

Dossier thématique n°1

Les éoliennes

Historique.

**Mode de
fonctionnement.**

**CCF mathématiques
en CAP.**

TP BAC PRO.

Dernière minute.

Auteur :

Stéphane CHOPIN



Dossier thématique

Sommaire N°1

Les prochains changements de programme sont l'occasion de repenser notre enseignement.

Souhaitons que les dossiers thématiques deviennent un vecteur de communication supplémentaire entre PLP Math-Sciences. Ils viennent compléter sous une nouvelle forme les propositions de documents de notre site.

Il va de soit que vos remarques et contributions seront les bienvenues pour étoffer l'offre de thèmes.

Historique p 3

Fonctionnement p 4

Eolien dans la Somme p 7

CCF de mathématiques p 9

Niveau CAP

TP acoustique p 13

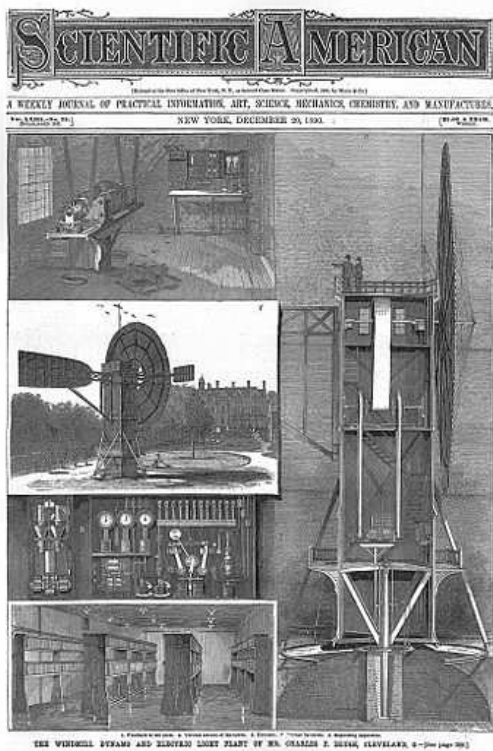
Niveau Bac Pro

Dernière minute p 20

Les éoliennes

Historique

Depuis l'Antiquité, les moulins à vent convertissent l'énergie éolienne en énergie mécanique (généralement utilisé pour moudre du grain). De nos jours, on trouve encore des éoliennes couplées à des pompes à eau, généralement utilisées pour irriguer des zones sèches, assécher des zones humides, ou abreuver le bétail.



En 1888, Charles F. Brush construit une petite éolienne pour alimenter sa maison en électricité, avec un stockage par batterie d'accumulateurs

La première éolienne « industrielle » génératrice d'électricité est développée par le Danois Poul La

Cour en 1890, pour fabriquer de l'hydrogène par électrolyse. Dans les années suivantes, il crée l'éolienne Lykkegard, dont il vend 72 exemplaires en 1908.

Une éolienne expérimentale de 800 kVA fonctionne de 1955 à 1963 en France, à Nogent-le-Roi dans la Beauce. Elle avait été conçue par le Bureau d'Études Scientifiques et Techniques de Lucien Romani et exploitée pour le compte d'EDF. Simultanément, deux éoliennes Neyrpic de 130 et 1 000 kW furent testées par EDF à Saint-Rémy-des-Landes (Manche). Il y eut également une éolienne raccordée au secteur sur les hauteurs d'Alger (Dély-Ibrahim) en 1957.

Cette technologie ayant été quelque peu délaissée par la suite, il faudra attendre les années 1970 et le premier choc pétrolier, pour que le Danemark reprenne les développements d'éoliennes.



Mode de fonctionnement

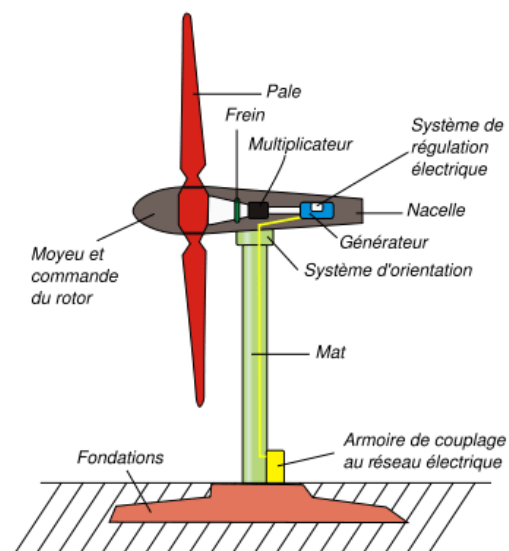
Explication de l'origine des vents :

Le vent résulte d'une différence de pression entre deux points, l'air se déplace des lieux de haute pression aux lieux de basse pression. Ce sont ces déplacements d'air qui produisent le vent qui peut être plus ou moins fort selon les régions.

