

En collaboration avec :



BOÎTE À OUTILS À DESTINATION DES ENSEIGNANTS

Découverte de l'énergie éolienne
dans les écoles primaires

Examiné par le Comité de Communication Scientifique de l'Académie Européenne de l'Energie Eolienne.

AVERTISSEMENT

Cette boîte à outils est mise à disposition sous la licence Creative Commons BY-NC-SA 4.0 licence, qui autorise la traduction, la modification et le développement ultérieur du contenu à des fins non commerciales, à condition que WindEurope soit dûment créditée et que toute œuvre dérivée soit partagée sous la même licence.

Les utilisateurs sont tenus de veiller à ce que les adaptations conservent l'exactitude technique et respectent les normes éthiques. WindEurope décline toute responsabilité en cas d'erreurs, de mauvaises interprétations ou d'utilisations inappropriées résultant de telles adaptations. Toute version modifiée relève de la seule responsabilité de son ou ses auteur(s) et ne saurait être interprétée comme représentant les opinions ou l'approbation de WindEurope.



BOÎTE À OUTILS À DESTINATION DES ENSEIGNANTS

Découverte de l'énergie éolienne
dans les écoles primaires

SOMMAIRE

À propos de cette Boîte à Outils	5
Module 1 : Apprendre ce que c'est que l'énergie	11
Module 2 : Construire un anémomètre et relever des mesures.....	17
Module 3 : Comprendre la technologie des éoliennes	23
Module 4 : En apprendre plus sur le vent	33
Support à destination des Enseignants.....	41



À PROPOS DE CETTE BOÎTE À OUTILS

Notre objectif était de concevoir un programme d'enseignement afin de faire découvrir aux enfants l'énergie éolienne dans les écoles primaires. Nous avons eu la chance de trouver des partenaires idéaux pour ce projet à l'école primaire Singelijn de Bruxelles, où ce projet a été créé et mis en œuvre avec succès.

Cette Boîte à Outils à destination des enseignants se base sur les résultats de ce projet, réalisé avec une classe d'élèves de 6e année, âgés de 12 ans, entre novembre 2020 et avril 2021.

L'école estime que ce groupe d'âge particulier, à savoir les jeunes de 12 ans, serait le plus susceptible d'apprécier ce sujet et d'en tirer pleinement parti. Les connaissances générales et les pistes de communication des élèves qui y ont participé sont décrites en détails ci-dessous et devraient servir d'indicateur clair du savoir-faire de base requis pour mettre en œuvre avec succès cette Boîte à Outils.

Le programme a été conçu par le professeur et sa classe de 20 élèves, et il a été adapté pour s'adapter à leurs objectifs et à leurs intérêts en matière d'apprentissage. Il relie les sujets de la **science/technologie**, des **mathématiques**, de l'**histoire**, de la **géographie** et de la **grammaire** aux thèmes de l'énergie éolienne. Ces thèmes ont été intégrés à la pédagogie de l'école et au programme scolaire dans son ensemble.

L'enseignant responsable de ce projet n'avait aucune expérience antérieure dans le domaine de l'énergie éolienne. Il a été soutenu, tout au long des phases de développement et de mise en œuvre, par deux experts (professeurs d'université) qui l'ont aidé à élaborer les modules appliqués.

Cette Boîte à Outils s'appuie sur les enseignements tirés de ce projet pilote. Elle tient compte des commentaires et des avis de l'enseignant comme des étudiants. La Boîte à Outils dans son ensemble a été examinée par le comité de communication scientifique de l'Académie Européenne de l'Energie Eolienne (Université Technique de Delft, Université Technique du Danemark, Politecnico di Milano, Université du Texas, Dallas et Institut von Karman de Dynamique des Fluides).

Cette Boîte à Outils est conçue pour toute école et tout enseignant souhaitant faire découvrir l'énergie éolienne à ses élèves.

