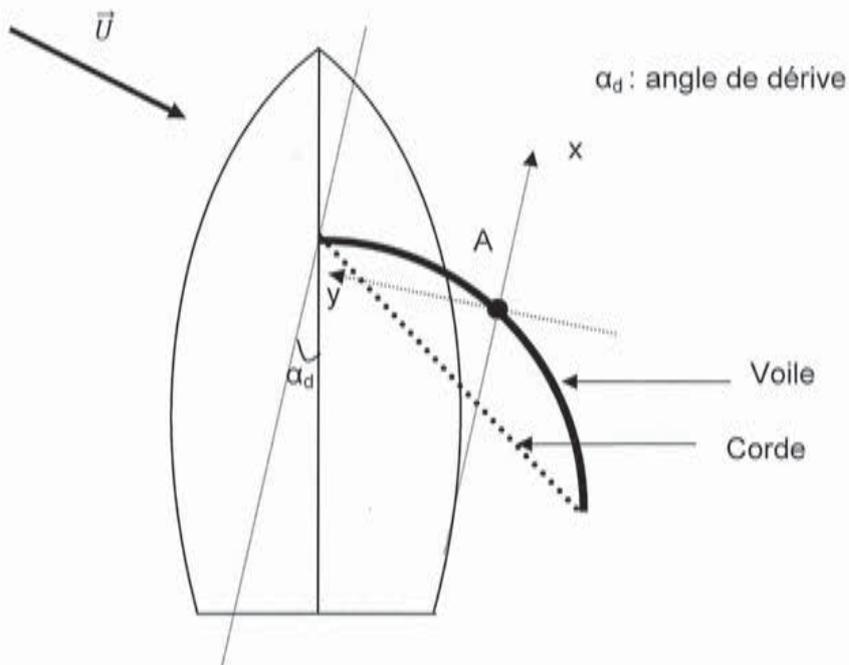
Document 1.k - courbe de stabilité du voilier J97 (classe A)



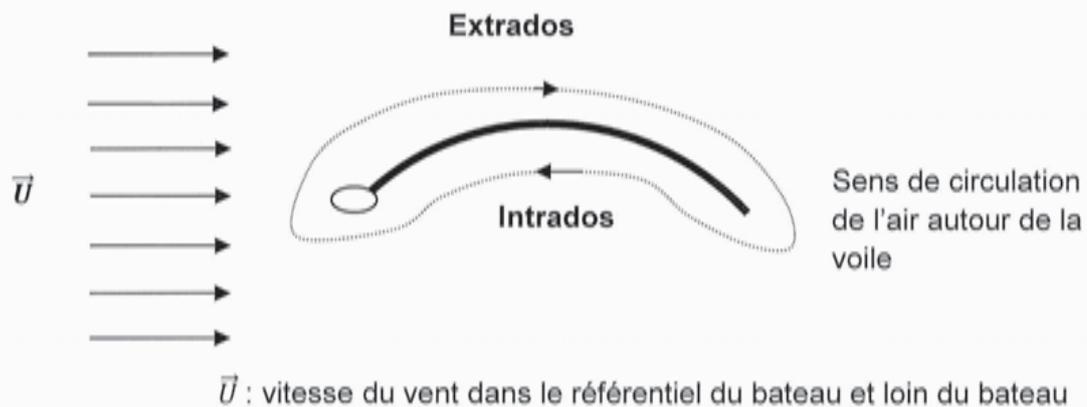
Source : <http://www.voilemagazine.com/2012/03/stabilite-vitesse-on-veut-des-chiffres/>

Document 1.l - Vent relatif et force de propulsion (vue de dessus)

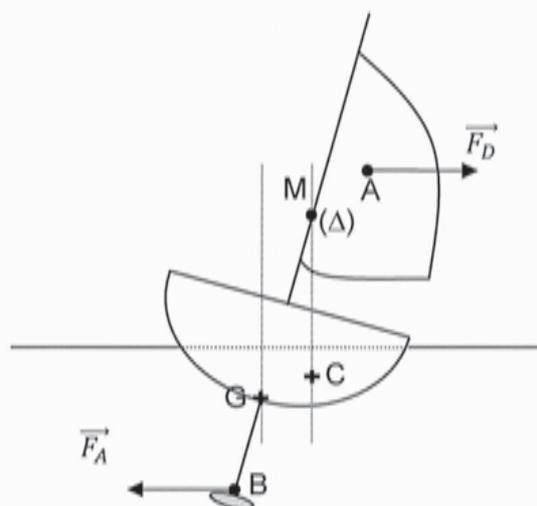
\vec{U} : vitesse du vent dans le référentiel du bateau



Document 1.m - Circulation d'air autour de la voile



Document 1.n - couple de chavirage (vue en coupe)



Document 1.o – conductivités molaires ioniques de quelques ions

Ion	Cl^-	NO_3^-	Ag^+
Conductivité ionique molaire λ (S.m ² .mol ⁻¹)	$7,63 \cdot 10^{-3}$	$7,1 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-3}$

DOSSIER DOCUMENTAIRE

Collection 2 – Textes réglementaires et officiels

Document 2.a-Extraits du B.O. spécial n°2 du 19 février 2009

T 4	POURQUOI ÉTEINDRE SES PHARES QUAND LE MOTEUR EST ARRÊTÉ ?		Cycle terminal Tronc commun
1. Quelle est la différence entre une pile et un accumulateur ?			
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités	
Réaliser une pile et mesurer la tension aux bornes de cette pile. Distinguer pile et accumulateur.	Connaître le principe d'une pile. Connaître le principe d'un accumulateur.	Fabrication d'une pile Daniell. Réalisation d'une pile au citron. Recherche historique sur Volta.	
2. Comment recharger un accumulateur ?			
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités	
Mettre en évidence expérimentalement le rôle d'une diode dans un circuit. Réaliser le redressement d'un courant.	Savoir que : -un accumulateur se recharge à l'aide d'un courant continu ; -le générateur qui charge l'accumulateur délivre une tension supérieure à celle-ci ; -un alternateur fournit un courant alternatif ; -le redressement permet de passer d'un courant électrique alternatif à un courant électrique continu.	Étude d'oscillogrammes obtenus par un générateur à courant continu (pile, accumulateur) et à courant alternatif (alternateur de voiture). Vérification expérimentale de l'inversion du sens de courant lors de la charge et de la décharge d'un accumulateur. Réalisation expérimentale du redressement d'un courant par un pont de diodes. Étude documentaire concernant les différents types d'accumulateurs. Recherche documentaire sur les principes de production d'électricité dans un véhicule (cellule photovoltaïque, pile à combustible ...). Détermination de la durée de charge d'un accumulateur à l'aide de ses caractéristiques et de celles du chargeur.	

T 5	COMMENT PEUT-ON SE DÉPLACER DANS UN FLUIDE ?		Cycle terminal Tronc commun
1. Pourquoi un bateau flotte-t-il ?			
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités	
Déterminer expérimentalement la valeur de la force de poussée d'Archimède.	Connaître les conditions de flottabilité d'un matériau. Connaître les conditions d'équilibre d'un corps flottant. Connaître la différence entre centre de gravité et centre de poussée. Connaître le principe de la poussée d'Archimède.	Recherche documentaire sur la ligne de flottaison des bateaux. Étude du principe des ballasts des sous-marins. Détermination du volume d'un objet avec une balance.	
3. Comment un avion vole-t-il ?			
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités	
Mettre en évidence expérimentalement l'effet Venturi.	Connaître l'effet Venturi.	Expériences diverses mettant en évidence l'effet Venturi.	

