

CONCOURS GÉNÉRAL DES LYCÉES
SESSION 2018

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE

SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DE LABORATOIRE

Épreuve expérimentale

Durée : 4 heures
Calculatrice autorisée

FLOATGEN, PREMIÈRE ÉOLIENNE FLOTTANTE

Une présentation du projet Floatgen par IDEOL
<https://www.youtube.com/watch?v=L2vTeGpBo24>

Ce sujet comporte 20 pages, y compris celle-ci et l'annexe.

Le **compte-rendu** sera rédigé en autonomie tout au long de l'épreuve. Le candidat y consignera les manipulations effectuées (à l'aide de schémas annotés par exemple), les observations faites, les calculs nécessaires à l'exploitation des résultats ainsi que les réponses aux questions posées. Ce **compte-rendu** servira de support lors des **appels obligatoires** inscrits dans l'énoncé et permettra au candidat de conclure sur les manipulations effectuées.

Le candidat agit en autonomie et fait preuve d'initiative tout au long de l'épreuve. Il appelle le professeur évaluateur pour présenter ce qui est indiqué dans les différents appels, mais il peut néanmoins le solliciter à tout moment s'il en ressent le besoin.

Les différentes parties sont relativement indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre au choix du candidat. Toutefois il est conseillé de traiter les parties I. et II. à la suite.

Le professeur évaluateur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.



FLOATGEN, PREMIÈRE ÉOLIENNE FLOTTANTE

« À ce jour, aucune éolienne en mer, ni fixe, ni flottante, n'est installée en France. Le projet porté par Ideol, Centrale Nantes et Bouygues Travaux Publics et baptisé FLOATGEN, nom donné à une éolienne flottante de 2 MW, sera **la première éolienne en mer en France**.

Les travaux de construction de la fondation flottante ont eu lieu entre 2016 et 2017 à Saint Nazaire. Elle a été inaugurée le 13 octobre 2017 et sera prochainement remorquée sur le site d'essais en mer de Centrale Nantes, SEM-REV, pour effectuer tous les tests en conditions réelles.

L'innovation à tous les niveaux. Qu'il s'agisse du concept même de fondation flottante en forme d'anneau carré, du site d'essai en mer, du type de béton utilisé pour la construction ou encore du matériau qui équipera les lignes d'ancrage, l'innovation est au cœur de ce projet.

La plateforme d'essais en mer de Centrale Nantes SEM-REV sur laquelle sera installée l'éolienne est un outil de recherche de dimension internationale qui permet de mettre au point, en conditions réelles et à l'échelle 1, des pilotes ou prototypes de récupération de l'énergie en mer (vent, vagues). Les chercheurs et industriels disposent ainsi des moyens nécessaires aux essais de prototypes avant leur exploitation industrielle. »

Source : <https://www.ec-nantes.fr/projets-d-application/floatgen-premiere-eolienne-en-mer-en-france-211597.kjsp>

Problématique

Au cours de cette épreuve expérimentale, le candidat cherchera à comprendre certains dispositifs mis en œuvre pour assurer le fonctionnement et la durabilité d'une éolienne flottante.

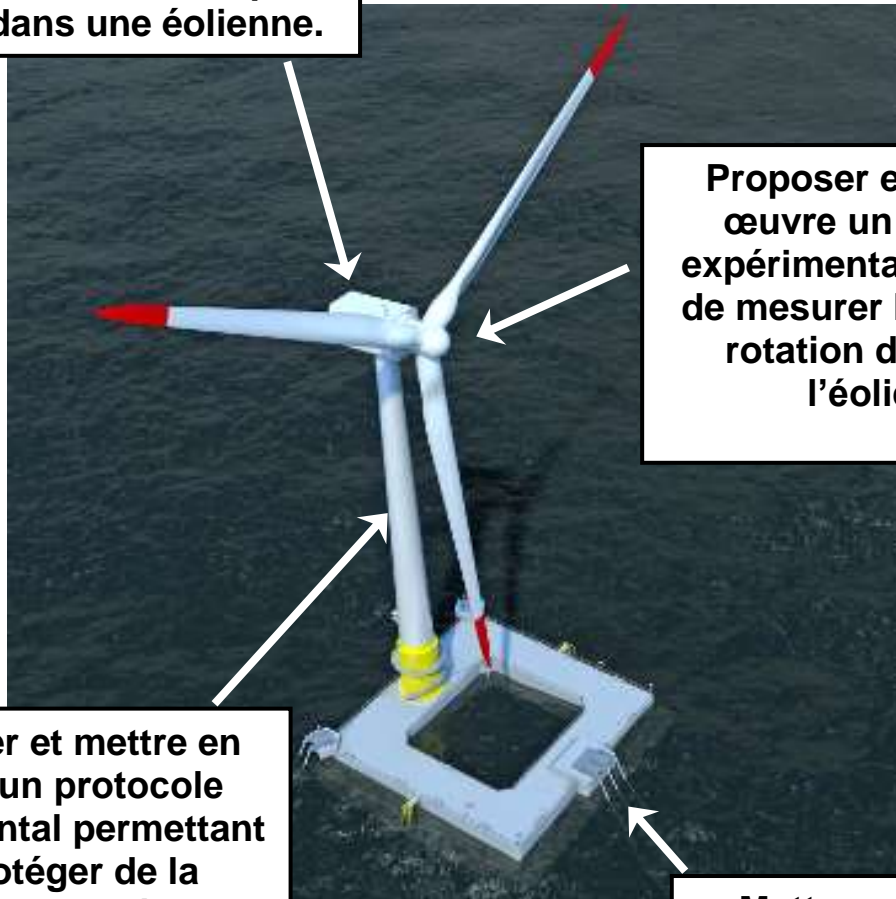
Pour ce faire, il devra :

Proposer et réaliser, à l'aide de pièces de Lego®, une maquette d'un multiplicateur mécanique, présent dans une éolienne.

Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental permettant de mesurer la vitesse de rotation du rotor de l'éolienne.

Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental permettant de protéger de la corrosion le mât de l'éolienne.

Mettre en œuvre un système permettant de transformer un signal alternatif sinusoïdal en un signal continu.



Documents 1 à 4 : présentation générale de l'éolienne

Les informations contenues dans ces documents pourront être utiles au candidat dans chacune des quatre parties de l'épreuve.

Document 1**FONDATION FLOTTANTE :**

Flotteur de 36 mètres de côté et de 9,5 mètres de haut (7,5 mètres de tirant d'eau) équipée du système Damping Pool® d'Ideol

**ÉOLIENNE :**

Modèle Vestas V80 de 2 MW
Diamètre de rotor : 80 mètres
Hauteur de mât incluant la pièce de transition : 60 mètres.

**PROFONDEUR ET DISTANCE À LA CÔTE :**

33 mètres de fond
12 miles nautiques du rivage (22 kilomètres)

**SYSTÈME D'ANCRAGE :**

Ancrage semi-tendu
6 lignes en fibre synthétique (nylon)

**SITE D'INSTALLATION :**

Installation sur le premier site d'essais français connecté au réseau multi-technologies de Centrale Nantes, le SEM-REV

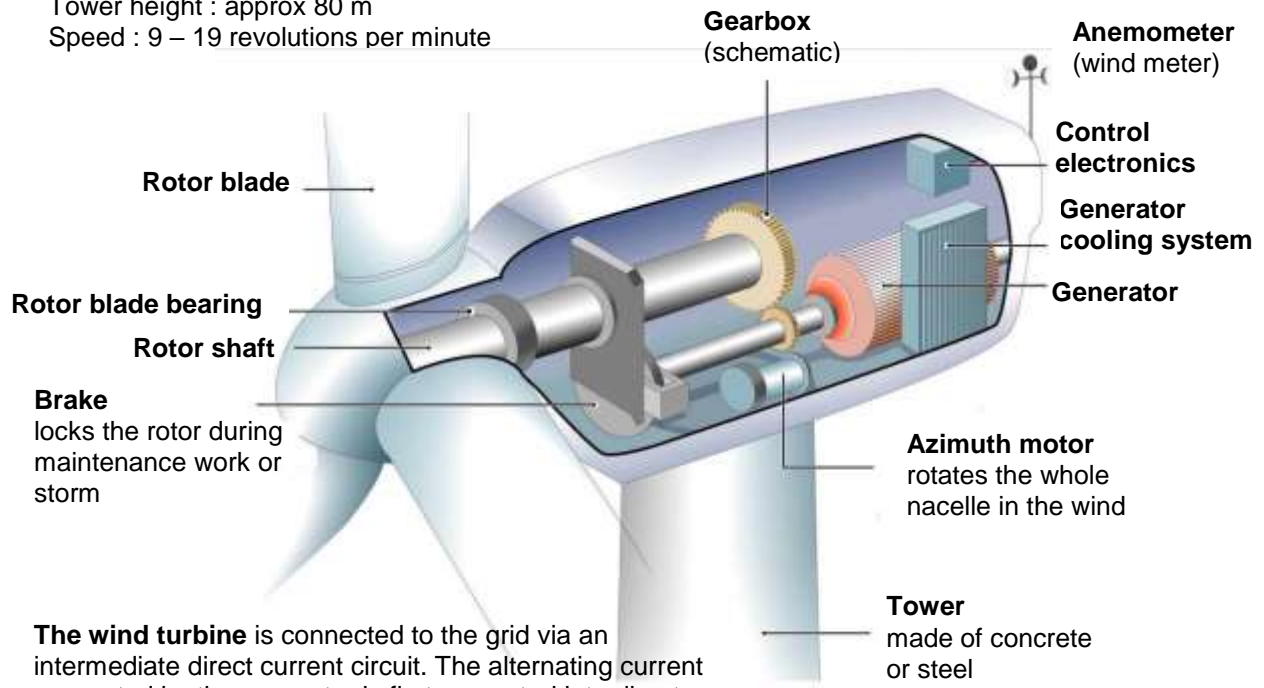
**CONDITIONS MÉTEOCÉANIQUES :**

Conditions particulièrement difficiles avec une hauteur maximale de vague, $H_{\max} = 16$ mètres

Document 2 : Une génératrice d'éolienne

Example of a system with gearbox

Output : 2.0 Megawatt
Rotor diameter : 80 m
Tower height : approx 80 m
Speed : 9 – 19 revolutions per minute



The wind turbine is connected to the grid via an intermediate direct current circuit. The alternating current generated by the generator is first converted into direct current and is then converted back into alternating current with the correct frequency and voltage. This enables variable-speed operation of the wind turbine and the mechanical stresses are minimised.