Fonctionnement de l'éolienne :

Le but d'une éolienne ou d'un aérogénérateur est très simple, il s'agit de transformer l'énergie cinétique produite par le vent en énergie mécanique de translation dans le but de produire de l'électricité. On trouve deux types d'éoliennes, les éoliennes à axe horizontal et les éoliennes à axe vertical mais ces dernières étant beaucoup plus courantes, nous nous intéresserons uniquement à elles.

Schéma d'une éolienne à axe vertical :



Composition de l'éolienne :

La nacelle supporte :

-Les pales, le moyeu et le rotor : captent l'énergie produite par le vent et la transforme en énergie mécanique de rotation.

-Le frein : Permet à l'éolienne de fonctionner en cas de vitesses des vents trop importante (maximum de 90 KM/H soit environ 30 tours/minute) qui pourrait l'endommager ou la rendre incontrôlable en réduisant la vitesse de rotation du premier rotor.

-Le multiplicateur : Augmente la vitesse de rotation d'un second rotor (30 tours/minute maximum) avec un système d'engrenages au delà de 1000 tours/minute pour la génératrice électrique.

-La génératrice : Transforme l'énergie mécanique de rotation du second rotor en énergie électrique à la manière d'une dynamo de vélo.

-Le système de régulation électrique : Ralenti le rotor du générateur en cas de sursrégime.

Le système d'orientation : Place la nacelle et donc les pales face au vent.

Le mat : Place l'éolienne à une certaine distance du sol, selon la configuration du terrain et les vents de ce lieu.

Armoire de couplage au réseau électrique : Rend compatible l'énergie produite avec celle du réseau ce qui consiste à transformer la tension qui est aux alentours de 690 V à une grande tension et la réinjecte dans celui-ci.

La production d'énergie est due au vent, en cas d'inactivité de celui-ci les éoliennes ne peuvent fonctionner. À partir de 50 km/h, les aérogénérateurs atteignent leur rendement maximum et au dessus de 90 km/h ils sont arrêtés car ils peuvent devenir incontrôlables. Une distance de 200 à 400 mètres est impérative entre deux éoliennes. Les aérogénérateurs sont autonomes, le fonctionnement est supervisé par un système qui permet de gérer la vitesse du rotor, l'arrêt de l'éolienne en cas de vents trop importants...

Les différentes catégories d'éoliennes.

Il existe trois catégories d'éoliennes à axe horizontal (les éoliennes lentes, les éoliennes rapides et les grandes éoliennes) et trois types d'éoliennes à axe vertical (rotor de Darrieus, rotor de Savonius et statoéolienne).

Eoliennes à axe horizontal

Les éoliennes lentes

Les éoliennes lentes sont caractérisées par une multitude de pales qui couvrent toute la surface de la roue. Elles sont adaptées aux vents de faible vitesse. Le diamètre des plus grandes éoliennes de

ce genre que l'on construit actuellement est de l'ordre de 5 à 8 mètres. Le couple de l'éolienne est élevé et permet de fournir un effort appréciable dès le démarrage, ce qui prédestine ces éoliennes au pompage des nappes aquifères. On les rencontre beaucoup dans nos campagnes



Les éoliennes rapides

Les éoliennes rapides ont un nombre de pales beaucoup plus restreint puisqu'il varie entre 2 et 4. L'intérêt des éoliennes rapides est qu'elles sont à puissance égale beaucoup plus légères et donc moins chères que les éoliennes lentes. Elles présentent, par contre, l'inconvénient de démarrer difficilement. Il faut un vent de 18 km/h au moins pour qu'elles se mettent à tourner. Des progrès ont été faits cependant en couplant une génératrice de faible puissance avec des pales de grandes dimensions. Davantage d'énergie est alors produite tout au long de l'année et ces petites éoliennes de faible puissance démarrent avec des vents de 6 km/h.

Les grandes éoliennes

Les grandes éoliennes ont généralement trois pales installées au sommet d'un mât d'au moins 50 mètres, ceci leur assure un bon rapport puissance/poids et économise les matériaux de construction.

Bien que ce petit nombre de pales soit une caractéristique des éoliennes rapides, ces grandes hélices tournent plutôt lentement. Elles entraînent un générateur par l'intermédiaire d'un multiplicateur de vitesse. Celui-ci fait passer la fréquence de rotation de 19-30 révolutions par minute à environ 1500 révolutions par minute. En cas de vent violent, un frein à disque limite la fréquence de rotation pour ne pas forcer le générateur. Les grandes éoliennes démarrent lorsque le vent atteint environ 20 km/h. La puissance optimale est obtenue avec un vent de 50 km/h et aux environs de 90 km/h, l'éolienne se met en veille pour éviter tous problèmes mécaniques.



soutenues par des câbles ou des cordages. Ces éoliennes disposent d'un très bon rendement et semblent prédestinées pour équiper les futurs bateaux de commerce. Cependant, leur géométrie ne leur permet pas de démarrer seule.