ANNEXE 1

**GRILLE NATIONALE D'ÉVALUATION
EN MATHÉMATIQUES ET
EN SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES**

NOM et Prénom :

Diplôme préparé :

Séquence d'évaluation n°

1. Liste des capacités, connaissances et attitudes évaluées

Capacités	
Connaissances	
Attitudes	

2. Évaluation

Compétences	Capacités	Questions	Appréciation du niveau d'acquisition
S'approprier	Rechercher, extraire et organiser l'information.		
Analyser Raisonner	Émettre une conjecture, une hypothèse. Proposer une méthode de résolution, un protocole expérimental.		
Réaliser	Choisir une méthode de résolution, un protocole expérimental. Exécuter une méthode de résolution, expérimenter, simuler.		
Valider	Contrôler la vraisemblance d'une conjecture, d'une hypothèse. Critiquer un résultat, argumenter.		
Communiquer	Rendre compte d'une démarche, d'un résultat, à l'oral ou à l'écrit.		
			/ 10

HS 2	LES LIQUIDES D'USAGE COURANT : QUE CONTIENNENT-ILS ET QUELS RISQUES PEUVENT-ILS PRÉSENTER ?	2 ^{de} professionnelle
1. Quelles précautions faut-il prendre quand on utilise des liquides d'usage courant ?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Lire et exploiter les informations données sur l'étiquette d'un produit chimique de laboratoire ou d'usage domestique (pictogrammes, composition ...).</p> <p>Identifier les règles et dispositifs de sécurité adéquats à mettre en œuvre.</p>	<p>Savoir que les pictogrammes et la lecture de l'étiquette d'un produit chimique renseignent sur les risques encourus et sur les moyens de s'en prévenir, sous forme de phrases de risque et de phrases de sécurité.</p>	<p>Lecture et interprétation d'étiquettes de produits chimiques ou d'usage courant</p> <p>Prévention des risques liés à l'association de produits chimiques.</p>
2. Comment établir la composition d'un liquide d'usage courant ?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Réaliser une manipulation ou une expérience après avoir recensé les risques encourus et les moyens à mettre en œuvre.</p> <p>Identifier expérimentalement des ions en solution aqueuse.</p> <p>Mettre en évidence la présence d'eau et de dioxyde de carbone en solution.</p>	<p>Reconnaître et nommer le matériel et la verrerie de laboratoire employés lors des manipulations.</p> <p>Connaître la composition de l'atome et savoir qu'il est électriquement neutre.</p> <p>Savoir que la classification périodique des éléments renseigne sur la structure de l'atome.</p>	<p>Identification expérimentale de quelques espèces chimiques présentes dans des liquides d'usage courant, dans une eau minérale, un vinaigre, un soda, un jus de fruit... :</p> <ul style="list-style-type: none"> - identification par précipitation des ions contenus dans une eau minérale, - identification des glucides contenus dans une boisson (chromatographie sur couche mince...)
<p>Réaliser une dilution et préparer une solution de concentration donnée.</p> <p>Reconnaître expérimentalement le caractère acide ou basique ou neutre d'une solution.</p> <p>Réaliser un dosage acide – base.</p> <p>Réaliser une chromatographie sur couche mince.</p> <p>Partant de la constitution d'un liquide et en utilisant la classification périodique des éléments :</p> <ul style="list-style-type: none"> -représenter un atome, un ion, une molécule par le modèle de Lewis ; -prévoir la composition d'une molécule ou d'un ion ; -écrire les formules brutes de quelques ions et les nommer. <p>Ecrire l'équation d'une réaction chimique.</p> <p>Calculer une masse molaire moléculaire.</p> <p>Déterminer la concentration molaire ou massique d'une espèce chimique présente dans une solution en utilisant les relations $n = \frac{m}{M}$, $c = \frac{m}{V}$, $c = \frac{n}{V}$</p>	<p>Connaître la règle de l'octet.</p> <p>Savoir qu'un ion est chargé positivement ou négativement.</p> <p>Savoir qu'une molécule est un assemblage d'atomes réunis par des liaisons covalentes et qu'elle est électriquement neutre.</p> <p>Savoir qu'une solution peut contenir des molécules, des ions.</p> <p>Connaître la formule brute de l'eau et du dioxyde de carbone.</p> <p>Savoir que l'acidité d'une solution aqueuse est caractérisée par la concentration en ions H⁺.</p> <p>Savoir qu'une solution acide a un pH inférieur à 7 et qu'une solution basique a un pH supérieur à 7.</p> <p>Savoir qu'au cours d'une réaction chimique les éléments, la quantité de matière et les charges se conservent.</p>	<p>Préparation de solutions aqueuses de concentration donnée à partir d'un solide ou par dilution.</p> <p>Réalisation de dosages :</p> <ul style="list-style-type: none"> -permettant de déterminer la dureté d'une eau ou sa concentration en ions hydrogencarbonates ou en ions chlorures ; -acido-basiques (par colorimétrie, par pH-métrie ou par conductimétrie). <p>Purification ou traitement d'une solution impropre à la consommation.</p> <p>Extraction d'arômes, de colorants (hydro distillation, extraction par solvant, décantation ...).</p>

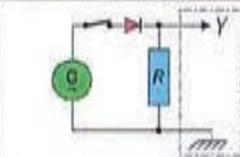
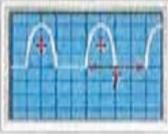
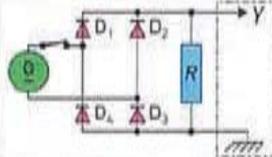
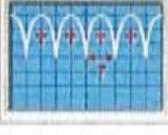
DOSSIER DOCUMENTAIRE

Collection 3

- Documents supports à l'enseignement
et productions d'élèves

Document 3.a-redressement d'une tension alternative sinusoïdale

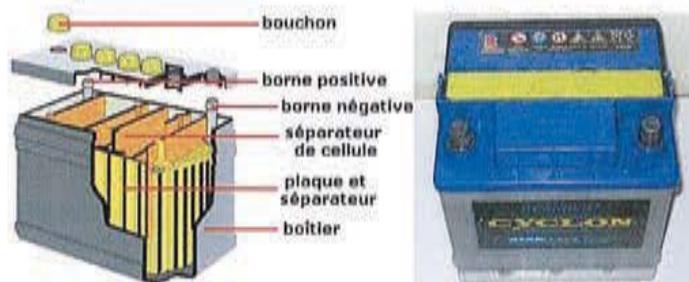
3. Redressement d'une tension alternative sinusoïdale

Type de tension	Montage	Oscillogramme
Tension redressée simple alternance à l'aide d'une diode de redressement		 <p>Sur une période, la tension est positive puis nulle (unidirectionnelle).</p>
Tension redressée double alternance à l'aide d'un pont de diodes (pont de Graëtz)		 <p>Sur une période, la tension est toujours positive (unidirectionnelle).</p>

- Un système redresseur (diodé ou pont de diodes) est un convertisseur alternatif-continu. Il permet à partir d'un réseau alternatif d'alimenter un récepteur avec une tension unidirectionnelle.

Source : Hachette technique 1ere Bac pro

Document 3.b-Accumulateur au plomb



Les accumulateurs au plomb sont les plus importants du marché (60% du marché de l'accumulateur en France) et les 2/3 servent pour les automobiles pour le démarrage.

Ces batteries servent à alimenter les composants électriques des véhicules à moteur à explosion, particulièrement le démarreur électrique. Elles sont rechargées par des dynamos ou des alternateurs associés à des redresseurs de courant. Elles peuvent également servir à stocker de l'électricité produite par intermittence par des modules photovoltaïques ou des éoliennes.

