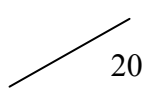


Académie :	Session :	Modèle E.N.
Examen :	Série :	
Spécialité/option :	Repère de l'épreuve :	
Epreuve/sous épreuve :		
NOM		
(en majuscule, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)		
Prénoms :	n° du candidat	<input type="text"/>
Né(e) le	(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou liste d'appel)	

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

Note :	
--------	---

Appréciation du correcteur (uniquement s'il s'agit d'un examen).

## MATHÉMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES (2 heures)

### BEP

**ACCOMPAGNEMENT, SOINS ET SERVICES À LA PERSONNE**

**AGENCEMENT**

**AMÉNAGEMENT FINITION**

**ASSISTANT PERRUQUIER POSTICHEUR**

**AUXILIAIRE EN PROTHÈSE DENTAIRE**

**BOIS** : options scierie/fabrication bois et matériaux associés/construction bois/menuiserie-agencement

**CONDUITE DE PROCÉDÉS INDUSTRIELS ET TRANSFORMATIONS**

**ÉTUDES DU BÂTIMENT**

**FACTEUR D'ORGUES**

**FROID ET CONDITIONNEMENT DE L'AIR**

**GESTION DES POLLUTIONS ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT**

**HYGIÈNE ET PROPRETE**

**INDUSTRIES GRAPHIQUES** : option façonnage de produits imprimés

**INSTALLATION DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES**

**MAINTENANCE DES PRODUITS ET ÉQUIPEMENTS INDUSTRIELS**

**MAINTENANCE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES**

**MENUISERIE ALUMINIUM VERRE**

**MÉTIERS D'ART** : marchandisage visuel/tapissier d'ameublement/verre (métiers de l'enseigne et de la signalétique – verrerie scientifique et technique)/élaboration de projets de communication visuelle

**MÉTIERS DE LA MODE** : vêtement

**MÉTIERS DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES ENVIRONNEMENTS CONNECTÉS**

**MÉTIERS DU CUIR** : options chaussures/marochinerie/sellerie générale

**MÉTIERS DU PRESSING ET DE LA BLANCHISSERIE**

**MÉTIERS ET ARTS DE LA PIERRE**

**MODELEUR MAQUETTISTE**

**OPÉRATEUR EN APPAREILLAGE ORTHOPÉDIQUE**

**OPTIQUE LUNETTERIE**

**PHOTOGRAPHIE**

**PLASTIQUES ET COMPOSITES**

**PROCÉDÉS DE LA CHIMIE, DE L'EAU ET DES PAPIERS-CARTONS**

**PRODUCTION MÉCANIQUE**

**RÉALISATION DE PRODUITS IMPRIMÉS ET PLURIMÉDIAS** : options productions graphiques/productions imprimées

**RÉALISATION D'OUVRAGE DE MÉTALLERIE DU BÂTIMENT**

**RÉALISATIONS DU GROS ŒUVRE**

**REPRÉSENTATION INFORMATISÉE DE PRODUITS INDUSTRIELS**

**SYSTÈMES NUMÉRIQUES**

**TOPOGRAPHIE**

**TRAVAUX PUBLICS**

*Ce sujet comporte 12 pages dont une page de garde. Le candidat rédige ses réponses sur le sujet.*

Barème :

Tous les exercices sont indépendants et peuvent être traités dans un ordre différent.

- Mathématiques : 10 points
- Sciences physiques : 10 points

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

*L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.*

BEP			
SESSION 2018	SUJET	P1806-BEP MSPC	
EG2 : Mathématiques – Sciences Physiques	Durée : 2 h 00	Coefficient : 4	Page 1 sur 12