Les éoliennes de type rotor de Savonius

Le rotor de Savonius est constitué de deux demi-cylindres dont les axes sont décalés l'un par rapport à l'autre. Le rotor de Savonius est caractérisé par un grand couple de démarrage. Des machines de plusieurs kilowatts ont été réalisées pour assurer le pompage de l'eau dans les pays du Sahel; elles démarrent à des vitesses de vent faible, voisines de 2 à 3 m/s. Ces systèmes présentent cependant beaucoup plus d'inconvénients que d'avantages dans les réalisations actuelles, en particulier ils nécessitent un dispositif d'orientation. La récupération de l'énergie produite est en général beaucoup plus compliquée et se traduit souvent par une perte sensible du rendement global.

Eoliennes à axe vertical

Les éoliennes de type panémone de Darrieus

Il existe aussi des éoliennes à axe vertical comme les éoliennes Darrieus. Il existe quatre sortes de rotors de Darrieus: le rotor cylindrique, le rotor tronconique, le rotor à variation cyclique et le rotor parabolique. Toutes ces machines ont besoin d'être haubanées, c'est-à-dire



La statoéolienne

Il s'agit d'éoliennes compactes qualifiées de statoéoliennes. Le rotor se présente comme une roue de moulin à aubes, basculée sur un axe vertical. Soutenu par l'Ademe, le projet a conduit à trois modèles de 3 à 8 m de diamètre, destinés à l'habitat individuel ou collectif. Parce que sa production croît avec le vent, et ce jusqu'à 150 km/h, la statoéolienne promet 30% d'électricité en plus comparée aux éoliennes classiques, dont la plage de fonctionnement est plafonnée entre 54 et 90 km/h.



Source : wikipedia

<http://generationsfutures.chez-alice.fr/energie/eolien.htm>

L'éolien dans la Somme : une énergie dans le vent.

De par sa situation géographique, notre département dispose d'un potentiel éolien important, en moyenne de 5.5 m/s à 40m du sol et possède de nombreux sites propices à l'implantation d'éoliennes au regard notamment des grands espaces naturels et des vastes plateaux agricoles qui caractérisent le territoire. De très nombreuses communes du département s'intéressent au développement de cette énergie et sont sollicitées à cet effet.

L'état des lieux des projets de parcs accordés

Eoliennes installées

- Aire de la Baie de Somme : 1 éolienne,
- Chépy : 2 éoliennes,
- Nibas et Saucourt : 12 éoliennes,
- Bougainville : 6 éoliennes,
- St Maxent / Fresnes Tilloloy / Doudelainville: 10 éoliennes,
- Vauvillers/Framerville/Herleville : 7 éoliennes,
- Eaucourt/Epagne/Pont Rémy : 6 éoliennes (5 en construction).

Soit un total de 96.25 MW en fonctionnement dans le département de la Somme.

Parcs en construction

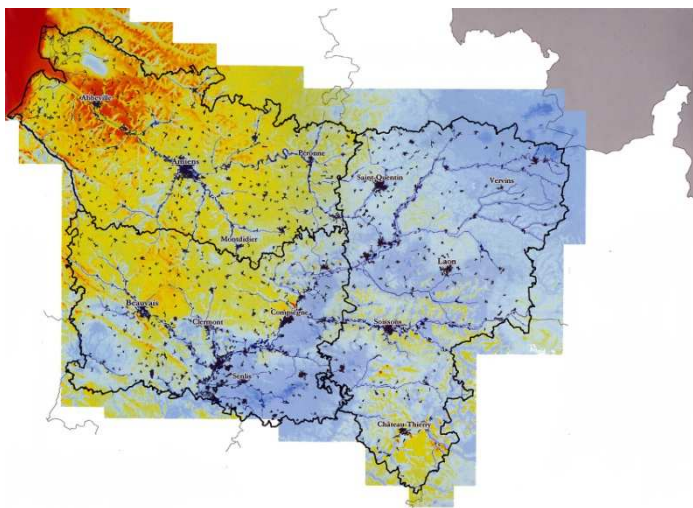
Les parcs de Hombleux (8), Oresmaux (6), Maisnières/Fretteville/Tilloloy Florville (12), Fienvillers (5), Cocquerel (6) sont en construction actuellement, Gamaches/Beauchamps (7), Méneslies (5) soit 96.35 MW de puissance supplémentaire en fonctionnement d'ici quelques mois.

Projets acceptés en vue d'être installés

24 autres projets ont également été accordés. Ces projets ayant obtenu un permis de construire représentent 148 éoliennes, soit un total de plus de 354 MW installés d'ici 2008-2009.

Projets déposés

En septembre 2007, 33 projets dont les permis de construire ont été déposés, sont en cours d'instruction par les services de l'Etat pour un total de 260 éoliennes.