Description :

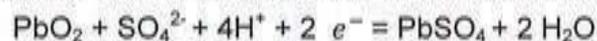
Les accumulateurs au plomb sont constitués d'une anode en plomb (sous forme d'une plaque) et d'une cathode en plomb (plaque) recouvert d'une fine couche homogène de PbO_2 . Ces électrodes sont immergées dans une solution d'acide sulfurique concentré de formule H_2SO_4 . ($C = 6 \text{ mol/L}$)

Lorsque l'accumulateur débite :

A l'anode la réaction chimique qui a lieu est donnée par la demi-équation électronique suivante :



A la cathode la réaction chimique qui a lieu est donnée par la demi-équation électronique suivante :

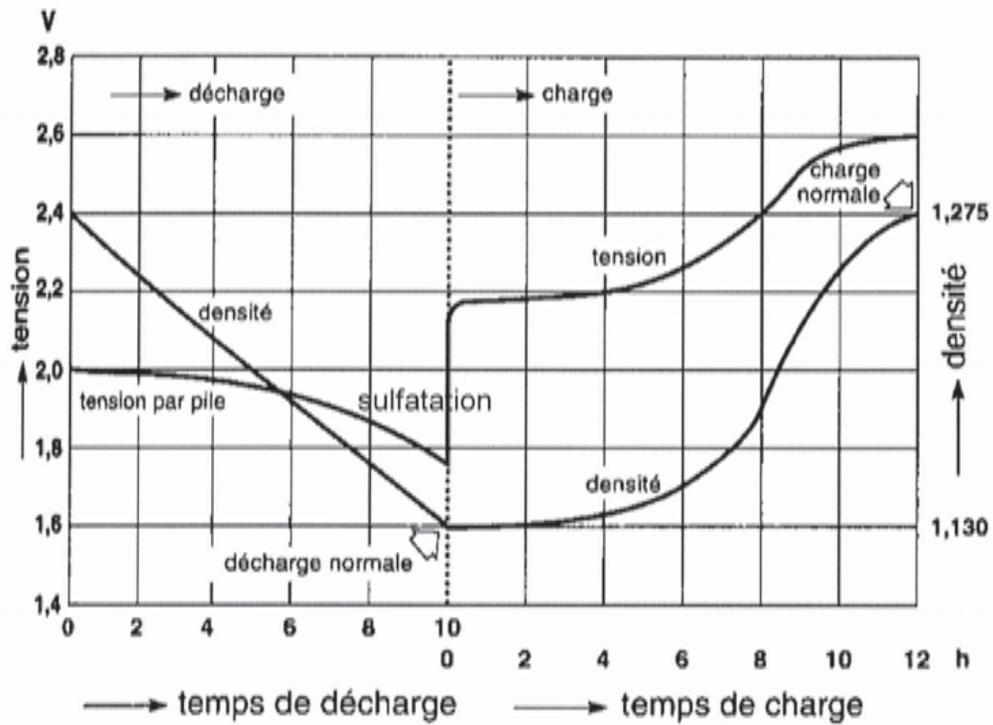


La force électromotrice d'un accumulateur au plomb est d'environ 2 V. Une batterie automobile fournit une tension de 12 V environ. Elle est constituée de 6 accumulateurs montés en série.

A la charge :

La réaction bilan est inversée. Il s'agit d'une électrolyse.

Une des caractéristiques importantes d'un accumulateur au plomb est le nombre de cycles de charge-décharge qu'ils peuvent subir. Il est de 1000 (à 80%) pour les meilleurs accumulateurs au plomb actuels. Cependant, pendant la charge, la différence de potentiel imposée ($> 2,1 \text{ V}$) entraîne également l'électrolyse de l'eau comme réaction parasite. Un dégagement gazeux de dihydrogène est alors en particulier observé.



Document 3.d-Exemple d'exercice-bilan : Pile à combustible du voilier Acciona

Le skipper du voilier Acciona a la possibilité d'utiliser une pile à combustible qui constitue une source d'énergie de secours.

Le principe de la pile à combustible est le suivant : une réaction électrochimique contrôlée, entre du dihydrogène et le dioxygène de l'air, génère simultanément de l'électricité, de l'eau et de la chaleur.

La pile à combustible du voilier est constituée de 70 cellules élémentaires associées en série d'un point de vue électrique.

Lorsque la puissance débitée par la pile est maximale, on peut considérer que le courant circulant dans les cellules élémentaires est constant, d'intensité $I = 52,5 \text{ A}$.

La réaction s'opère au sein de chaque cellule élémentaire composée de deux électrodes séparées par une membrane polymère échangeuse de protons H^+ qui joue le rôle d'électrolyte.

Le dihydrogène est stocké à bord sous forme de gaz comprimé à la pression de 300 bars. La masse du dihydrogène disponible est de 1,0 kg. L'équation de la réaction chimique mise en jeu dans le fonctionnement de la pile est : $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Données :

GRANDEURS	VALEURS NUMERIQUES
masses molaires atomiques	$M(\text{H}) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$;
constante d'Avogadro	$N_A = 6,0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$;
constante des gaz parfaits	$R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$;
pression normale	$P_0 = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$;
température normale	$T_0 = 273 \text{ K}$
loi des gaz parfaits	$P_0.V_0 = n.R.T_0$, où n représente la quantité de matière de gaz et V_0 son volume ;
charge électrique élémentaire	$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$;
couples d'oxydo-réduction mis en jeu dans la réaction	$\text{H}^+(\text{aq}) / \text{H}_2(\text{g})$ et $\text{O}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

- 1) En utilisant la masse de dihydrogène disponible dans le réservoir, calculer la quantité de matière de dihydrogène $n_R(\text{H}_2)$ correspondante.
- 2) En considérant que le dihydrogène est un gaz parfait, déterminer le volume de dihydrogène V_0 , pris à la température de 20°C et à la pression de 1,0 bar, qu'il a fallu comprimer pour remplir le réservoir.
- 3) Lorsque la puissance débitée est maximale, le débit de dihydrogène à la pression de 1 bar et à la température de 20°C est égal à 30 L.min^{-1} .
En déduire la durée Δt de fonctionnement de la pile pour une utilisation à pleine puissance.
- 4) Déterminer l'énergie disponible avec une telle pile sachant que la puissance maximale débitée est égale à 2500 W.
- 5) En déduire le nombre de jours d'autonomie du voilier sachant que les besoins hebdomadaires en énergie sont de 7200 Wh.

Document 3.e- Détermination expérimentale de la poussée d'Archimède

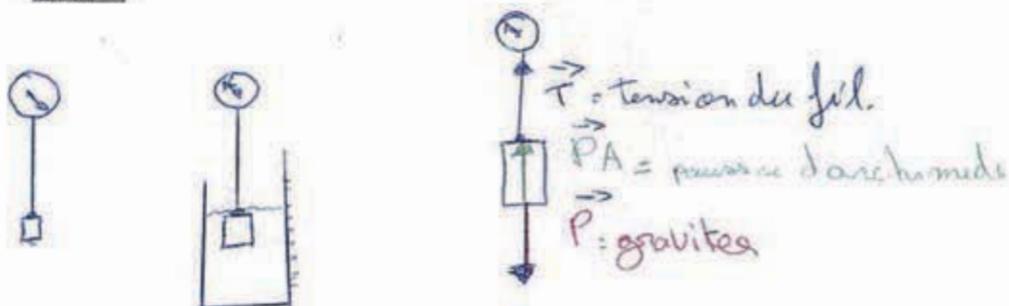
On souhaite réaliser en classe une expérience simple permettant de mesurer la poussée d'Archimède s'exerçant sur une masse de 300g immergée dans un fluide.

Décrire une expérience permettant de déterminer une mesure de cette poussée d'Archimède.

Liste du matériel :

- Bêcher graduée
- eau
- masse de 300g
- dynamomètre.

Schéma :



Document 3.f -Evaluation en CCF

L'eau douce est vitale à bord pour traverser les océans, alors on a envie d'en savoir un peu plus sur les habitudes de vie des navigateurs et plus précisément sur l'utilisation de l'eau. Quelle eau consomment les skippers tout au long du Vendée Globe et d'où vient cette eau ?