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

## MATHÉMATIQUES (10 points)

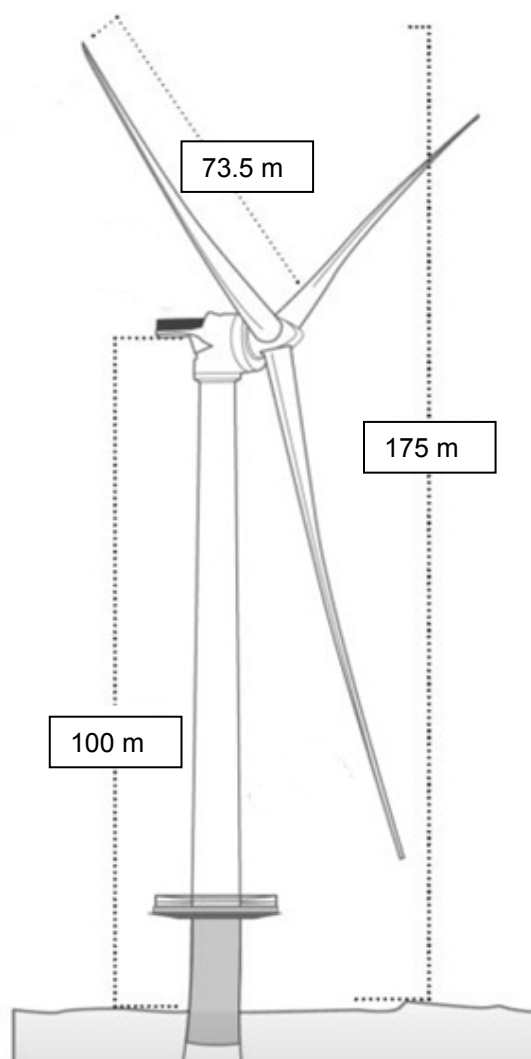
### Projet éolien en pleine mer au large du Calvados

Ce projet se compose de 80 éoliennes en mer d'une capacité maximale unitaire de 6 mégawatts (MW) pour une puissance totale d'environ 500 MW.

La société « **Ailes et Marines** » a répondu à l'appel d'offres pour l'éolien en pleine mer (offshore) pour le site de Saint-Brieuc.

La production envisagée permettrait de couvrir l'équivalent de la consommation domestique en électricité de près de 630 000 personnes, soit plus de 90 % des habitants du Calvados.

Ce site sera mis en service en 2021.



*Données, photos et cartes issues du site internet : <http://www.parc-eolien-en-mer-du-calvados.fr/>*

<b>BEP</b>			
SESSION 2018	SUJET	P1806-BEP MSPC	
EG2 : Mathématiques – Sciences Physiques	Durée : 2 h 00	Coefficient : 4	Page 2 sur 12

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE**

**EXERCICE 1 : Choisir un site d'implantation pour l'éolienne**

**(4,5 points)**

La ville de Saint-Brieuc hésite entre deux sites d'implantation pour les éoliennes :

- soit sur un site en pleine mer,
- soit sur un site terrestre.

Un anémomètre a été positionné sur le site en pleine mer pour mesurer la vitesse des vents (en m/s) toutes les minutes. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Temps (en min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vitesse des vents (en m/s)	1,5	2,5	4,5	6	5	6	5,5	4,5	5	6

Les éoliennes fonctionnent lorsque la vitesse moyenne des vents est supérieure à 3 m/s et s'arrêtent dès que cette vitesse moyenne dépasse 25 m/s.

**Problématique : Quel type d'implantation sera le plus rentable pour la ville de Saint-Brieuc ?**

1.1. Pour quelles valeurs de la vitesse moyenne (en m/s) les éoliennes sont-elles en fonctionnement ?

.....  
.....  
.....

1.2. Décrire une démarche permettant de calculer la vitesse moyenne (en m/s) des vents relevés par l'anémomètre à l'aide des fonctions statistiques de la calculatrice ou du tableur.

.....  
.....  
.....

1.3. En admettant que la vitesse moyenne est de 4,7 m/s, les éoliennes fonctionneront-elles sur ce site ? Justifier.

.....  
.....

## NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

Pour préciser le choix du site, un ingénieur analyse les mesures journalières de la vitesse du vent (en m/s).

Ces mesures ont été réalisées et prolongées sur le site terrestre et le site en pleine mer à l'aide de l'anémomètre précédent pendant un an.

Les résultats ont été saisis sur un tableur et des indicateurs statistiques ont été calculés pour chacun des deux sites.

On s'intéresse à la dispersion des vitesses sur les deux sites. L'étendue sur le site terrestre est de 34,8 m/s.

	A	B	C
1		vitesse des vents mesurés (m/s)	
2			
3		site terrestre	site pleine mer
4	Min	0,8	3,5
5	Q1	2,7	8
6	Q3	15	19
7	Max	35,6	38,1
8	moyenne	6,3	10,5
9			

1.4. Calculer l'étendue de la vitesse des vents correspondant au site pleine mer.

.....