Cartographie du potentiel éolien en Picardie

Source : conseil général de la Somme

ACADÉMIE D'AMIENS		Lycée professionnel Jean Racine Montdidier	
CAP ETC			
<u>Contrôle en Cours de Formation</u>		Situation d'évaluation	
<u>MATHÉMATIQUES</u> <u>PHYSIQUE – CHIMIE</u>		<u>MATHEMATIQUES</u>	

Nom et prénom du candidat : [REDACTED]	Date de l'évaluation: [REDACTED]
--	--

Séquence d'évaluation

Etude des éoliennes

Durée : 30 minutes

Compétences évaluées :

- Calculs numériques
- Proportionnalité, échelles
- Propriété de Thalès

Note : /10

- La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies.
- L'usage des calculatrices électroniques est autorisé sauf mention contraire figurant sur le sujet.
- L'usage du formulaire officiel de mathématiques est autorisé.

Etude géométrique d'une éolienne (aérogénérateur)

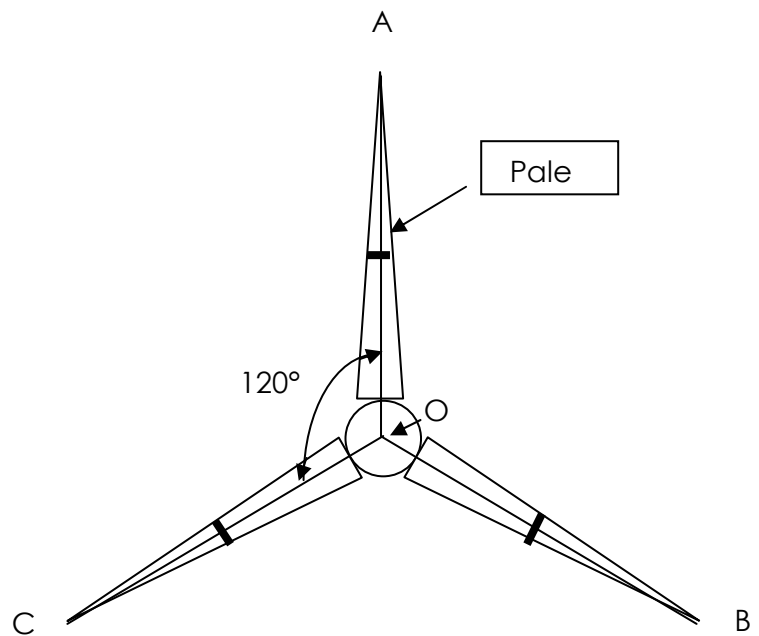
La production d'électricité en France est à 75 % d'origine nucléaire. Dans les années qui viennent l'objectif est de diminuer la part du nucléaire et de la remplacer par des énergies appelées renouvelables : parmi ces énergies on trouve l'énergie éolienne, fournie par le vent.

Le but de cet exercice est une étude géométrique d'éoliennes (voir photo ci-dessous).

Figure 1



Figure 2



La longueur réelle OA de la pale verticale est de 12 m.

1. **Mesurer**, en mm, la longueur OA sur la figure 2.

Donner le résultat arrondi à l'unité.

OA = d = _____ mm.

...../ 0,5 pt

2. **Convertir** la longueur réelle OA en mm.

OA = D = 12 m = _____ mm.

...../ 1 pt

3. **Compléter** le tableau de proportionnalité suivant en indiquant le coefficient de proportionnalité :

x	d (mm) : dimension du dessin	48	1/ 1,5 pt
	D (mm) : dimension réelle			

4. La figure 2 est-elle représentée à l'échelle $\frac{1}{250}$ et pourquoi ?

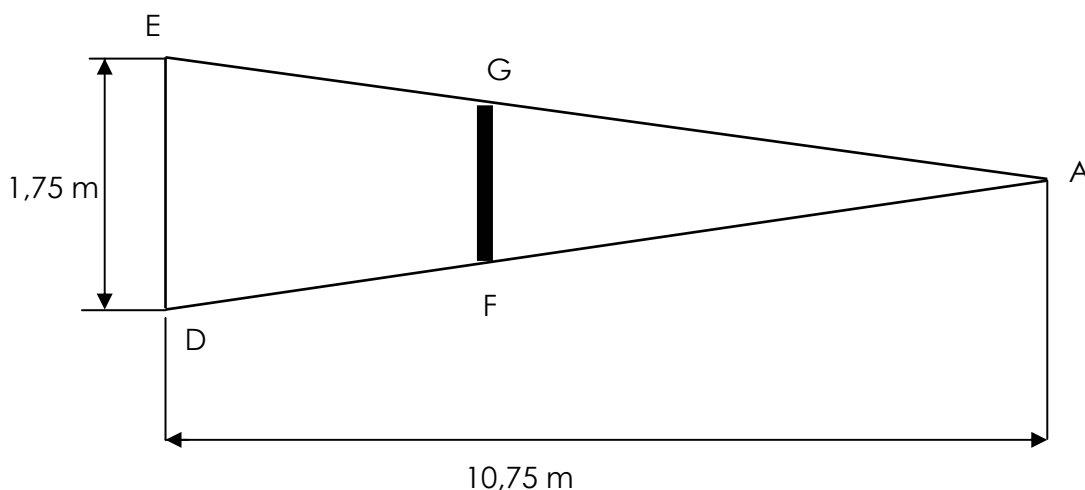
...../ 2 pts

On rappelle que 1 mm sur le dessin représente 250 mm dans la réalité.