Gearbox : boîte de vitesse
the grid : ici, le réseau (électrique)

<https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/wie-funktioniert-eine-windkraftanlage3>

Document 3



Une section de mât



Une des trois pales de l'éolienne

L'éolienne Vestas 2 MW V80 qui équipe Floatgen a été déchargée sur le port de Saint-Nazaire en juin 2016. Quelques modifications mineures ont été réalisées avant son installation.

http://floatgen.eu/sites/default/files/pdf/dossier_de_presse_-_floatgen_-_last_one.pdf (pages 7 et 15)

Document 4 : La turbine VESTAS V80/2000**Données générales**

- Constructeur : Vestas (Danemark)
- Nom de l'aérogénérateur : V80/2000
- Puissance nominale : 2 000 kW
- Diamètre de rotor : 80 m
- Classe de vent : IEC Ia (DIBt III)
- Surface balayée : 5 027 m²
- Densité de puissance : 2,52 m²/kW
- Nombre de pales : 3
- Limitation de puissance : Pitch
- Mise en service : 2000

Masses

- Nacelle : 68 tonnes
- Tour : 122 - 198 tonnes
- Rotor + hub : 37 tonnes
- Total : 227 - 303 tonnes

Rotor

- Vitesse minimale de rotation : 9 tours/minute
- Vitesse maximale de rotation : 19 tours/minute
- Vent minimum : 3,5 m/s
- Vent nominal : 14,5 m/s
- Vent maximal : 25 m/s
- Fabricant : Vestas

Boîte de vitesse

- Boîte de vitesse : oui
- Nombre de rapports : 3
- Rapport maximal : 100,5

Générateur

- Type : asynchrone
- Vitesse maximale de rotation : 1910 tours/minute
- Tension de sortie : 690 V

https://www.thewindpower.net/turbine_fr_30_vestas_v80-2000.php

Q. 1. Proposer quelques avantages de l'éolienne offshore flottante par rapport à une éolienne fixe implantée sur un fond marin.

I. CONCEVOIR LA MAQUETTE D'UN MULTIPLICATEUR MÉCANIQUE

Pièces de Lego :



✎ À l'aide des pièces de Lego mises à disposition, élaborer une maquette permettant de simuler un multiplicateur. Il doit permettre d'obtenir une fréquence de rotation de la génératrice trois fois plus grande que celle des pales de l'hélice.

Q. 2. Effectuer les mesures nécessaires.

Appel n°1

Présenter la maquette et montrer que son fonctionnement illustre bien ce qui est demandé.

Q. 3. D'après le document 4, quel est le rapport maximal du multiplicateur de la turbine utilisée pour le projet *Floatgen* ? Quel(s) changement(s) faudrait-il effectuer sur la maquette précédente pour obtenir à peu près ce rapport ?

II. MESURER LA VITESSE DE ROTATION DES PALES DE L'ÉOLIENNE

- Q. 4.** Indiquer une raison pour laquelle il est nécessaire de connaître la vitesse de rotation des pales de l'éolienne.

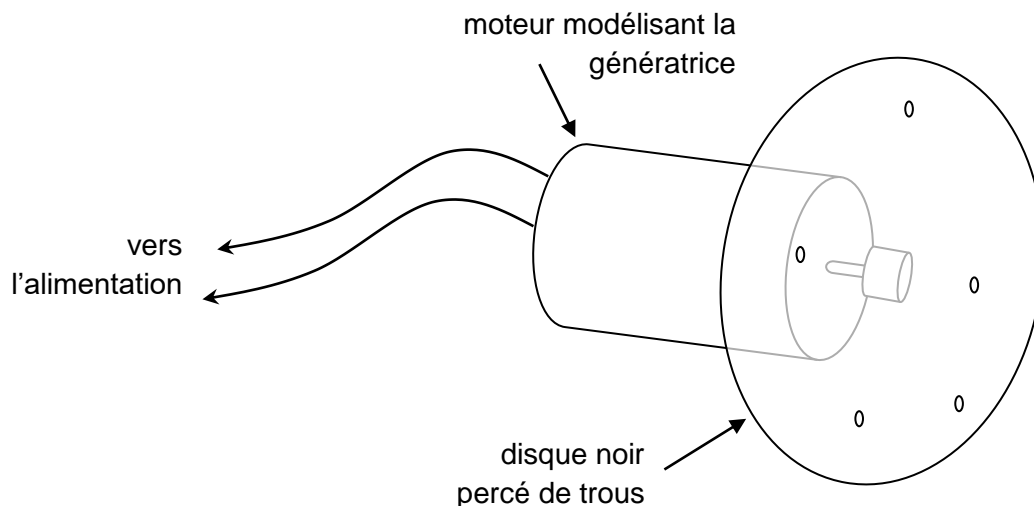
Le montage présenté ci-dessous (document II.1.) modélise la génératrice.