1.5. Peut-on dire que la dispersion des vitesses sur les deux sites est proche ? Expliquer.

.....

.....

L'ingénieur affirme que sur l'un des deux sites, les éoliennes seraient en arrêt au moins 25 % du temps pour cause de vent insuffisant (vitesse inférieure à 3 m/s).

1.6. Quel indicateur statistique permet de vérifier cette affirmation ? Cocher la bonne réponse :

$Q_1$

$Q_3$

Moyenne

1.7. Indiquer le site concerné par l'affirmation de l'ingénieur, en justifiant votre choix.

.....

.....

1.8. À l'aide des indicateurs statistiques de votre choix, répondre à la problématique : quel type d'implantation sera le plus rentable pour la ville de Saint-Brieuc ?

.....

.....

.....

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE**

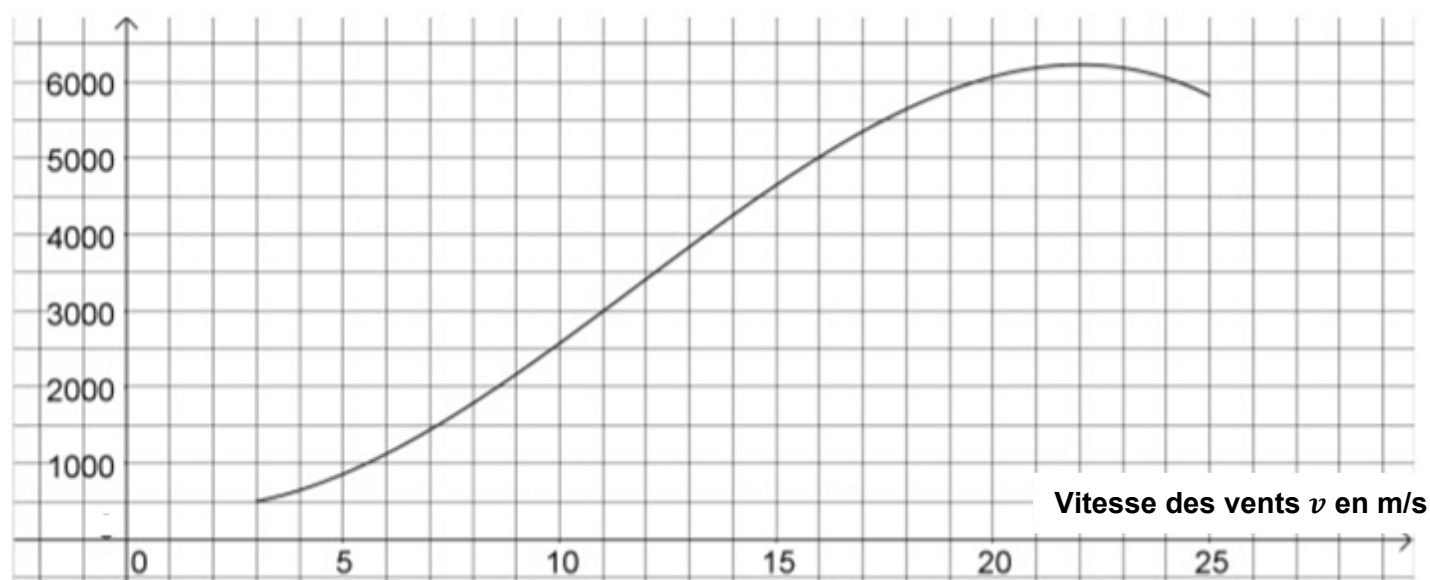
**EXERCICE 2 : Puissance fournie par l'éolienne**

**(3 points)**

L'ingénieur a mesuré la puissance  $P$  (en kilowatt) produite par une éolienne.

Le graphique ci-dessous représente la puissance mesurée fournie par une éolienne en fonction de la vitesse des vents.

**Puissance  $P$  (en kW)**



**Il est dit généralement d'une éolienne qu'elle fournit une puissance de 6 MW.**

**Problématique :** Dans quelle mesure cette affirmation est-elle exacte ?

**2.1** Compléter le tableau de valeurs ci-dessous en utilisant la représentation graphique ci-dessus :

$v$ en m/s	3	5	10	15	20	22	25
$P(v)$ en kW	.....	860	.....	4600	.....	.....	5800

**2.2** La puissance produite  $P$  est-elle proportionnelle à la vitesse des vents ? Justifier votre réponse.

.....  
.....  
.....