.....

La figure 3 ci-dessous représente une partie de la pale verticale de l'éolienne.

Figure 3



5. Une bande adhésive FG est placée sur la pale de l'éolienne comme le montre la figure 3. Cette bande est parallèle à DE.

Calculer la longueur de cette bande en utilisant la propriété de Thalès relative au triangle sachant que AE = 10,80 m et AG = 6,17 m. On donnera le résultat en m, arrondi à 0,1.

.....

FG = _____ m

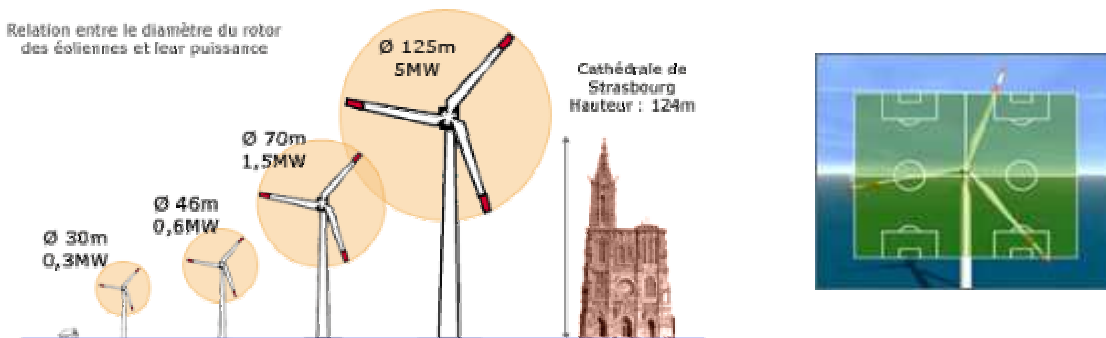
...../ 2 pts

Une éolienne produit de l'électricité. Plus elle est grande plus la puissance fournie est importante.

Des éoliennes géantes sont installées depuis 2004.

Exemple : Les éoliennes les plus puissantes commencent à être installés en 2004/2005 :

Figure 4



6. Grâce à la figure 4 **compléter** le tableau suivant

...../ 2 pts

Diamètre du rotor (Ø en m)				
Puissance (en MW)				

7. Ce tableau est – il un tableau de proportionnalité ? **Justifier**.

...../ 1 pt

Nom :	Sciences Physiques	Travaux pratiques
Prénom :	Acoustique	Bac Pro
Classe :		

Introduction : Texte extrait d'une brochure de l'Ademe sur les éoliennes :

Une éolienne produit un **bruit mécanique** et un **bruit aérodynamique**.

Le bruit mécanique

Il provient surtout des **engrenages en mouvement** dans le multiplicateur situé dans la nacelle.

Les émissions sonores des éoliennes récentes (moins de 10 ans) ont été réduites grâce à des progrès techniques :

- **capitonnage de la nacelle**, réduisant surtout les bruits aigus et les médiums ;
- **conception de multiplicateurs** plus silencieux, spécifiques aux éoliennes ;
- **conception sans multiplicateur** ;
- **conception de structures** (pales surtout) transmettant peu les vibrations sonores.

Le bruit aérodynamique

La circulation et le freinage du vent à travers les pales produisent un **bruit de souffle** caractéristique. Son intensité a été drastiquement diminuée ces dix dernières années par une conception adaptée des pales.

Les bruits de fond et l'effet de masque

Le niveau sonore d'une éolienne se stabilise quand le vent atteint une certaine vitesse. Au-delà, le bruit du vent augmente encore et vient couvrir celui de la machine.

S'entendre sur la notion du niveau de bruit :

Une émission sonore est caractérisée par :

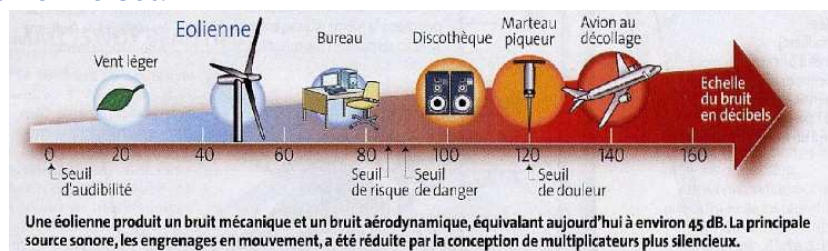
- **sa fréquence** : exprimée en hertz (Hz), elle traduit le caractère aigu d'un son ;
- **son intensité** : exprimée en décibels (dB), elle correspond au niveau sonore physiquement émis

Le niveau de bruit **diminue avec la distance**.