En prévision des rudes mois de traversée sans escale, il est prévu dans les provisions un stock d'eau potable de secours (eau de très bonne qualité et filtrée). La quantité d'eau douce embarquée est limitée, car il n'est pas envisageable d'avoir une réserve d'eau pour toute la durée de la course. Trop lourd ! Le skipper dispose donc d'eau douce en faible quantité et doit s'approvisionner lui-même grâce à un dessalinisateur d'eau de mer. La matière première ne manque pas !

Le principe de fonctionnement du dessalinisateur est simple. Il s'agit d'un osmoseur utilisant le principe d'osmose inverse : l'eau de mer est poussée au travers d'une membrane qui est perméable aux molécules d'eau et retient le sel et tous les éléments indésirables. Le filtrage de l'eau permet d'assurer ainsi la production d'eau douce pour la boisson, la cuisine (réhydratation des aliments, cuisson...), l'entretien (vaisselle, lessive...) et l'hygiène (rinçage, douche...). Par ailleurs, cela n'exclut pas l'utilisation de l'eau de pluie.

Problématique :

L'équipe du voilier ACCIONA souhaite savoir si l'osmoseur n'a pas trop souffert de son séjour dans l'eau de mer suite au chavirage du bateau pendant la course Vendée globe. L'osmoseur du voilier Accionna est-il encore capable de dessaler l'eau de mer ?

L'eau est considérée potable si la salinité est inférieure à $0,5 \text{ g.L}^{-1}$.

La salinité de l'eau de mer correspond à la teneur globale en sels (chlorures de sodium et de magnésium, sulfates, carbonates).

La salinité peut se déduire de la mesure de la concentration massique des ions chlorure.

Elle est alors définie par la relation : $S (\text{g.L}^{-1}) = 1,8 \times C_m$, C_m étant la concentration massique en ions chlorure de l'eau.

Partie 1

On souhaite dans un premier temps mettre en évidence la présence ou l'absence d'ions chlorure et sulfate dans l'eau filtrée par l'osmoseur.

- 1) Lister les moyens dont dispose un skipper pour obtenir de l'eau douce.
- 2) Indiquer le rôle de l'osmoseur sur le bateau ?
- 3) Relever dans l'énoncé la salinité que ne doit pas excéder une eau déclarée potable.
- 4) Préciser les mesures à réaliser pour vérifier la salinité de l'eau ?

Partie 2

- 1) On dispose de deux échantillons d'eau : échantillon A : eau de mer avant passage dans l'osmoseur ; échantillon B : eau de mer après son passage dans l'osmoseur.

Parmi les tests d'identification des ions suivants, choisir celui qui convient pour mettre en évidence la présence ou l'absence d'ions chlorure et sulfate dans une solution:

NATURE DE L'ION	SOLUTION TEST	RESULTAT
ion cuivre II Cu^{2+}	soude	précipité bleu
ion fer II Fe^{2+}	soude	précipité vert sapin
ion fer III Fe^{3+}	soude	précipité orangé
ion chlorure Cl^-	nitrate d'argent	précipité blanc qui noircit à la lumière
ion aluminium Al^{3+}	soude	précipité blanc
ion sulfate SO_4^{2-}	chlorure de baryum	précipité blanc

2) Proposer une expérience simple permettant de mettre en évidence la présence d'ions chlorure et sulfate dans l'eau filtrée par l'osmoseur.

LISTE DU MATERIEL	SCHEMA OU PROTOCOLE	OBSERVATIONS
<ul style="list-style-type: none"> • tubes à essai • porte-tubes • pipettes compte-goutte • flacons contenant les solutions tests • bécher 		

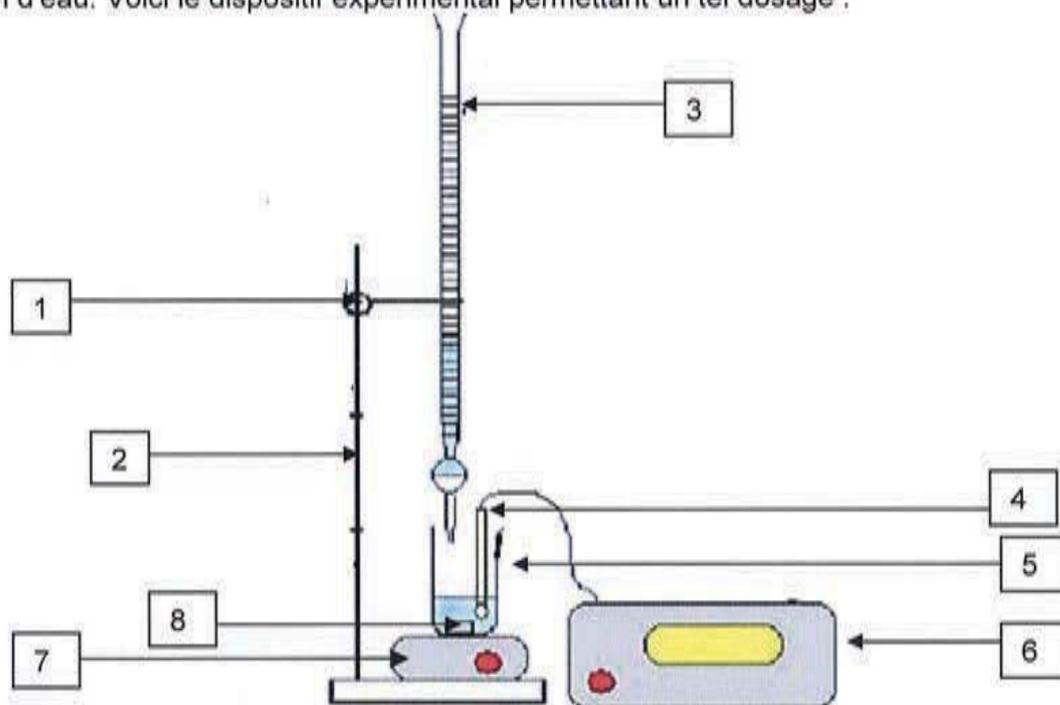
Appel professeur : Expliquer le choix de cette expérience au professeur puis la réaliser devant lui.

- 3) Préciser les précautions prises pour manipuler les solutions servant à tester la présence des ions chlorure et sulfate.
- 4) Calculer la concentration massique des ions chlorures notée $C_m(\text{Cl}^-)$ dans le cas d'une eau de salinité $S = 0,5 \text{ g.L}^{-1}$ (eau considérée potable de justesse)
- 5) Vérifier par le calcul que l'on a alors une concentration molaire en ions chlorures notée $C = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ (arrondi au centième)

Aide : $C_m(\text{Cl}^-) = C \times M(\text{Cl})$ et $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$

Partie 3

Pour déterminer la quantité d'ions chlorures présents dans la solution filtrée, il faut effectuer un dosage des ions chlorures dans cette solution. La solution titrante est le nitrate d'argent, la solution titrée est l'échantillon d'eau. Voici le dispositif expérimental permettant un tel dosage :



1 : noix avec pince
2 : potence

3 :
4 : sonde de conductimétrie

5 : 6 : conductimètre
7 : 8 :

- 1) Compléter sur le schéma du dispositif expérimental les légendes manquantes.
- 2) Pour doser les ions chlorure contenus dans un échantillon d'eau filtrée par l'osmoseur, il faut prélever une dose d'essai de volume $V_0 = 20,0$ mL d'eau filtrée et la transvaser ensuite dans un bécher de 200 mL dans lequel le dosage sera réalisé.
Parmi le matériel ci-dessous, choisir le dispositif adéquat pour prélever précisément cette quantité.

pipette jaugée de 20 mL + propipette	pipette graduée de 10 mL + propipette	bécher de 50 mL	éprouvette graduée de 100 mL
--------------------------------------	---------------------------------------	-----------------	------------------------------

Préparer le matériel nécessaire à la prise des 20 mL d'eau dessalée par l'osmoseur et organiser le poste de travail pour pouvoir la réaliser.