On considèrera qu'entre le rotor relié aux pales et cette génératrice modélisée, un multiplicateur d'un rapport 10 est installé.

Le disque noir, percé de trous, fixé à l'arbre de la génératrice représente un des éléments du dispositif permettant de mesurer la vitesse de rotation de la génératrice. Ne pas essayer de le retirer.

Dans les éoliennes, la mesure de la fréquence de rotation du rotor est réalisée par des systèmes ne créant pas de contact avec les pièces en mouvement. On minimise ainsi l'usure des pièces et la maintenance, couteuse dans le cas de l'éolien offshore.

Document II.1. : montage modélisant la génératrice d'une éolienne



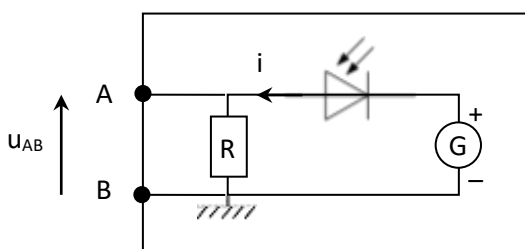
Problème à résoudre :
La vitesse de rotation du rotor dépasse-t-elle 19 tours/min ?

On dispose d'un laser, d'un détecteur de lumière alimenté par un générateur de tension variable qui permet également la rotation de la génératrice, d'une carte d'acquisition SYSAM SP5 reliée à un ordinateur et de différents supports.

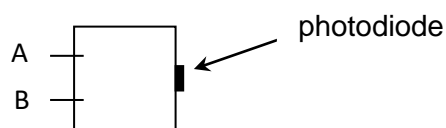
Une notice d'utilisation du logiciel Latis-Pro permettant d'utiliser la carte d'acquisition est disponible.

Document II.2. : Le détecteur de lumière

Le détecteur de lumière est constitué du montage schématisé ci-dessous et monté dans un boîtier blanc. Il est déjà relié à un générateur par des fils qu'il ne faut pas retirer.



On pourra représenter ce détecteur de lumière par le schéma simplifié suivant :



Lorsque la photodiode schématisée par est éclairée, elle laisse passer le courant (courant inverse dans ce cas). Ainsi la tension u_{AB} entre les bornes de la résistance est non nulle.

Lorsque la photodiode n'est pas éclairée, elle se comporte comme un interrupteur ouvert.

Document II.3. : Évaluation d'incertitudes

Lorsqu'une grandeur X est déterminée à partir de deux grandeurs A et B, l'incertitude composée U(X) sur X dépend des incertitudes U(A) et U(B) sur A et B et de la relation liant X, A et B.

Lorsque $X = A \times B$, l'incertitude relative est $\frac{U(X)}{X} = \sqrt{\left(\frac{U(A)}{A}\right)^2 + \left(\frac{U(B)}{B}\right)^2}$.

Lorsque $X = \lambda \times A$, l'incertitude relative est $U(X) = |\lambda| \times U(A)$.

Q. 5. Pourquoi un système de mesure optique serait-il adapté aux éoliennes ?

- Q. 6.** Proposer un protocole, illustré par un schéma, permettant de mesurer la fréquence de rotation du moteur.

Appel n°2**Présenter le protocole.**

Réaliser le montage, en réglant le générateur de tension sur 10 V. Le potentiomètre de réglage de l'intensité doit être réglé au maximum. Ne pas y toucher par la suite.

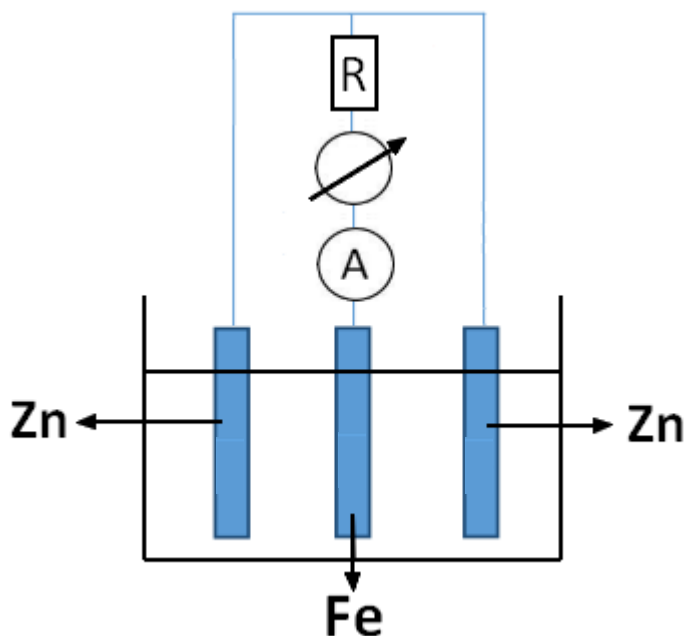
Appel n°3**Présenter le montage réalisé.**

- Q. 7.** Mesurer le plus précisément possible la fréquence de rotation du moteur. Déterminer l'incertitude sur la mesure de la fréquence.
- Q. 8.** Répondre au problème posé : La vitesse de rotation du rotor, relié aux pales, dépasse-t-elle 19 tours/min ?
- Q. 9.** Quelles analogies et quelles différences peut-on relever entre le modèle étudié et l'éolienne du projet Floatgen ?