Tenir compte du nombre d'éoliennes

Les simulations sont bien sûr faites en fonction du nombre d'éoliennes en fonctionnement prévues. Il faut savoir cependant que **l'augmentation du niveau sonore n'est pas proportionnelle au nombre de machines**.

une personne placée à égale distance de deux sources sonores identiques percevra 3 dB de plus. Quatre sources sonores identiques augmenteront le niveau sonore de 6. Il faudra dix sources sonores identiques placées à égale distance de l'auditeur pour que le niveau sonore augmente de 10 dB, ce qui est très rarement le cas.



Nous allons vérifier certaines affirmations de l'ADEME.

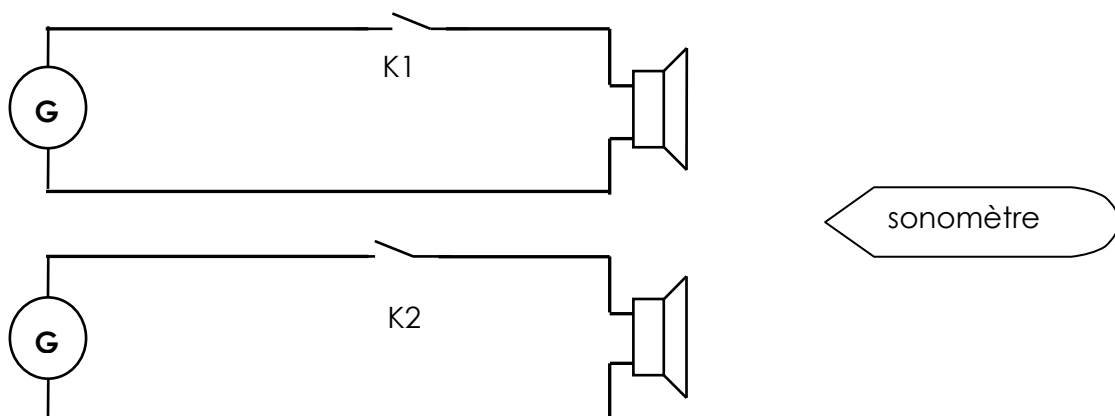
Activité n° 1

1ere affirmation :

l'augmentation du niveau sonore n'est pas proportionnelle au nombre de machines.

une personne placée à égale distance de deux sources sonores identiques percevra 3 dB de plus.

Réaliser le montage schématisé ci dessous



Réglage à effectuer :

Pour les générateurs : forme du signal : sinusoïdale fréquence : 500 Hz

Placer le sonomètre à environ 20 cm devant les haut-parleurs, à égale distance de leurs centres.



Appel n° 1

Faire vérifier le montage et les réglages puis devant l'examineur réaliser les manipulations suivantes :

Mettre le sonomètre en marche.

Fermer l'interrupteur K1 ;

A l'aide du bouton d'amplitude du G.B.F.1 régler le niveau sonore du haut-parleur H.P.1 à 70 dB (niveau d'intensité acoustique L_1) ;

Ouvrir l'interrupteur K1.

Fermer l'interrupteur K2 ;

A l'aide du bouton d'amplitude du G.B.F.2 régler le niveau sonore du haut-parleur H.P.2 à 70 dB (niveau d'intensité acoustique L_2) ;

Ouvrir l'interrupteur K2.

- Fermer les interrupteurs K1 et K2 ;

Mesurer en décibels (dB) le niveau d'intensité acoustique L_3 lorsque les deux haut-parleurs sont branchés.

- Relever le résultat de cette mesure :

$L_3 = \dots\dots\dots$

- Cocher la bonne réponse parmi les deux propositions ci-dessous :

Si deux sources sonores émettent des sons de même niveau sonore, le niveau sonore total est la somme des deux niveaux sonores :

OUI

NON

Si non, rédiger votre propre conclusion.

Comparer votre conclusion à l'affirmation de l'ADEME donnée au début de l'activité.

Activité n°2 :