Elle n'exige pas des enseignants qu'ils aient suivi une formation spécialisée pour mettre en œuvre ce programme. Ce programme peut être mis en œuvre dans son intégralité ou être utilisé de manière fragmentaire, en fonction des objectifs d'apprentissage des élèves.

Nous sommes là pour venir en aide à toute personne qui aurait besoin d'aide et de soutien.

Regardez cette vidéo pour découvrir ce que l'enseignant et les élèves ont eu à dire à ce sujet.

C'est parti !



Regardez cette vidéo pour découvrir ce que l'enseignant et les élèves ont eu à dire à ce sujet.



COMMENT UTILISER CETTE BOÎTE À OUTILS : GUIDE PÉDAGOGIQUE

- La Boîte à Outils comporte quatre modules qui peuvent être utilisés de manière séquentielle ou adaptés en fonction des besoins d'apprentissage :
 - › **Module 1** : Apprendre ce que c'est que l'énergie
 - › **Module 2** : Construire un anémomètre et relever des mesures
 - › **Module 3** : Comprendre la technologie des éoliennes
 - › **Module 4** : En apprendre plus sur le vent
- Chaque module comprend :
 - › Un **Plan de Cours**, qui définit les objectifs d'apprentissage des étudiants (connaissances et compétences) et les activités d'enseignement. Il est destiné à vous aider à préparer vos propres leçons.
 - › Des **exemples de travaux d'étudiants**, que ce soit en classe ou dans le cadre d'un projet de recherche, pour que vous puissiez voir à quoi ressemblerait le produit final ou les résultats finaux (ils sont rédigés en français, mais sont uniquement destinés à vous donner un aperçu général).
- Les activités comprennent des projets individuels et collectifs et s'appuient sur la pratique et l'apprentissage par l'exemple.
- La Boîte à Outils contient **des supports** de soutien destiné aux enseignants, qui concernent à la fois des aspects théoriques et des schémas ou des instructions, préparés par des experts en énergie éolienne.
- Elle est conçue pour être utilisée de manière indépendante, sans qu'il soit nécessaire de recourir à un expert externe.
- Pour ceux qui recherchent des informations plus générales, nous avons fourni des liens vers des ressources d'information fiables à la fin du présent document.

CONNAISSANCES GÉNÉRALES DES ÉTUDIANTS DE 6^{ÈME} ANNÉE

Les élèves avec lesquels cette Boîte à Outils pourrait être utilisée disposent des connaissances et des compétences suivantes en mathématiques, sciences et physique, selon leur enseignant :

Chiffres et calculs :

- Décimales, fractions et pourcentages
- Addition, multiplication et soustraction de grands nombres. Ils ont besoin d'aide pour diviser de grands nombres.

Représenter une situation à l'aide de graphiques et les lire correctement :

- Graphiques à barres
- Graphiques de ligne
- Graphiques circulaires/diagrammes en camembert

Mesures :

- Longueur de mm à km
- Surface et volume : m^2 et m^3
- Comment utiliser une boussole, un rapporteur et une équerre ?
- Différentes formes quadrilatérales
- Construire un cube et un parallélépipède rectangulaire

Physique :

- Connaissances de base en matière d'électricité
- Les élèves n'ont pas encore travaillé sur le concept de vitesse

JE VEUX ENSEIGNER AUX ENFANTS L'ÉNERGIE ÉOLIENNE DANS MON ÉCOLE. PAR OÙ COMMENCER ?

Ce chapitre vous présente les étapes de la conception d'un programme en matière d'énergie éolienne avec vos élèves. En travaillant ensemble, vous pourrez créer une équipe d'étudiants motivés et utiliser ce programme de manière optimale.

Vous pouvez le reproduire en l'état ou l'utiliser comme source d'inspiration pour votre propre programme d'études, en fonction des besoins d'apprentissage, des motivations et des intérêts de vos élèves. Le temps nécessaire à cette activité est d'environ de 50 minutes.