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE**

**2.3** Compléter le tableau ci-dessous en indiquant les variations de la puissance  $P$  de fonction de la vitesse des vents  $v$  à l'aide de la représentation graphique précédente.

$v$	3	22	25
<b>Variations de <math>P</math></b>			

**2.4** À l'aide de la représentation graphique précédente, déterminer pour quelles valeurs de la vitesse des vents la puissance fournie est égale à 6 000 kW. (Laisser apparents les traits nécessaires à la lecture).

.....  
.....

**2.5** Répondre à la problématique en justifiant votre réponse à l'aide des éléments précédents.

.....  
.....  
.....  
.....

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE**

**EXERCICE 3 : Étude du financement du projet**

**(2,5 points)**

Le financement est réparti de la façon suivante :

- AILES et MARINES : 85 %
- L'ÉTAT : 10 %

La ville de Saint-BRIEUC prend en charge le reste du financement.

**Problématique : Quel est le coût financé par la ville pour le site en pleine mer ?**

**3.1** Calculer en pourcentage la part du financement de la ville de Saint-Brieuc.

.....  
.....

**3.2** Compléter les colonnes du tableau ci-dessous. Arrondir les résultats à 0,1.

	Montant du financement éolienne pleine mer (millions d'euros)	Part du financement (%)
<b>Ailes et Marines</b>	148,2	85
<b>État</b>		
<b>Ville de Saint-Brieuc</b>		5
<b>Coût global du projet</b>	<b>174,3</b>	<b>100</b>

**3.3** Répondre à la problématique.

.....  
.....  
.....  
.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

## SCIENCES PHYSIQUES (10 points)

### EXERCICE 4 : Vitesse de rotation des pales de l'éolienne

(4,5 points)

Le **rotor** est la partie tournante de l'éolienne. C'est une hélice composée de 3 **pales** qui tourne autour d'un axe horizontal appelé **moyeu**. La puissance fournie par une éolienne dépend du moment des forces exercées par les pales sur l'axe du rotor.

Pour éviter les nuisances sonores, la vitesse en bout de pale est limitée à 200 km/h.

On considère une éolienne de puissance de 2 000 000 W.

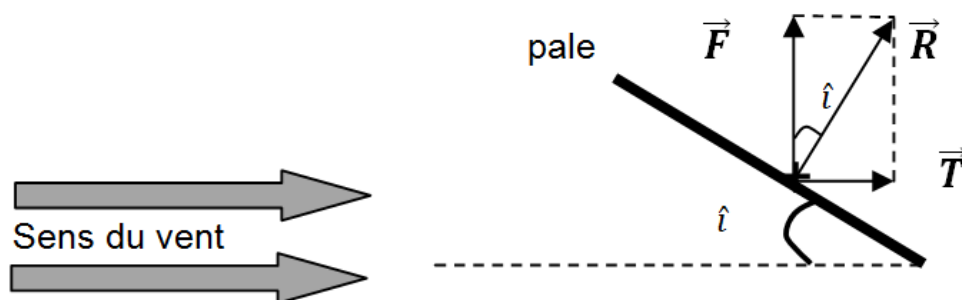
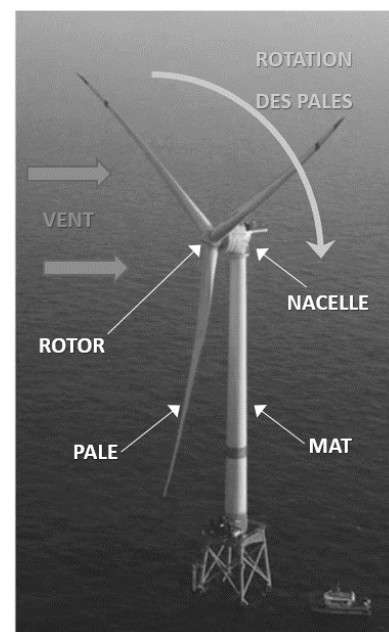
**Problématique** : À cette puissance, l'éolienne respecte-t-elle la réglementation des nuisances sonores ?

La rotation des pales de l'éolienne est due à deux facteurs :

- la force du vent qui s'exerce sur la pale ;
- la position oblique des pales face au vent.