Appel professeur : Réaliser devant l'examineur la prise d'essai de la solution à doser. Lui expliquer oralement la méthode pour déterminer le volume équivalent. La mettre ensuite en œuvre en suivant le protocole expérimental qu'il vous remettra alors.

Partie 4

L'équation bilan de ce dosage est : $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}_{(s)}$

- 1) Lire sur la représentation graphique obtenue après dosage, la valeur du volume à l'équivalence notée V_{eq} .
- 2) A l'équivalence, $n(\text{Cl}^-) = n(\text{Ag}^+)$
Calculer $n(\text{Ag}^+)$ sachant que la solution de nitrate d'argent a pour concentration $C = 0,025$ mol/L et que : $n(\text{Ag}^+) = C \times V_{\text{eq}}$
- 3) En déduire la concentration molaire C_0 en ions chlorure de l'eau de mer dessalée par l'osmoseur.
Rappel : $C_0 = \frac{n(\text{Cl}^-)}{V_0}$
- 4) Conclure sur le fait que cette eau soit potable ou non en justifiant la réponse. Finalement, l'osmoseur joue-t-il encore correctement son rôle ?

TRAVAIL À RÉALISER PAR LE CANDIDAT

Partie A L'énergie électrique produite par le voilier

L'énergie électrique nécessaire au fonctionnement du voilier (pilote automatique, dessalinisateur, instruments de navigation...) est produite par 2 hydrogénérateurs, 2 éoliennes et des panneaux photovoltaïques (Document 1.a). Lors du dernier Vendée Globe l'énergie produite par le voilier a toujours été supérieure à l'énergie consommée.

A.1 L'énergie photovoltaïque - Etude de la cellule, rendement

A.1.1 L'effet photoélectrique a été découvert par hasard en 1886 par Hertz lors de ses recherches sur les ondes électromagnétiques. Il a découvert alors qu'un matériau métallique exposé à la lumière pouvait émettre des électrons. Cette découverte a longtemps opposé les scientifiques de l'époque car certaines caractéristiques de cet effet ne s'expliquaient pas avec la théorie classique de l'électromagnétisme telle qu'ils la connaissaient à l'époque.

La théorie ondulatoire de la lumière expliquait en partie le phénomène mais il fallut attendre 1905 et la théorie de la quantification de l'énergie électromagnétique (Albert EINSTEIN) pour expliquer cet effet photo-électrique.

Au 17^{ème} siècle déjà, deux éminents scientifiques, Newton et Huygens, s'opposaient au travers de traités et d'expériences sur la nature de la lumière. L'un défendait la nature corpusculaire et l'autre la nature ondulatoire de la lumière. Expliquer en langage simple ces deux théories et discuter de l'intérêt de présenter aux élèves cette polémique.

A.1.2 Les caractéristiques des panneaux photovoltaïques sont établies dans des conditions de test normalisées. La température et la puissance du rayonnement sont fixées et le spectre correspondant est donné dans le Document 1.c .

L'énergie minimale du photon permettant de libérer un électron dans un semi-conducteur à silicium est égale à 1,1eV.

On donne $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s, $c = 3,0 \cdot 10^8$ m.s⁻¹ et $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J.

Déterminer la longueur d'onde correspondante.

Dans les conditions du test, le spectre de la lumière reçue par le panneau est celui du Document 1.c. Indiquer si tous les photons sont convertis en électrons. Justifier.

A.1.3 Chaque panneau est constitué d'un certain nombre de cellules photovoltaïques élémentaires. Déterminer la puissance solaire reçue par une cellule et la puissance électrique maximale correspondante sachant que dans les conditions du test, l'éclairement énergétique est égal à 800 W.m^{-2} . En déduire le rendement de la cellule dans les conditions du test du Document 1.b.

Proposer une explication pour justifier le faible rendement de la cellule.

On supposera par la suite que le rendement est indépendant de la puissance solaire reçue.

A.1.4 A l'aide du Document 1.b , déterminer la tension de polarisation optimale de chaque cellule permettant au panneau de produire une puissance électrique maximale. Expliquer la manière dont les cellules sont associées entre elles et déterminer la puissance produite par le panneau dans les mêmes conditions de test.

A.1.5 Dans les meilleures conditions d'ensoleillement, l'énergie solaire absorbée par les panneaux sur une journée est égale à 3520 Wh / m^2 , alors que l'énergie solaire absorbée le jour du départ aux Sables d'Olonne n'est que de 1530 Wh / m^2 .

Expliquer la différence d'énergie absorbée dans ces deux situations.

A.1.6 Dans les meilleures conditions les panneaux ont produit 9 kWh d'énergie électrique stockée dans les batteries en une journée.

Montrer que l'aire de la surface du bateau recouverte par les panneaux photovoltaïques est d'environ 13 m^2 .

A.2 L'hydrogénérateur

On s'intéresse dans cette partie à l'alternateur de l'hydrogénérateur.

A.2.1 Le Document 3.a est un extrait de manuel scolaire présentant un redressement double alternance réalisé avec un pont de diodes.

Dans ce Document 3.a, l'expression « un système redresseur est un convertisseur alternatif-continu » est-elle en adéquation avec l'oscillogramme représenté dessus ?

Justifier puis proposer une phrase de synthèse que l'on pourrait faire écrire aux élèves qui auraient réalisé l'expérience décrite dans ce document.

A.2.2 Un élève vous demande des explications sur le fonctionnement du pont de Graetz et les raisons de l'obtention d'un oscillogramme double alternance.

Comment procéderiez-vous pour faciliter sa compréhension du montage et des oscillogrammes obtenus ? (vous pouvez citer les expériences réalisées ou tout schéma sur lequel votre explication s'appuierait).

A.2.3 Compléter le montage proposé en Annexe 1 pour obtenir une tension continue ; préciser la nature des composants ajoutés et leur rôle.

Partie B Stockage de l'énergie

B.1 Les batteries

L'énergie produite est essentiellement stockée dans les batteries Lithium-Ion. Quelques accumulateurs au plomb sont utilisés pour les demandes en courant importantes.

B.1.1 Donner un avantage des batteries Li-ion par rapport aux batteries classiques au plomb. On attend une justification quantitative.

B.1.2 Les batteries Li-Ion sont assemblées par paires, chaque paire étant constituée de deux batteries associées en série.

Quelle est la tension aux bornes de chaque paire et la capacité nominale correspondante ?

B.1.3 Les besoins du bateau en énergie électrique sont estimés au maximum à 7200 Wh par jour.

En supposant que l'on ne puisse plus recharger les batteries par tous les dispositifs existants, calculer la durée d'autonomie de ce parc de batteries Li-ion composé de trois paires de batteries, en supposant que les batteries peuvent se décharger totalement

B.1.4 Proposer une exploitation des Document 3.b et Document 3.c pour entamer l'apprentissage de la connaissance du principe d'un accumulateur au plomb. On présentera dans un tableau

à trois colonnes, les tâches demandées aux élèves, leur activité attendue et les connaissances ou capacités du programme visées.

B.2 À propos du principe de fonctionnement de la pile à combustible

La pile à combustible est une source d'énergie de secours utilisée par le skipper du voilier « ACCIONA » dans le cas où les batteries au lithium seraient épuisées et sans aucune possibilité de les recharger par les énergies renouvelables (aérogénérateur, panneaux photovoltaïques, hydro-générateurs).