ÉTAPE 1

Évaluation des besoins d'apprentissage

Demandez à vos élèves de réfléchir et de répondre aux 4 questions suivantes, sans effectuer de recherches préalables :

? Qu'est-ce que je sais de l'énergie éolienne ?

L'objectif de cette question est d'évaluer le niveau de connaissances des élèves en matière d'énergie éolienne, afin d'en tirer parti. L'enseignant peut ensuite résumer les réponses et les inscrire sur un tableau blanc afin que les élèves puissent les consulter.

Exemples de réponses des étudiants :

- Les éoliennes sont raccordées à des centrales électriques
- Les pales tournent grâce au vent
- C'est coûteux
- Lorsque les pales tournent, elles produisent de l'électricité qui alimente la ville.
- Les pales font fonctionner un moteur
- C'est une énergie verte
- L'électricité rejoint une batterie où elle est stockée. De là, elle est acheminée vers les maisons.

? Pourquoi les énergies renouvelables constituent-elles aujourd'hui une question importante ?

L'objectif de cette question est de permettre aux étudiants de se familiariser avec les questions plus larges relatives au changement climatique, afin de leur expliquer pourquoi ils en apprennent plus sur l'énergie éolienne. Les réponses peuvent être discutées en cours et résumées par l'enseignant sur le tableau blanc.

Exemple :

- Pollution
- Réchauffement climatique
- Énergie verte

? Selon moi, comment fonctionne une éolienne ?

Pour répondre à cette question, les élèves font un dessin représentant le fonctionnement d'une éolienne.

! En réfléchissant aux trois premières questions, l'enseignant et les élèves seront en mesure de déterminer ce qu'ils ne savent pas et ce qu'ils ont le plus envie de découvrir.

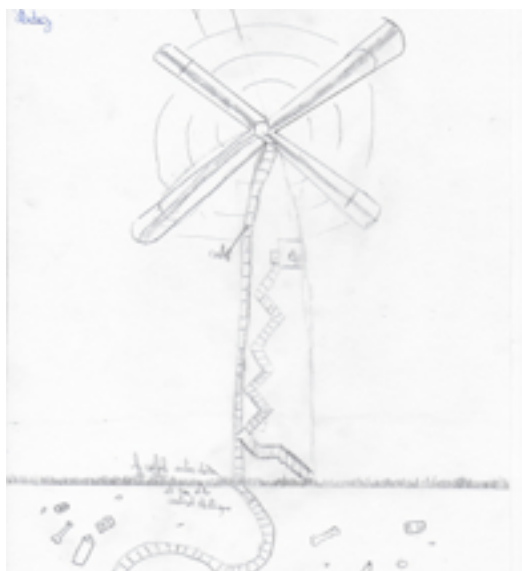
? Qu'est-ce que je veux apprendre sur l'énergie éolienne ?

Chaque étudiant répond à cette question individuellement. L'enseignant rassemble ensuite les réponses et discute avec les élèves de ce qu'ils veulent et de ce qu'ils ont besoin pour apprendre :

- Le fonctionnement d'une éolienne; plus précisément, comment la rotation des pales se transforme en électricité ?
- Qui les a inventées ?
- Comment est-il construit ?
- À quel prix ?
- Comment fonctionne le moteur ?
- Comment décidez-vous où les placer ?
- Comparaison de l'énergie éolienne avec d'autres modes de production d'énergie verte (panneaux solaires, hydroélectricité, etc.)
- L'histoire du vent
- Où est-ce que les éoliennes et les matériaux dont elles sont constituées sont fabriqués ?
- Visite d'une éolienne

FIG. 1 & 2

Exemples de dessins d'étudiants :