L'action du vent en un point de la pale notée  $\vec{R}$  est la résultante de deux forces : la portance  $\vec{F}$ , la trainée  $\vec{T}$ .

Voir le schéma ci-dessous.



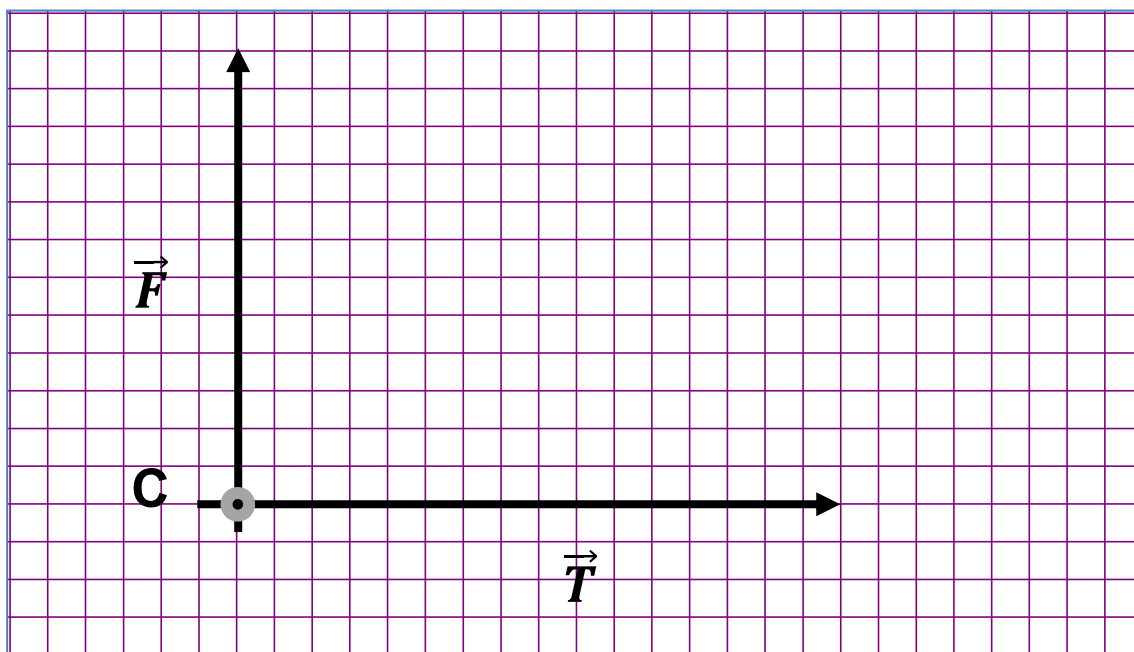
### Bilan des forces s'exerçant sur la pale

Lorsque le vent souffle sur une surface oblique, d'une part, il pousse cette surface vers l'arrière (force de trainée) et d'autre part, il soulève cette surface (force de portance).

BEP			
SESSION 2018	SUJET	P1806-BEP MSPC	
EG2 : Mathématiques – Sciences Physiques	Durée : 2 h 00	Coefficient : 4	Page 8 sur 12



**NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE**



**Dynamique des forces s'exerçant sur la pale. Échelle : 2 cm pour 10 000 N**

4.1 Compléter le tableau ci-dessous à l'aide du bilan et du dynamique des forces.

Nom	Force	Point d'application	Droite d'action	Sens	Valeur (N)
Trainée	$\vec{T}$			→	40 000
Portance	$\vec{F}$				

4.2 Tracer la résultante des deux forces notée  $\vec{R}$  sur ce même dynamique.

4.3 En déduire graphiquement la valeur en N de la résultante  $\vec{R}$ .

.....

.....

## NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

Puisque l'éolienne est fixée au sol, seule la portance  $\vec{F}$  fait tourner l'hélice autour de son axe de rotation passant par le point **O**.