B.2.1 En vous appuyant sur le Document 1.f, expliquer, en quelques lignes, le principe de fonctionnement d'une telle pile. Indiquer quels sont les réactifs et le(s) produit(s) de la réaction qui a lieu au sein de la pile à combustible. Préciser la nature de la réaction ainsi que le rôle de l'électrolyte.

B.2.2 Ecrire les équations et le nom des réactions qui ont lieu à l'anode et à la cathode ainsi que l'équation bilan de fonctionnement de cette pile. On précisera alors sur le schéma de l'Annexe 2 le sens de circulation des porteurs de charge à l'intérieur de la pile et à l'extérieur ainsi que les polarités des électrodes.

B.2.3 Montrer la relation suivante reliant la quantité de matière de dihydrogène réellement consommé dans chaque cellule de la pile (n_c), l'intensité I débitée à pleine puissance et la durée Δt de fonctionnement d'une cellule élémentaire (identique à celle de la pile) :

$$n_c = \frac{I \times \Delta t}{2 \times N_A \times e}$$

B.2.4 Les cellules élémentaires sont connectées en parallèle d'un point de vue hydraulique.

La pile débite une puissance maximale pendant une durée de « 6h et 46 minutes ».

A l'aide du Document 1.h, déterminer l'expression de la quantité totale de dihydrogène totale notée $n_{\text{tot}}(\text{H}_2)$ effectivement consommée et en déduire la masse de dihydrogène correspondante lorsque la pile débite à la puissance maximale.

Comparer à la masse embarquée qui est de 1 kg. A l'aide du Document 1.f ou du Document 1.g, discuter de la cohérence de votre résultat.

On donne $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ et $M(\text{H}) = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

B.2.5 Quels sont les risques en cas de surchauffe du système ?

B.2.6 Dans le cas de la pile à combustible étudiée, l'électrolyte est une fine membrane dont le rôle est d'isoler les électrodes l'une de l'autre, tout en laissant circuler les ions H^+ . Le matériau le plus utilisé est le Nafion®.

La molécule Nafion® est un polymère formé d'une colonne vertébrale ne contenant que des groupes CF_n sur laquelle sont fixés des groupements d'acide sulfonique.

La chaîne constituée des groupes CF_n est presque identique au Téflon qui est un polymère dont le monomère est le tétrafluoroéthène de formule brute C_2F_4 . La formule brute de l'acide sulfonique est H_2SO_3 .

Donner les configurations électroniques du carbone, du fluor, de l'hydrogène, du carbone, de l'oxygène et du soufre ($Z = 6$ pour le carbone, $Z = 9$ pour le fluor, $Z = 1$ pour l'hydrogène, $Z = 8$ pour l'oxygène et $Z = 16$ pour le soufre) et écrire les structures de Lewis du tétrafluoroéthène et de l'acide sulfonique.

- B.2.7 La molécule de Nafion® est amphiphile, c'est-à-dire qu'elle possède à la fois des groupements hydrophiles et hydrophobes. Indiquer sur le schéma de l'Annexe 3 la position de ces deux groupements. Justifier votre raisonnement.

B.3 Exercice sur la durée d'autonomie d'une pile à combustible - rendement

Dans le cadre des séquences d'enseignements généraux liés à la spécialité et de l'accompagnement personnalisé et en vue d'une préparation des élèves à une poursuite d'étude en BTS, les enseignants leur proposent de résoudre un exercice mettant en œuvre des notions vues en baccalauréat professionnel. L'énoncé de cet exercice est donné dans le Document 3.d. Les Document 1.d et Document 1.f peuvent aider à la résolution de certaines questions.

- B.3.1 Définir ce qu'est un gaz parfait.
- B.3.2 Rédiger une correction de l'exercice (Document 3.d) proposé aux élèves.
- B.3.3 Lors de la lecture de l'énoncé donné (Document 3.d), un élève de baccalauréat professionnel s'étonne : « Vous vous êtes trompé dans l'énoncé, ce serait pas plutôt une intensité de 0,75 A par cellule ? Sinon, si on prend un « coup » de jus, avec 52,5 A on est mort ! »
- Analyser les raisons de cette remarque et expliquer brièvement les conceptions mises en jeu au travers de celle-ci.
- B.3.4 Quelle(s) remédiation(s) proposeriez-vous pour le convaincre que les 70 cellules débitent un courant d'intensité 52,5 A.
- B.3.5 Comment traiteriez-vous sa remarque sur les dangers à manipuler une pile à combustible qui serait reliée à un circuit électrique ?
- B.3.6 Un kilogramme de dihydrogène peut libérer une énergie maximale de 120 MJ environ.
- Montrer que le rendement de la pile à combustible du Document 3.d est environ égal à 50 %. Préciser quelle est la nature de l'énergie convertie de nature non électrique.
- B.3.7 L'**essence** est utilisée comme carburant dans les moteurs thermiques ou les moteurs à combustion interne à allumage commandé. C'est un mélange d'hydrocarbures comprenant 20 à 30 % d'alcanes.
- Parmi les alcanes on trouve pour l'essence sans plomb 95, 95% d'octane (molécule de formule brute C_8H_{18}) et 5% d'heptane.
- Ecrire et équilibrer l'équation bilan de la combustion complète de l'octane dans l'air.
- B.3.8 Le rendement d'un tel moteur est de l'ordre de 25%. Le pouvoir calorifique moyen de l'essence est égal à $47,3 \text{ MJ.kg}^{-1}$. Calculer la masse d'essence qu'il faut brûler dans un moteur thermique pour libérer la même quantité d'énergie que la pile à combustible étudiée dans l'exercice du Document 3.d.

Partie C Stabilité et propulsion du voilier

C.1 Stabilité du voilier

Un bateau est à l'équilibre (Document 1.i) dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Le voilier est écarté de sa position d'équilibre en lui faisant effectuer un mouvement de gîte (rotation du bateau autour d'un axe longitudinal) par un moyen mécanique quelconque (vent, mer, etc...). On cherche à déterminer si le bateau revient à sa position d'équilibre stable lorsque la contrainte mécanique responsable de son inclinaison est relâchée.

Une courbe de stabilité, modélisée à partir de la position du centre de gravité du voilier (G) et des paramètres géométrique du bateau, permet de répondre à la question.

L'action du vent ne sera pas prise en compte.

- C.1.1 Effectuer un bilan des forces lorsque le bateau est dans sa position d'équilibre stable (Document 1.i). Préciser les caractéristiques de ces forces.
- C.1.2 On suppose que le bateau est dans la configuration hors équilibre (après avoir écarté le bateau de sa position d'équilibre, la contrainte est relâchée) qui correspond à celle du Document 1.j ; l'angle de gîte est égal à θ . Le bilan des forces étant identique à celui de la situation précédente, tracer, sur le schéma de l'Annexe 4, les vecteurs forces correspondants.
- Donner les expressions des moments de force de chaque force par rapport à l'axe (Δ) passant par le métacentre M, en fonction des paramètres suivants (m : masse du bateau, g : champ de pesanteur, d : longueur indiquée dans le Document 1.j). Le sens positif est par convention le sens trigonométrique.
- C.1.3 La somme vectorielle des forces précédentes est nulle. Comment expliqueriez-vous à des élèves qu'il s'agit tout de même d'une situation hors équilibre ?
- C.1.4 La courbe de stabilité du Document 1.k représente le moment du poids par rapport à l'axe (Δ) en fonction de l'angle de gîte (θ). L'angle de gîte nul correspond à une position d'équilibre stable.
- Déterminer graphiquement la valeur de l'angle de gîte θ_{AVS} correspondant à l'angle limite au-delà duquel le bateau chavire et préciser quel est l'intervalle des angles de gîte pour lesquels le voilier peut revenir à sa position d'équilibre stable (gîte nul).
- C.1.5 Le moment du poids est également appelé moment redressant. Pour quel intervalle d'angles de gîte cette expression n'est pas appropriée ? Justifier.
- C.1.6 L'angle de gîte θ_{AVS} correspond-il à une position d'équilibre ? Justifier.
- Discuter la stabilité de cet éventuel équilibre (aucun développement mathématique n'est demandé).
- C.1.7 Au programme des élèves de baccalauréat professionnel, figure le module T5 (Document 2.a). Le Document 3.e présente une évaluation d'un élève sur la capacité « Déterminer expérimentalement une mesure de la force de poussée d'Archimède ». Analyser cette production et proposer une correction du protocole expérimental.
- C.1.8 Proposer une autre expérience qui permettrait de mesurer la force de poussée d'Archimède.