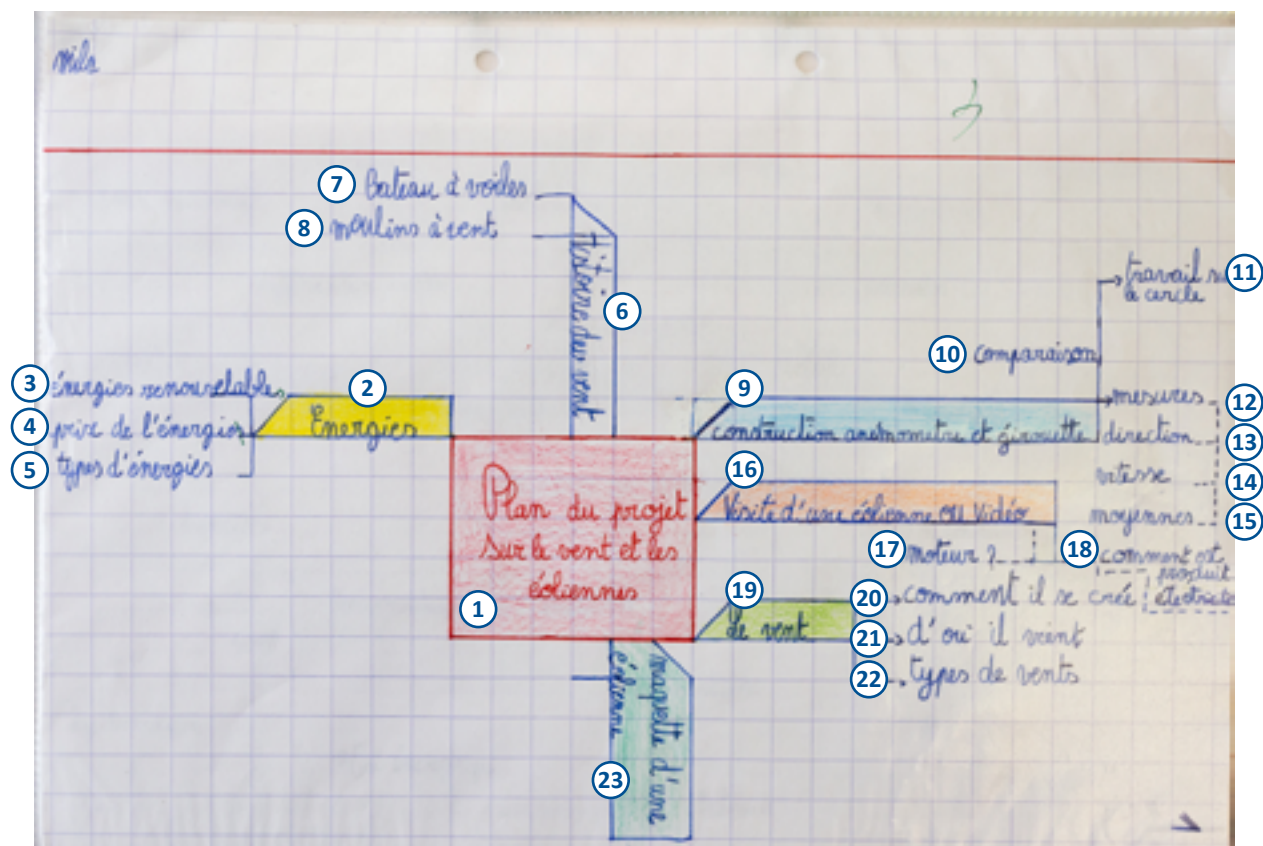
ÉTAPE 2

Organisation des besoins d'apprentissage

Les élèves organisent leurs réponses à la question suivante « Qu'est-ce que je veux apprendre sur l'énergie éolienne ? » sous la forme d'un plan ou d'une carte heuristique, dessiné par l'enseignant et les élèves sur le tableau blanc. Chaque étudiant reproduit la carte heuristique sur son ordinateur portable, comme référence pour une utilisation future.