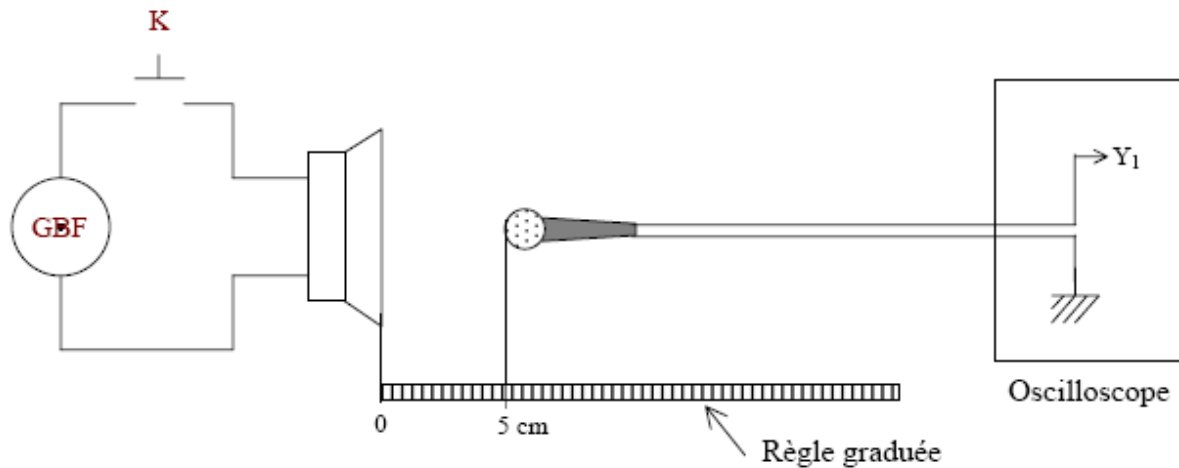
2^{ème} Affirmation :

Le niveau de bruit **diminue avec la distance**.

Nous allons donc étudier le signal sonore perçu en fonction de la distance par rapport à la source.

1. Étude d'un son émis

- Réaliser le 1^{er} montage expérimental schématisé ci-dessous :



- Effectuer les réglages suivants :

- le générateur de fonctions (GBF) délivre une tension sinusoïdale d'une fréquence de 500 Hz ; le bouton d'amplitude est à mi-course.
- pour l'oscilloscope, l'oscillogramme correspondant à 2 périodes au plus

- Placer le haut-parleur au niveau du zéro de la règle graduée.

1^{ere} mesure :

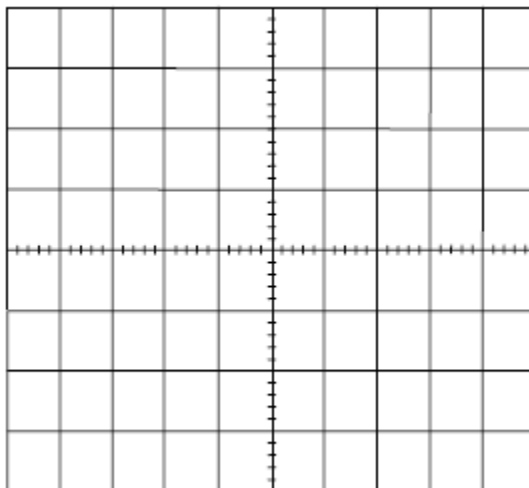
- Placer le microphone à **5 cm devant et dans l'axe du haut-parleur**.



Appel

Faire vérifier le montage et l'oscillogramme obtenu sur l'écran de l'oscilloscope.

- Reproduire ci-dessous l'oscillogramme observé :



- Compléter le tableau suivant afin de déterminer la période et l'amplitude du signal capté par le microphone.

Balayage horizontal : division	ms par	Sensibilité verticale : division	mV par
Période T :	en ms en s	Amplitude :	mV

- Calculer la fréquence f du signal capté par le microphone.

On rappelle que $f = 1/T$ (f en hertz, T en secondes) **f =**

2eme mesure :

- Placer le microphone à 20 **cm devant et dans l'axe du haut-parleur.**

- Compléter le tableau suivant afin de déterminer la période et l'amplitude du signal capté par le microphone.

Balayage horizontal : division	ms par	Sensibilité verticale : division	mV par
Période T :	en ms en s	Amplitude :	mV

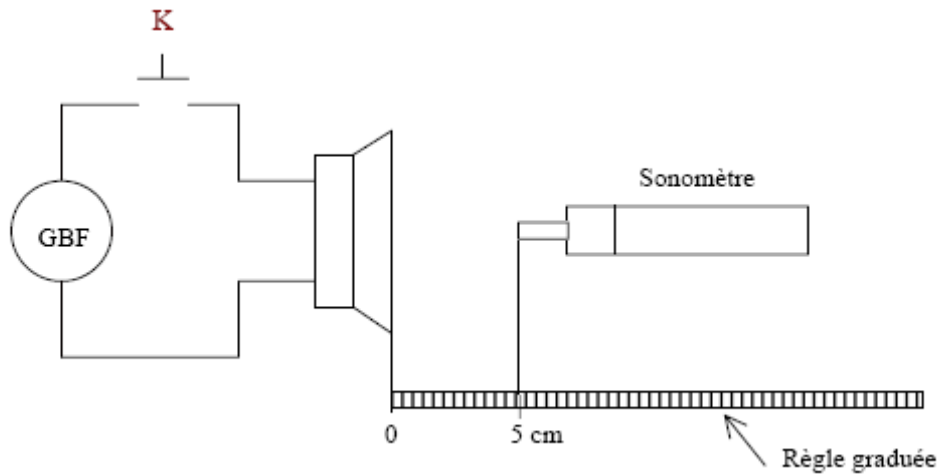
- Calculer la fréquence f du signal capté par le microphone.