C.2 Propulsion et chavirage du voilier

On suppose dans cette partie que le mouvement du bateau est rectiligne uniforme. Les mouvements de rotation du bateau sont supposés nuls. La direction du voilier est différente de celle de son axe longitudinal de symétrie. L'angle entre les deux directions correspond à l'angle de dérive noté α_d (Document 1.l). L'angle de gîte θ du bateau est supposé constant.

L'action du vent est désormais prise en compte.

C.2.1 Faire l'inventaire des actions mécaniques exercées sur le voilier et donner la relation entre les forces correspondantes. Justifier.

C.2.2 La vitesse relative du vent par rapport au bateau, et loin du bateau, est noté \vec{U} . Il s'agit de la vitesse du vent dans le référentiel du bateau supposé galiléen.

Expliquer pour quelle raison le référentiel du bateau peut être considéré galiléen.

C.2.3 La vitesse \vec{U} est modifiée au voisinage de la voile. Il existe une couche limite à proximité de la voile, dans laquelle les phénomènes de viscosité ne sont pas négligeables. Cette couche limite permet une circulation de fluide induite par la forme asymétrique de la voile (Document 1.m).

La vitesse de l'air au voisinage de la voile est donc modélisée par la composition d'un écoulement d'air rectiligne (vitesse \vec{U}) et d'un écoulement tournant autour de la voile dans le sens indiqué sur le Document 1.m.

Comparer la vitesse des particules fluides aux voisinages de l'intrados et de l'extrados.

C.2.4 En dehors de la couche limite le fluide peut être considéré comme parfait.

Justifier à l'aide de la relation de Bernoulli la présence d'une force aérodynamique. Vous rappellerez la signification physique de la relation et ses conditions d'application.

C.2.5 Les élèves de baccalauréat professionnel doivent, d'après le programme (module T5 du Document 2.a), savoir répondre à la question « pourquoi un avion vole-t-il ? » ou à toute autre question formulée par le professeur menant à la mise en évidence expérimentale de l'effet Venturi et à une connaissance de cet effet.

Expliquer en langage simple ce que les élèves doivent retenir de l'effet Venturi.

C.2.6 En supposant que la direction de la force aérodynamique est perpendiculaire à la corde de la voile, tracer, sur le schéma de l'Annexe 5, le vecteur force aérodynamique au point A sans soucis d'échelle mais en précisant et en justifiant le sens de cette force.

C.2.7 La composante parallèle au mouvement du bateau de cette force correspond à la force de propulsion du bateau alors que la composante perpendiculaire est la force de dérive notée \vec{F}_D .

Une force anti-dérive, notée \vec{F}_A , et opposée à \vec{F}_D s'exerce sur les appendices du voilier, fixées sous la coque (quille, safrans, dérives). Les deux forces \vec{F}_D et \vec{F}_A représentées sur le schéma du Document 1.n, forment un couple appelé couple de chavirage.

Justifier ce nom.

Pour un mouvement du bateau rectiligne uniforme, déterminer, à partir de la courbe de stabilité (Document 1.k), un ordre de grandeur de l'angle de gîte correspondant au moment de couple de chavirage maximum. Justifier à l'aide des propriétés de conservation du moment cinétique.

C.2.8 L'expression de l'énergie nécessaire pour faire chavirer le navire est la suivante :

$$\Delta E = \int_0^{\theta_{AVS}} \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{P}) d\theta \text{ avec } \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{P}) \text{ moment du poids par rapport à l'axe } \Delta.$$

Expliquer de quelle manière il est possible d'évaluer l'énergie nécessaire pour faire chavirer le bateau, à partir de la courbe du Document 1.k.

- C.2.9 Le règlement IMOCA concernant les monocoques de 60 pieds de compétition, impose que l'aire positive sous la courbe de stabilité doit être au minimum 5 fois supérieure à l'aire négative. Interpréter cet aspect du règlement en des termes énergétiques.
- C.2.10 Le moment du poids est également appelé moment redressant. Selon le règlement IMOCA, le couple de redressement maximum autorisé est égal à 320 kN.m. Expliquer pourquoi cette grandeur est limitative de la puissance motrice du voilier en mouvement rectiligne uniforme.

Partie D Evaluation de la mesure de salinité de l'eau osmosée

L'enseignant de maths-sciences a choisi d'évaluer ses élèves de baccalauréat professionnel sur une activité liée au contrôle de l'efficacité de l'osmoseur pour éliminer une grande partie des ions contenus dans l'eau de mer.

Le Document 3.f présente une situation d'évaluation proposée aux élèves au cours de la classe de première et faisant appel à un dosage avec suivi conductimétrique.

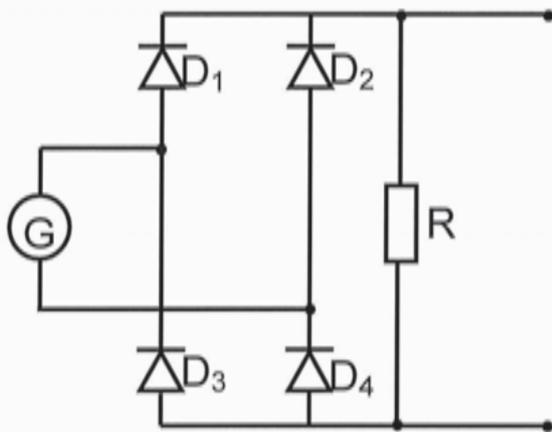
- D.1.1 Compléter les parties grisées de la grille d'évaluation n°1 de l'Annexe 6 (à rendre avec la copie) en précisant les capacités et connaissances évaluées et en vous référant au Document 2.c.
- D.1.2 Compléter le tableau d'évaluation n°1 de l'Annexe 6 en indiquant les questions correspondant aux différentes compétences évaluées.
- D.1.3 Dans cette évaluation, un appel professeur indique que l'élève réalisera le prélèvement de la prise d'essai et le dosage devant lui. Lister les critères d'évaluation de cette observation dans le tableau donné dans l'Annexe 7.
- D.1.4 Donner une estimation du volume à l'équivalence dans le cas d'une eau dont la concentration massique en ion chlorure serait égale à 250 mg.L⁻¹.
- D.1.5 Un élève écrit sur son compte rendu qu'il a mesuré la conductance. Que pensez-vous de son affirmation ? Argumenter.
- D.1.6 Un conductimètre est un appareil alimenté en courant alternatif de fréquence variable (entre 50 et 40 000 Hz) et relié à une cellule conductimétrique. Expliquer les raisons de ce type d'alimentation électrique et préciser brièvement la constitution de la cellule conductimétrique. Un schéma pourra illustrer votre réponse.
- D.1.7 Chaque cellule est caractérisée par sa constante de cellule notée K_{cell} .

Est-il nécessaire d'estimer la valeur de la constante de cellule pour ce type de dosage ?