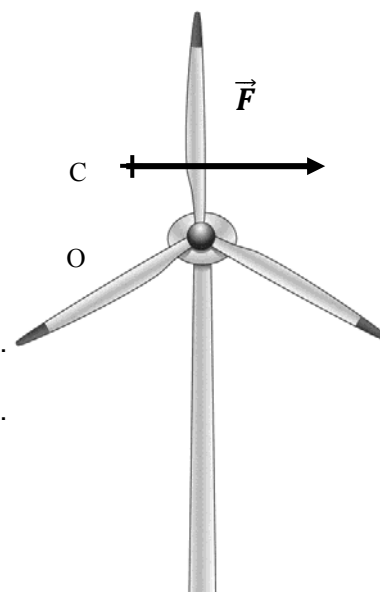
La distance entre le centre de poussée **C** et l'axe de rotation du rotor est de **35 m** et  $F = 30\,000\text{ N}$

**4.4** Vérifier que le moment  $M_{\vec{F}/O}$  exercé par la portance  $\vec{F}$  sur une pale est égal à  $1\,050\,000\text{ N.m}$ .

.....  
 .....

**4.5** Sachant que l'éolienne possède trois pales, en déduire le moment total  $M_{Total}$  en N.m .

.....  
 .....



Pour éviter les nuisances sonores, la vitesse en bout de pale est limitée à  $200\text{ km/h}$ .

On admettra que la vitesse en bout de pale est donnée par la relation suivante :

$$v = \frac{P}{M_{Total}} \times 265$$

$P$  est la puissance (en W) fournie par l'éolienne

$v$  est la vitesse maximale d'une pale (en km/h)

**4.6** Calculer la vitesse maximale en bout de pale, arrondir le résultat à l'unité et répondre à la problématique : « À cette puissance, l'éolienne respecte-t-elle la réglementation des nuisances sonores ? ».

.....  
 .....

<b>BEP</b>			
SESSION 2018	SUJET	P1806-BEP MSPC	
EG2 : Mathématiques – Sciences Physiques	Durée : 2 h 00	Coefficient : 4	Page 10 sur 12

## NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

### EXERCICE 5 : Niveau sonore d'une éolienne

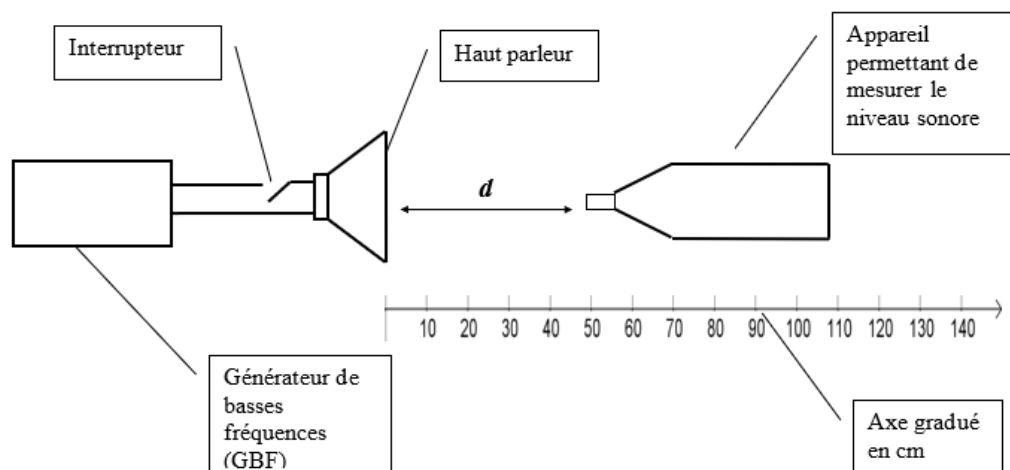
(5,5 points)

Une des raisons du choix d'un site situé au large des côtes est le faible impact lié à la pollution sonore, en comparaison du projet d'implantation terrestre plus proche des habitations.

L'habitation la plus proche dans le cas d'une implantation terrestre se trouve à 1 250 m du parc, contre 10 000 m pour le parc offshore, soit 8 fois plus.

**Problématique :** Le fait que le parc offshore soit 8 fois plus éloigné des habitations que le parc terrestre a-t-il un effet réellement important sur la pollution sonore?

Le dispositif expérimental suivant permet de répondre à cette problématique.



**5.1** Quel appareil permet de mesurer le niveau d'intensité acoustique noté  $L$  ?  
Cocher la bonne réponse.

- Le galvanomètre
  Le sonomètre
  Le débitmètre

Des mesures du niveau d'intensité acoustique  $L$  en décibel (dB) sont effectuées pour différentes valeurs de la distance  $d$ .