On rappelle que $f = 1/T$ (f en hertz, T en secondes) f =

Conclusion : La fréquence du signal sonore dépend-elle de la distance entre la source et le microphone ?

2. Étude de la propagation d'un son à l'aide du sonomètre.

- Réaliser le montage expérimental ci-dessous :

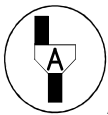


- Remplacer le microphone par un sonomètre (le réglage du générateur de fonctions reste identique).

- Le sonomètre est placé à 5 cm devant le haut-parleur et dans l'axe de celui-ci.

- Éloigner le sonomètre, toujours dans l'axe du haut-parleur et noter, dans le tableau suivant, les niveaux sonores lus sur l'appareil lorsque le sonomètre est situé 5 cm, 10 cm, 20 cm etc.

Distances entre le haut-parleur et le sonomètre (en cm)	2	5	10	15	20	25	30	40	50	100
Niveaux sonores (en dB arrondi à l'unité près)	L =									

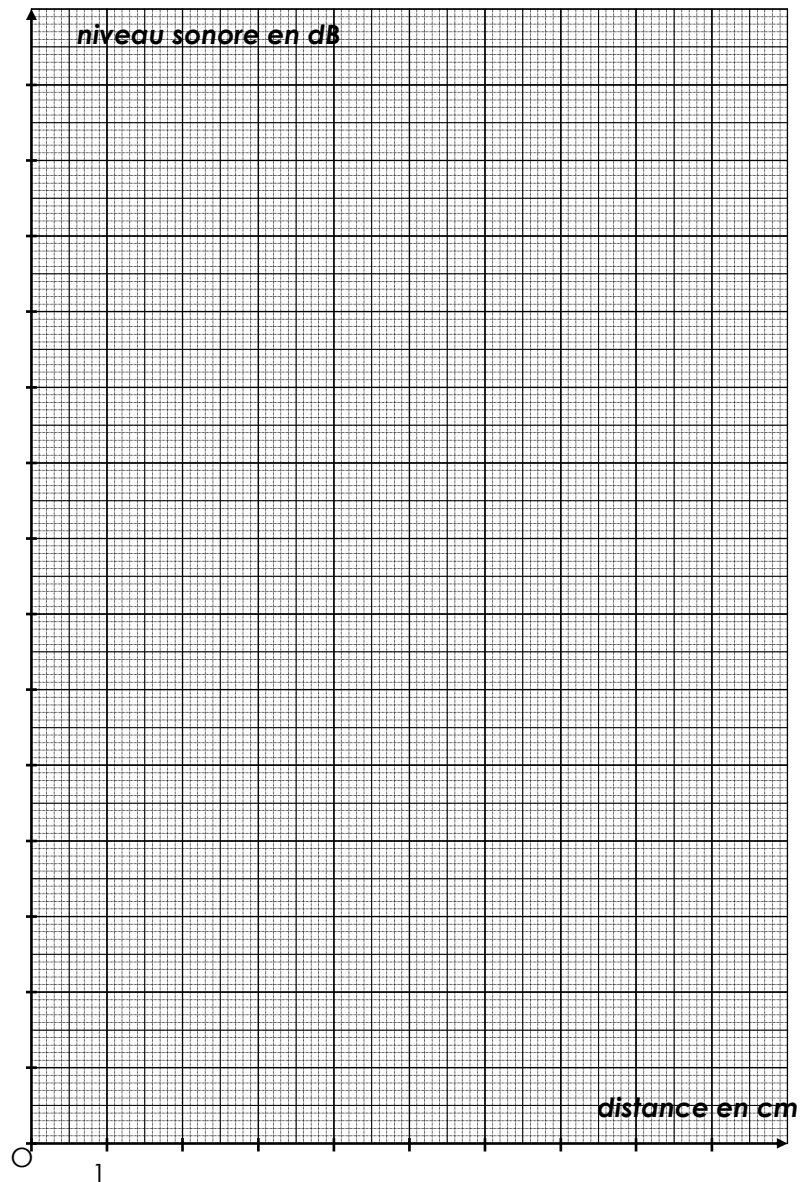


Appel

Réaliser une mesure devant l'examineur.

Dans le cas où l'on éloigne le sonomètre du haut-parleur, que fait le niveau sonore ?

Reporter les valeurs du tableau précédent dans le graphique suivant :



La deuxième affirmation de l'ADEME est-elle vraie ? Justifier.

Dernière minute

<http://www.journaldugeek.com/?2007/06/24/7430-orance-lance-son-eolienne>



Orange prépare son éolienne !
Par Bastien PERETTI

C'est encore en phase de test mais les résultats s'avèreraient déjà très concluant... Le problème est le même pour la plaque solaire, c'est à dire si il faut beau l'éolienne ne servira à rien... Reste à savoir si un jour elle sera disponible dans nos magasins... 🤖



Info ou intox, à suivre.