III. PROTÉGER PAR ÉLECTROZINCAGE LE MÂT DE L'ÉOLIENNE DE LA CORROSION

Le matériau constituant le mât de l'éolienne est en acier (alliage composé essentiellement de fer). Afin de protéger le fer contre la corrosion, il existe plusieurs procédés industriels notamment l'électrozincage. L'électrozincage est un dépôt de zinc par électrolyse sur une pièce : c'est une méthode extrêmement fiable et précise, elle permet le dépôt de zinc sur une épaisseur d'une dizaine de micromètres sur une pièce en fer.

Document III.1. : schéma du montage d'électrozincage



Remarque : la résistance utilisée sera un rhéostat (photo ci-dessous). Utiliser les bornes noire et rouge.



Document III.2. : Données

- Masse molaire du zinc : $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}$
- Masse volumique du zinc : $\rho(\text{Zn}) = 7,13 \text{ g.cm}^{-3} = 7,13 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
- Faraday (valeur absolue de la quantité d'électricité d'une mole d'électrons) :
 $1 \text{ F} = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$
- Quantité d'électricité mise en jeu lors d'une électrolyse : $Q = I \times \Delta t = n(e^-) \times F$
où $n(e^-)$ est la quantité d'électrons échangée en mol, I l'intensité en A et Δt la durée en s.
- Surface extérieure S d'un cylindre de hauteur H et de diamètre D : $S = \pi \times D \times H$
- Potentiels standards des couples redox à 298 K :
 $\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}_{(s)} : E^\circ_1 = -0,76 \text{ V}$
 $\text{O}_{2(g)} / \text{H}_2\text{O}_{(l)} : E^\circ_2 = 1,23 \text{ V}$
 $\text{H}_2\text{O}_{(l)} / \text{H}_{2(g)} : E^\circ_3 = 0,00 \text{ V}$

1. Élaboration du montage d'électrozincage d'une plaque de fer

On dispose d'une lame de fer (repérée « **m1** ») et de deux lames de zinc (repérées « **m2** » et « **m3** ») ainsi que d'une solution aqueuse de sulfate de zinc acidifiée ($Zn^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)}$), d'un générateur, d'un ampèremètre, d'un rhéostat (préréglé en position 10 Ω) et de fils de connexion.

- Q. 10.** Écrire la demi-équation d'oxydo-réduction qui doit avoir lieu sur la lame en fer pour la protéger de la corrosion.
S'agit-il d'une oxydation ou d'une réduction ?
La lame de fer constitue-t-elle l'anode ou la cathode dans ce montage ?
- Q. 11.** Écrire la demi-équation d'oxydo-réduction qui a lieu au niveau des lames de zinc.
S'agit-il d'une oxydation ou d'une réduction ?
Les lames de zinc constituent-elles l'anode ou la cathode dans ce montage ?
- Q. 12.** Sur le schéma du document en annexe, indiquer le sens de déplacement des électrons et du courant électrique d'intensité I , ainsi que la polarité (bornes + et -) du générateur.

Appel n°4**Faire valider le schéma du montage.**

 Réaliser le montage.

2. Réalisation et exploitation du montage d'électrozincage d'une plaque de fer**Mode opératoire :**

- La solution de sulfate de zinc acidifié est prête dans la cuve de l'électrolyseur.
- Peser sur la balance électronique la lame en fer (m_1) et les lames en zinc (m_2 et m_3).
- Réaliser le montage, générateur éteint. Utiliser la borne 10 A de l'ampèremètre.
- Déclencher le chronomètre et allumer le générateur. Régler rapidement la tension pour que l'intensité du courant débité soit d'environ $I = 0,5$ A (Noter la valeur précise sur le compte-rendu).
- Au bout d'une durée $\Delta t = 12,0$ minutes, arrêter le générateur, sortir les trois plaques, les essuyer délicatement, les sécher au sèche-cheveux puis les peser. On notera ces nouvelles masses m'_1 , m'_2 et m'_3 .

- Q. 13.** Calculer les variations de masse expérimentale :
- des plaques de zinc, noté $\Delta m_{2\text{exp}}$ et $\Delta m_{3\text{exp}}$
 - de la plaque en fer, noté $\Delta m_{1\text{exp}}$.

Les variations de masse théorique des lames de zinc et de la lame en fer sont données par la

relation : $|\Delta m_{2 \text{ théo}} + \Delta m_{3 \text{ théo}}| = |\Delta m_{1 \text{ théo}}| = \frac{I \times \Delta t \times M(\text{Zn})}{2 \times F}$.

Q. 14. Calculer les écarts relatifs entre les variations de masses théoriques et expérimentales.

Q. 15. Proposer une ou plusieurs hypothèses pour expliquer ces différences.

3. Évaluation de la masse de zinc à déposer sur le mât de l'éolienne pour le protéger de la rouille par électrozincage

Q. 16. À partir du document ci-dessous et du document 1 page 4, proposer une méthode permettant d'évaluer le diamètre moyen D_{moy} du mât de l'éolienne FLOATGEN.