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

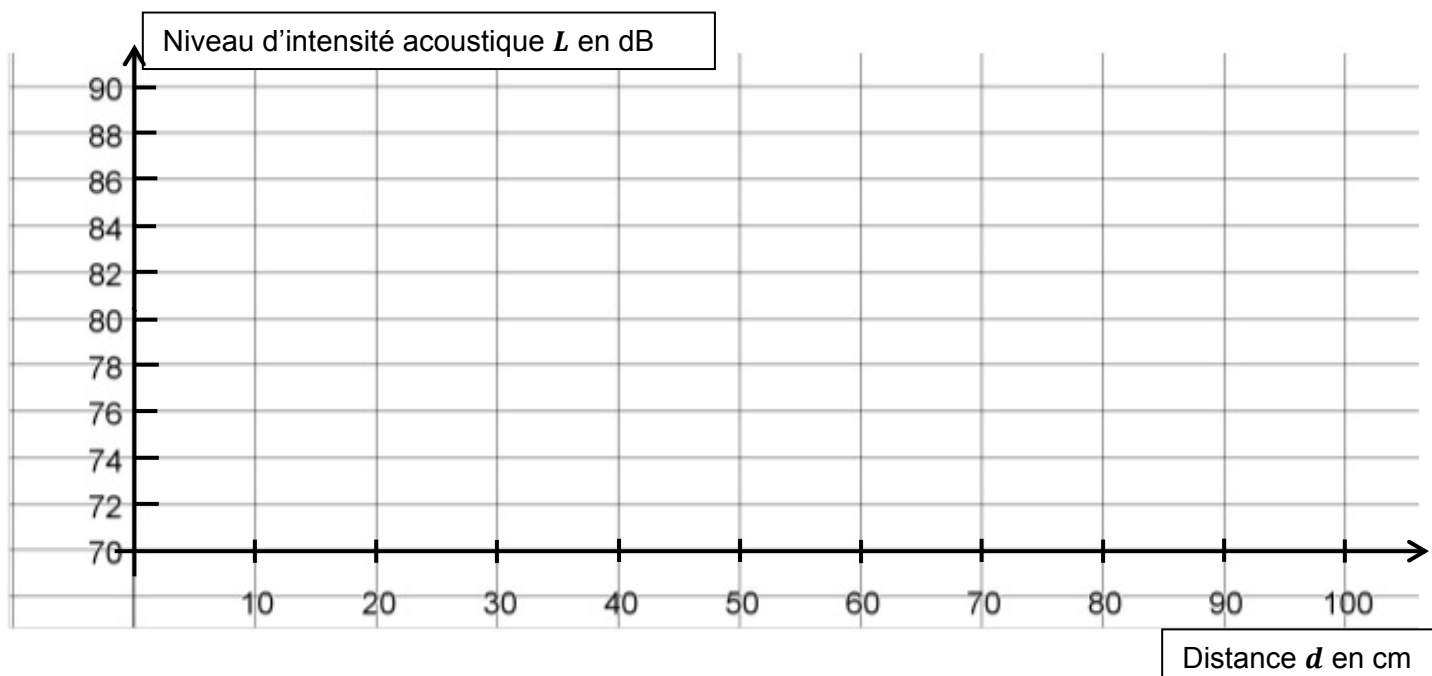
$d$ (cm)	10	20	40	50	70	80	100
$L$ (dB)	90	84	78	76	73	72	70

## NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

5.2 Quelle première constatation peut-on faire ?

.....  
.....

5.3 Utiliser le repère suivant pour représenter les résultats précédents de la façon la plus appropriée :



5.4 Déterminer la variation du niveau d'intensité acoustique  $L$  lorsque la distance passe de 10 cm à 80 cm ?

.....  
.....

Le niveau d'intensité acoustique  $L$  mesuré en dB pour une installation d'un parc terrestre serait de 72 dB pour les habitations les plus proches (1 250 m) et pour un parc éolien en mer situé **8 fois plus loin**, il doit être inférieur à 55 dB pour minimiser la pollution sonore.

5.5 En utilisant les résultats précédents, répondre à la problématique : « le fait que le parc offshore soit 8 fois plus éloigné des habitations que le parc terrestre a-t-il un effet réellement important sur la pollution sonore ? ».

.....  
.....

BEP			
SESSION 2018	SUJET	P1806-BEP MSPC	
EG2 : Mathématiques – Sciences Physiques	Durée : 2 h 00	Coefficient : 4	Page 12 sur 12