FIG. 3

Exemple de carte heuristique en classe



- | | | |
|---|------------------------------------|---|
| 1. Plan de projet concernant le vent et les éoliennes | 9. Construction des anémomètres | 18. Comment l'électricité est-elle produite ? |
| 2. Énergie | 10. Comparaison | 19. Vent |
| 3. Énergies renouvelables | 11. Travaux sur le cercle | 20. Comment est-il créé ? |
| 4. Prix de l'énergie | 12. Mesures | 21. D'où provient-il ? |
| 5. Types d'énergie | 13. Direction | 22. Types de vent |
| 6. Histoire du vent | 14. Vitesse | 23. Modèle d'une éolienne |
| 7. Bateaux à voile | 15. Moyennes | |
| 8. Moulins | 16. Visite d'une éolienne ou vidéo | |
| | 17. Moteur | |

ÉTAPE 3

Organisation de la séquence des cours

Au cours de cette phase, les étudiants et leur enseignant organisent la séquence des activités qu'ils vont suivre :

1. Qu'est-ce que l'énergie ?
2. Les anémomètres de la classe
3. Utilisation d'un anémomètre
4. L'anémomètre fait un cercle
5. D'où provient le nombre Pi ?
6. Mes recherches sur la surface du cercle
7. Ma représentation de l'énergie éolienne
8. Mon dessin d'observation d'une éolienne
9. Mon résumé des vidéos sur les éoliennes
10. Grammaire
11. Mes prises de notes relatives aux vidéos sur les éoliennes
12. Construire ensemble une éolienne
13. Le vent
14. Nos travaux sur l'aérodynamique
15. La carte mondiale des vents
16. Types de vent
17. Ma représentation du système respiratoire
18. Dessin d'observation du poumon
19. Mon rapport sur la dissection du poumon
20. Mon résumé sur l'appareil respiratoire
21. Dessin de l'appareil respiratoire
22. Le système de fonctionnement d'une éolienne

ÉTAPE 4

Le programme

Le résultat de ces étapes peut être intégré dans le programme détaillé suivant. Certaines activités peuvent être réalisées simultanément et la séquence peut être modifiée en fonction des besoins de la salle de classe.

TABLEAU 1

MODULE	LEÇON	SUJET	DURÉE
1. Apprendre ce que c'est que l'énergie	- Définition de l'énergie et de ses types - Recherche sur les sources d'énergie en amont et présentation des travaux de recherche - Découvrir les différents aspects de l'énergie éolienne : administratif, économique et environnemental	- Physique - Géographie - Histoire	- Un cours (50 minutes) pour définir l'énergie 5 jours pour rechercher des sources d'énergie à la maison - Deux cours (50 minutes) pour apprendre les différents aspects de l'énergie éolienne
2. Construire un anémomètre et relever des mesures	- Construction d'un anémomètre - Utilisation d'un anémomètre pour mesurer le vent - Expérimentations de l'anémomètre - Mesure de la circonférence et de la surface du cercle formé par l'anémomètre	- Physique - Géométrie - Mathématiques	- Deux cours (50 minutes) pour construire les anémomètres - Deux cours (50 minutes) pour prendre des mesures
3. Comprendre la technologie des éoliennes	- Évaluer nos connaissances sur le vent - Apprendre comment fonctionnent les éoliennes - Construire une éolienne et l'essayer - Leçon de grammaire utilisant le nouveau vocabulaire	- Science/technologie - Physique - Grammaire	- Deux cours (50 minutes) pour travailler sur les vidéos et la visite virtuelle d'une éolienne. - Quatre cours (50 minutes) pour construire et tester des éoliennes. - Une leçon de grammaire est incluse dans ce programme.
4. En apprendre plus sur le vent	- Évaluation des connaissances des étudiants à propos du vent - Rassembler les expérimentations sur le vent et l'aérodynamique - Étudier la carte mondiale des vents et les types de vent - L'histoire du vent - Étudier le système respiratoire	- Science/technologie - Physique - Géographie - Histoire	- Trois cours (50 minutes) pour vent et expériences - Trois cours (50 minutes) pour étudier la carte du vent mondial et les types de vent. - Trois cours (50 minutes) pour étudier l'histoire du vent.