Photographie de l'éolienne FLOATGEN à quai dans le port de Saint-Nazaire

Appel n°5

Faire valider la méthode et la valeur trouvée.

Q. 17. Si une épaisseur $e = 10 \mu\text{m}$ de zinc a été déposé par électrozincage sur la face externe du mât de l'éolienne, évaluer la masse m de zinc présente sous la peinture.

IV. TRANSFORMER LE SIGNAL ALTERNATIF EN SIGNAL CONTINU

La fréquence du courant alternatif fourni par la génératrice de l'éolienne ne correspond pas à la fréquence du réseau (50 Hz). Par ailleurs, ce courant doit être transporté dans des lignes sous-marines. Pour ces deux raisons, il est nécessaire de **transformer le signal alternatif en signal continu**.

Document IV.1. : La revanche du courant continu

par Manuel Moragues [L'Usine de l'Energie](#) , [Equipements électriques](#) , [Technos et Innovations](#)
Publié le 15/06/2017 dans **L'USINENOUVELLE**

Alors que le courant alternatif est la norme quasi universelle, le courant continu s'impose, porté par la convergence de l'efficacité énergétique et du numérique.

La guerre des courants est de retour. La combinaison des transitions énergétique et numérique et des progrès de l'électronique de puissance nous ramènent paradoxalement aux premiers pas de la fée électricité. Quand le courant qui alimentait les premiers lampadaires électriques de New York à la fin du XIXe siècle ne changeait pas de sens 50 fois par seconde comme aujourd'hui, mais coulait toujours dans la même direction. Ce courant dit continu (CC ou DC, pour « direct current »), dont Thomas Edison était le maître industriel, fut vite détrôné par le courant alternatif (CA ou AC, pour « alternative current ») de Nikola Tesla au terme d'une homérique bataille industrielle. [...]

Fin de l'histoire ? Bien au contraire ! Les infrastructures en courant continu fleurissent aujourd'hui un peu partout dans le monde. Ce retour en force a été permis par les progrès de l'électronique de puissance dans les années 1990, avec notamment l'essor des transistors IGBT. Comme les diodes et les thyristors, les IGBT jouent le rôle de valves électroniques. En les actionnant à haute fréquence, on peut découper et reconstruire le courant pour le convertir d'une forme à une autre. De l'alternatif au continu et vice-versa, mais aussi d'un niveau de tension à un autre pour du continu. [...]

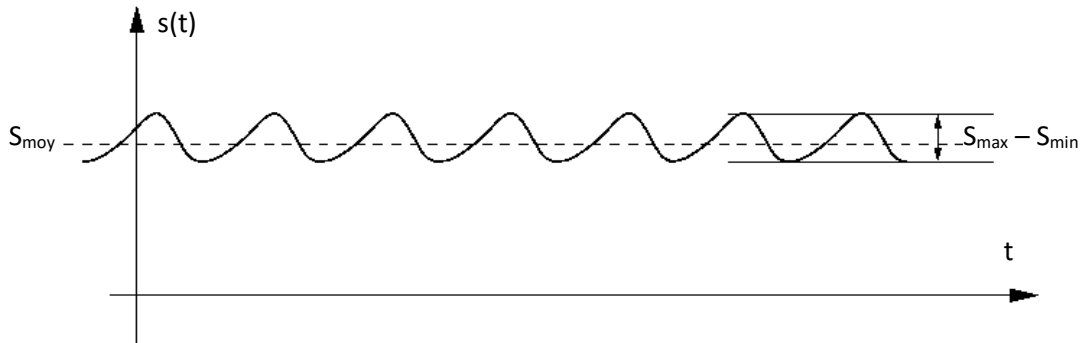
De nombreux projets réalisés et en cours

En Europe, ce sont l'essor de l'éolien offshore et le besoin d'interconnexion des réseaux qui ont poussé les opérateurs vers le continu. Car pour transporter l'électricité sous terre ou sous l'eau sur plus de 60 à 80 km, là encore, les pertes liées à l'alternatif sont excessives et le continu s'impose. [...] Les liaisons de courant continu à des centaines de milliers de volts sillonnent l'Europe. S'y ajoutent les raccordements des nombreuses fermes éoliennes offshore, à la grande joie des champions du courant continu à haute tension (HVDC) ABB, Siemens et General Electric (ex-Alstom), qui multiplient les contrats à plus de 1 milliard d'euros.

Document IV.2. : Taux d'ondulation

Le terme signal (courant ou tension) continu, peut en réalité avoir différentes significations :

- un signal parfaitement continu, c'est à dire constant;
- plus globalement une grandeur qui présente une composante continue (ou valeur moyenne) significative, même si ce signal n'est pas constant.



Pour un tel signal, lorsqu'il est périodique, on peut écrire : $s(t) = S_{moy} + s_a(t)$, où S_{moy} représente la valeur moyenne de $s(t)$ et $s_a(t)$ son ondulation autour de cette valeur moyenne.

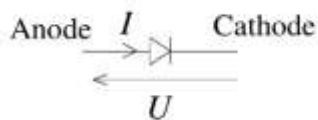
On définit le taux d'ondulation d'un tel signal par $\tau = \frac{S_{max} - S_{min}}{S_{moy}}$.