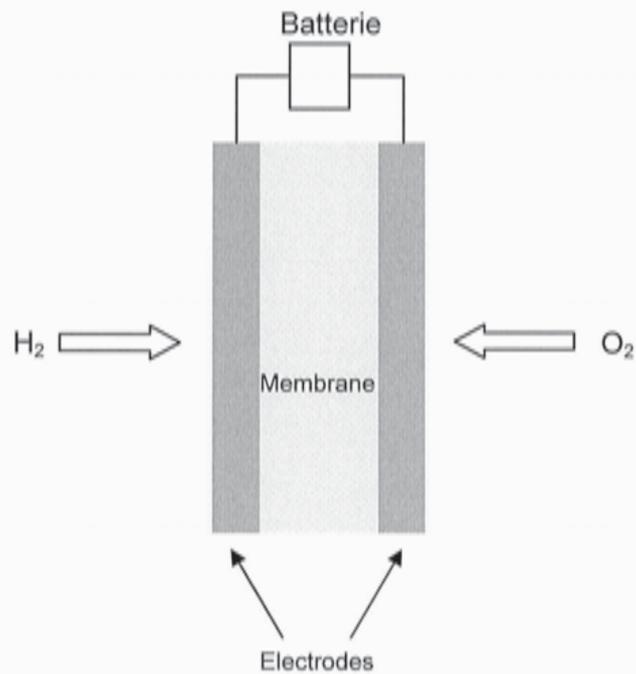
Interpréter les variations de conductivité observées avant et après l'équivalence. On écrira la relation permettant de calculer la conductivité du mélange et on analysera l'évolution de chaque terme au cours du dosage.

ANNEXES. Documents-réponses à rendre avec la copie

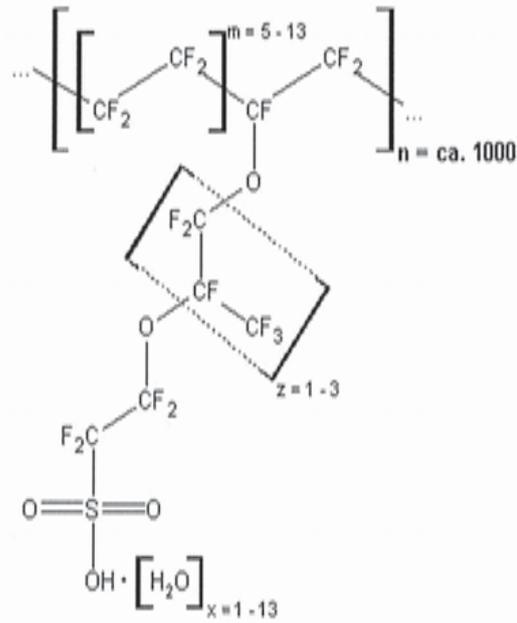
Annexe 1. Conversion alternatif/continu



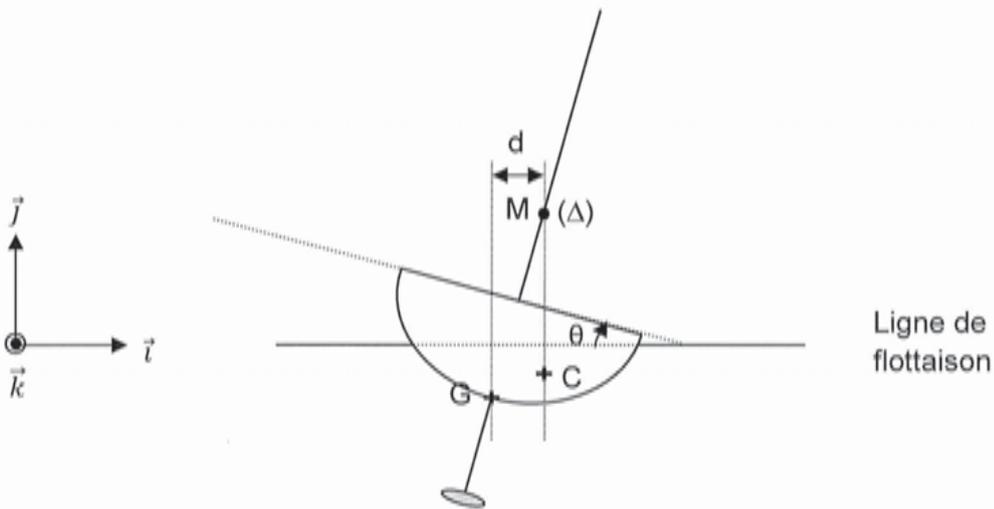
Annexe 2. Pile à combustible



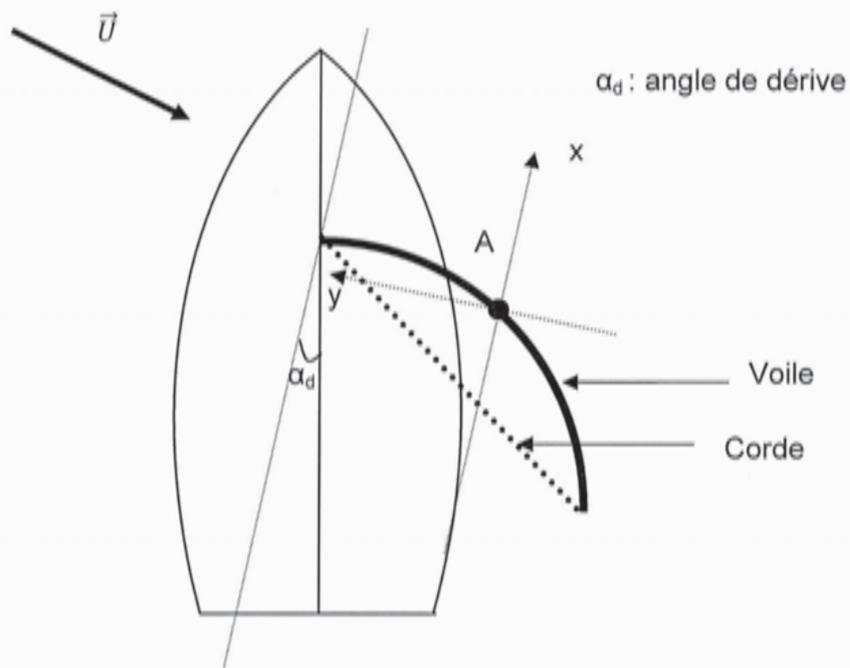
Annexe 3. Membrane Nafion®



Annexe 4. Voilier hors équilibre



Annexe 5. Vent relatif et force de propulsion (vue de dessus)



Annexe 6. grilles d'évaluation 1

ANNEXE 1

**GRILLE NATIONALE D'ÉVALUATION
EN MATHÉMATIQUES ET
EN SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES**

NOM et Prénom :

Diplôme préparé :

Séquence d'évaluation n°

Liste des capacités, connaissances et attitudes évaluées

Capacités	
Connaissances	
Attitudes	

Évaluation

Compétences	Capacités	Questions	Appréciation du niveau d'acquisition
S'approprier	Rechercher, extraire et organiser l'information.		
Analyser Raisonner	Émettre une conjecture, une hypothèse. Proposer une méthode de résolution, un protocole expérimental.		
Réaliser	Choisir une méthode de résolution, un protocole expérimental. Exécuter une méthode de résolution, expérimenter, simuler.		
Valider	Contrôler la vraisemblance d'une conjecture, d'une hypothèse. Critiquer un résultat, argumenter.		
Communiquer	Rendre compte d'une démarche, d'un résultat, à l'oral ou à l'écrit.		
			/ 10

Annexe 7. Grille d'évaluation 2

compétence	critères d'évaluation	manipulation de l'élève	
réaliser	<u>lors du pipetage :</u> <ul style="list-style-type: none"> • maniement du dispositif d'aspiration • pipette tenue droite et bécher incliné • lecture et respect du trait de jauge 	correcte	incorrecte