MODULE 1

APPRENDRE CE QUE C'EST QUE L'ÉNERGIE

APERÇU

Il s'agit d'une introduction à la définition de l'énergie, des sources d'énergie renouvelables et de l'énergie éolienne en particulier. Grâce à un exercice de recherche, les étudiants pourront identifier les différences entre les différents types de sources d'énergie. En regardant des ressources vidéo gratuites et en y réfléchissant, les élèves peuvent s'informer sur différents aspects de l'énergie éolienne, tels que les procédures d'autorisation, les coûts et les aspects environnementaux.

CLASSES

5-6^{ème} années d'école primaire (10-12 ans)

DURÉE

- Un cours (50 minutes) pour définir l'énergie
- 5 jours pour la recherche de sources d'énergie à la maison
- Deux cours (50 minutes) pour en apprendre plus sur différents aspects de l'énergie éolienne

MATIÈRES

- Physique
- Géographie
- Histoire

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À la fin de ce module, les étudiants auront acquis les connaissances et les compétences suivantes :

Connaissances

- Comprendre différents types et sources d'énergie
- Considérations clés pour l'énergie éolienne : les procédures administratives et les procédures d'autorisation ; aspects économiques et environnementaux

Compétences

- Classification des informations par groupe de définitions
- Sélectionner les informations pertinentes dans un document écrit et les transcrire avec leurs propres mots
- Organiser les informations dans un document écrit
- Présenter des images/représentations mentales sous forme de dessins et de textes
- Noter des informations tirées d'un documentaire vidéo sous forme de dessins
- Prendre des notes sous la forme de mots clés en regardant une vidéo

PLAN DE COURS

SUPPORTS

Vidéos YouTube sur : les éoliennes en mer, les procédures administratives et d'autorisation ; les aspects économiques et environnementaux de l'énergie éolienne.

MÉTHODE

PARTIE I APPRENTISSAGE DE L'ÉNERGIE

ÉTAPE 1

Introduction de l'énergie

- En classe, chaque étudiant réfléchit à quelques mots que lui évoque le terme « énergie ».
- L'enseignant écrit ces mots sur le tableau blanc, sans ordre spécifique.
- Les élèves copient tous les mots du tableau blanc dans leur carnet.

FIG. 4

Dans cet exemple, voici les mots auxquels les élèves ont pensé en lien avec l'énergie : écologie, climat, alimentation, puissance humaine, téléphone, réservoir, vert, différents types, consoles, distribution, soleil, panneaux solaires, nucléaire, lumière, prise, éolienne, boissons énergétiques, électricité, énergie fossile, éolienne, renouvelable, moteur, être énergétique, batterie.



ÉTAPE 2

Définition de l'énergie

Les élèves et l'enseignant tentent de définir l'énergie et de résumer leurs conclusions comme suit :

- L'énergie est invisible, mais nous pouvons voir la réaction qu'elle provoque
- Nous avons besoin d'énergie pour que les choses fonctionnent
- L'énergie peut changer de forme

ÉTAPE 3

Types d'énergie

L'enseignant donne un aperçu des deux types d'énergie : cinétique et potentielle (tableau 2). Sur la base de cette discussion, les élèves travaillent par binômes afin de classer l'énergie dans le tableau ci-dessous, en utilisant les mots qu'ils ont copiés dans leurs ordinateurs portables à l'étape 1.

TABLEAU 2

ÉNERGIE CINÉTIQUE	ÉNERGIE POTENTIELLE
Énergie mécanique : conduit un objet à se déplacer	Énergie chimique : provient des molécules
Énergie électrique : provient d'une charge électrique	Énergie nucléaire : stockée dans le noyau des atomes
Énergie thermique : sur la base de la chaleur	

ÉTAPE 4

Sources énergétiques

L'enseignant discute de la signification des énergies renouvelables et des combustibles fossiles avec les étudiants. Ensemble, ils établissent le tableau suivant en utilisant les mots ajoutés au tableau blanc à l'étape 1.