Plus ce taux est faible, plus le signal est proche d'un signal parfaitement continu.

Document IV.3. : La diode

Le composant essentiel du redressement non commandé est la diode, représentée par le symbole ci-dessous à gauche. C'est un dipôle non symétrique.

Sur le composant réel (photo ci-dessus à droite), la cathode est repérée par un anneau gris.

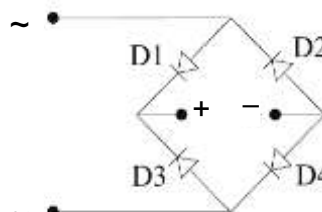


Les diodes peuvent être utilisées pour redresser un signal alternatif, c'est-à-dire éliminer la partie négative d'un signal (redressement monoalternance) ou changer le signe de la partie négative en conservant celui de la partie positive (redressement double alternance).

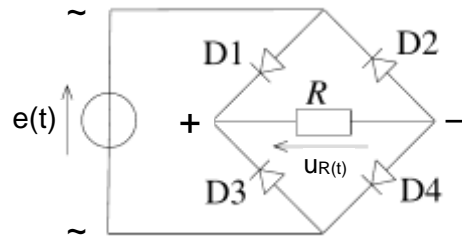
Redressement double alternance

Il consiste à prendre la valeur absolue du signal et non seulement sa partie positive.

Pour cela on utilise quatre diodes disposées en pont (appelé pont de Graetz), via un composant intégré à quatre bornes (cf. photo ci-dessous), 2 bornes d'entrée repérées par le signe ~ , symbolisant le courant alternatif, et deux bornes de sorties + et -.



On branche ensuite entre les bornes + et – une résistance R aux bornes desquelles on dispose de la tension redressée.



Document IV.4. : Filtrage passe-bas

Le rôle d'un filtre RC passe-bas est d'éliminer les composantes alternatives du signal placé en entrée $u_e(t)$.

Pour cela sa fréquence de coupure $f_o = \frac{1}{2\pi RC}$ doit être très inférieure à la fréquence des composantes alternatives du signal.

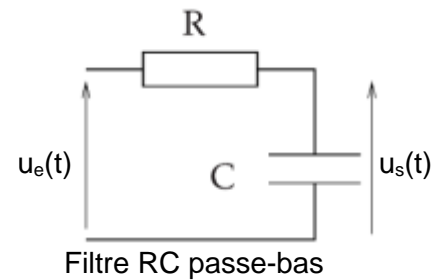
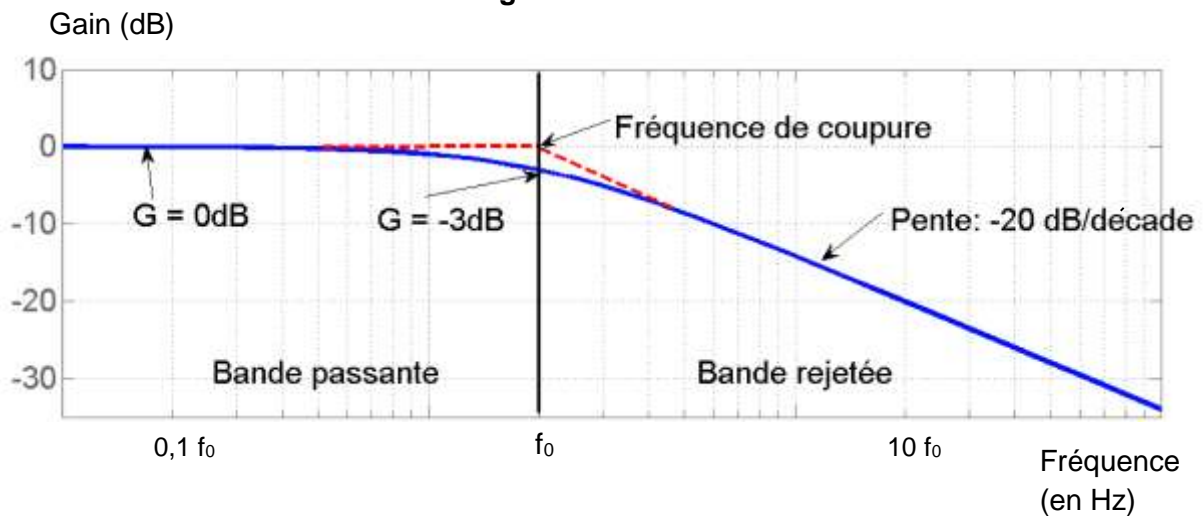


Diagramme de Bode



Le gain (en dB) est $G = 20 \times \log(U_s/U_e)$ où U_s/U_e est le quotient de l'amplitude de la tension de sortie $u_s(t)$ et de l'amplitude de la tension d'entrée $u_e(t)$.

Pour éliminer une composante du signal, il faut que sa fréquence se situe dans la bande rejetée par le filtre.

Document IV.5. : Que mesure un voltmètre numérique ?

Le voltmètre numérique disponible sera le suivant : Amprobe 38XR-A.



On considère ici une tension $u(t)$, variable dans le temps, mesurée par un voltmètre numérique.

En mode DC continu, le voltmètre indique une valeur moyenne de la tension $u(t)$ mesurée.

En mode AC alternatif, le voltmètre indique la valeur efficace de la tension $u(t)$, soit pour un signal

alternatif sinusoïdal $U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$

Manipulation

On dispose d'un Générateur Basse Fréquence (GBF), d'une diode, d'une résistance de $1\text{ k}\Omega$, d'un voltmètre, d'une carte d'acquisition SYSAM-SP5. Une notice d'utilisation du logiciel Latis-Pro permettant d'utiliser la carte d'acquisition est disponible.

✎ Régler le Générateur Basse Fréquence (GBF) afin qu'il délivre un signal sinusoïdal à la fréquence de 500 Hz environ et avec une amplitude de 8 V environ.

Q. 18. Mesurer l'amplitude et déterminer la fréquence de la tension $e(t)$.


Le document IV.3. présente les caractéristiques d'une diode. La diode sera montée en série avec la résistance R afin de limiter le courant qui la traverse.

Q. 19. Proposer un montage électrique permettant de ne garder que la partie positive du signal sinusoïdal.

Ce montage devra permettre de visualiser simultanément le signal $e(t)$ délivré par le G.B.F. et la tension $u_R(t)$ aux bornes de la résistance R , image du courant $i(t)$ traversant la diode.

Appel n°6

Présenter le schéma du montage.

 Réaliser le montage.

Appel n°7	Présenter le montage réalisé.
------------------	--------------------------------------

- Q. 20.** Imprimer les courbes $e(t)$ et $u_R(t)$ et les joindre au compte-rendu. Ce montage est appelé redressement mono alternance, justifier cette appellation.
- Q. 21.** Mesurer la valeur moyenne de $u_R(t)$ à l'aide d'un multimètre.
- Q. 22.** Visualiser le spectre en fréquence de la tension $u_R(t)$. (voir notice Latis-Pro)
Représenter qualitativement ce spectre sur le compte-rendu.
Identifier la composante continue, la fréquence fondamentale et les harmoniques.

Le signal obtenu $u_R(t)$ reste positif, sa valeur moyenne est non nulle. On veut maintenant le rendre plus proche d'un signal constant.

Les composantes sinusoïdales peuvent être éliminées à l'aide d'un filtre passe-bas RC aux bornes de la résistance $R = 1\text{k}\Omega$ du montage précédent. Les caractéristiques du filtre sont rappelées dans le document IV.4.

- Q. 23.** Le filtre passe-bas sera réalisé avec une résistance $R' = 10\text{ k}\Omega$ et un condensateur de capacité C . Schématiser ce montage.

Appel n°8	Présenter le schéma du montage.
------------------	--

 Réaliser le montage en choisissant pour commencer le condensateur de capacité $C = 47\text{ nF}$.

Appel n°9	Présenter le montage réalisé.
------------------	--------------------------------------

- Q. 24.** Visualiser la tension de sortie du filtre. Mesurer sa valeur moyenne et calculer son taux d'ondulation.


Appel n°10	Présenter les mesures et calculs effectués.
-------------------	--

- Q. 25.** Refaire le même travail pour les autres capacités disponibles : 47 nF, 470 nF et 4,7 μF .
- Q. 26.** Conclure quant à la valeur de C à retenir.
- Q. 27.** Utiliser le doc IV.4 . pour justifier théoriquement cette valeur.


Le taux d'ondulation peut être réduit en utilisant un montage de redressement double alternance présenté dans le document IV.3.

- Q. 28.** Le pont de diode sera branché sur une résistance $R = 1 \text{ k}\Omega$. Schématiser et mettre en œuvre un montage de redressement double alternance.

Appel n°11**Présenter le schéma du montage et sa réalisation.**

-  Pour mesurer la tension $u_R(t)$, activer le mode différentiel de la carte d'acquisition : relier la borne EA1 à la borne + du pont de diode et la borne EA5 à la borne – du pont de diode. On obtient alors la tension $u_R(t) = EA1 - EA5$.
- Q. 29.** Visualiser les tensions $e(t)$ et $u_R(t)$ puis les imprimer et les joindre au compte-rendu.
- Q. 30.** Visualiser le spectre en fréquence de la tension $u_R(t)$.
Représenter qualitativement ce spectre sur le compte-rendu.
Comparer avec le spectre précédent.
- Q. 31.** Mesurer la valeur moyenne de la tension aux bornes de la résistance R . Comparer au résultat obtenu avec le montage mono alternance.

De même que précédemment, cette tension redressée est maintenant filtrée par un filtre passe-bas de manière à ne retenir que la valeur moyenne du signal.

-  Mettre en œuvre le filtrage de la tension $u_R(t)$ redressée et visualiser les tensions $e(t)$ et la tension de sortie du filtre.

Appel n°12**Présenter le montage et les courbes.**

- Q. 32.** Conclure quant à l'intérêt de ce dernier montage en s'appuyant sur des mesures pertinentes que vous effectuerez.

NOM, Prénom :	Poste :
---------------	---------

ANNEXE