TABLEAU 3

ÉNERGIES RENOUVELABLES	COMBUSTIBLES FOSSILES
Énergie éolienne	Gaz
Solaire	Charbon
Énergie hydraulique	Huile

ÉTAPE 5

Recherche de sources d'énergie

Chaque élève choisit un type d'énergie et effectue des recherches à la maison pendant la semaine, dans lesquelles il résume ces trois éléments principaux sur une seule affiche :

- D'où provient l'énergie ?
- Est-elle renouvelable ou non ?
- Quels sont les avantages et inconvénients de ce type d'énergie ?

ÉTAPE 6

Présentation des travaux de recherche

- Chaque élève présente son affiche au reste de la classe
- Une copie de chaque affiche est distribuée à tous les élèves, de sorte qu'ils disposent d'un résumé de tous les autres types d'énergie pour en tirer des enseignements.

FIG. 5

Affiche d'un étudiant comparant les éoliennes terrestres et les éoliennes en mer, qui indique que les éoliennes en mer sont plus petites que les éoliennes terrestres. En réalité, c'est l'inverse.

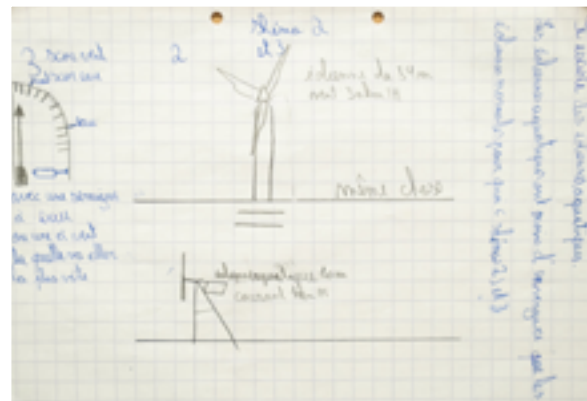


FIG. 6

Affiche d'un élève sur le gaz : où est-il produit ? ; quand a-t-il été découvert pour la première fois ? ; comment est-il produit ? ; en quoi consiste le produit ? ; avantages et inconvénients du gaz.



PARTIE II APPRENTISSAGE DES DIFFÉRENTS ASPECTS DE L'ÉNERGIE ÉOLIENNE

- L'enseignant sélectionne un certain nombre de vidéos sur YouTube qui traitent de différents aspects de l'énergie éolienne : les procédures administratives et les procédures d'autorisation ; les aspects économiques et environnementaux de l'énergie éolienne.
- Les étudiants sont répartis en quatre groupes. Chaque groupe regarde une vidéo différente sur un aspect particulier de l'énergie éolienne (elles sont en français, mais sont uniquement destinées à vous donner un aperçu général) :
 - › **Groupe 1 : Fonctionnement des éoliennes en mer**
<https://www.youtube.com/watch?v=iSfeRPa2EuU>
 - › **Groupe 2 : Réglementations en matière d'autorisation et avis sur l'impact des éoliennes sur le paysage**
<https://www.youtube.com/watch?v=LG40IrxYnqs>
 - › **Groupe 3 : Le coût de l'énergie éolienne**
<https://www.youtube.com/watch?v=0nWM2Wj3YYM>
 - › **Groupe 4 : L'éolien est-il l'énergie du futur ?**
<https://www.youtube.com/watch?v=7tvX4OJd8Nc>
- Chaque groupe crée une affiche en cours sur la base de ce qu'il a appris sur un aspect spécifique de l'énergie éolienne et la présente au reste de la classe.

FIG. 7

Affiche d'un élève sur le coût de l'énergie éolienne : quel est son coût par rapport à l'énergie nucléaire? L'évolution des prix de l'énergie éolienne; et la compétitivité des prix de l'énergie éolienne.

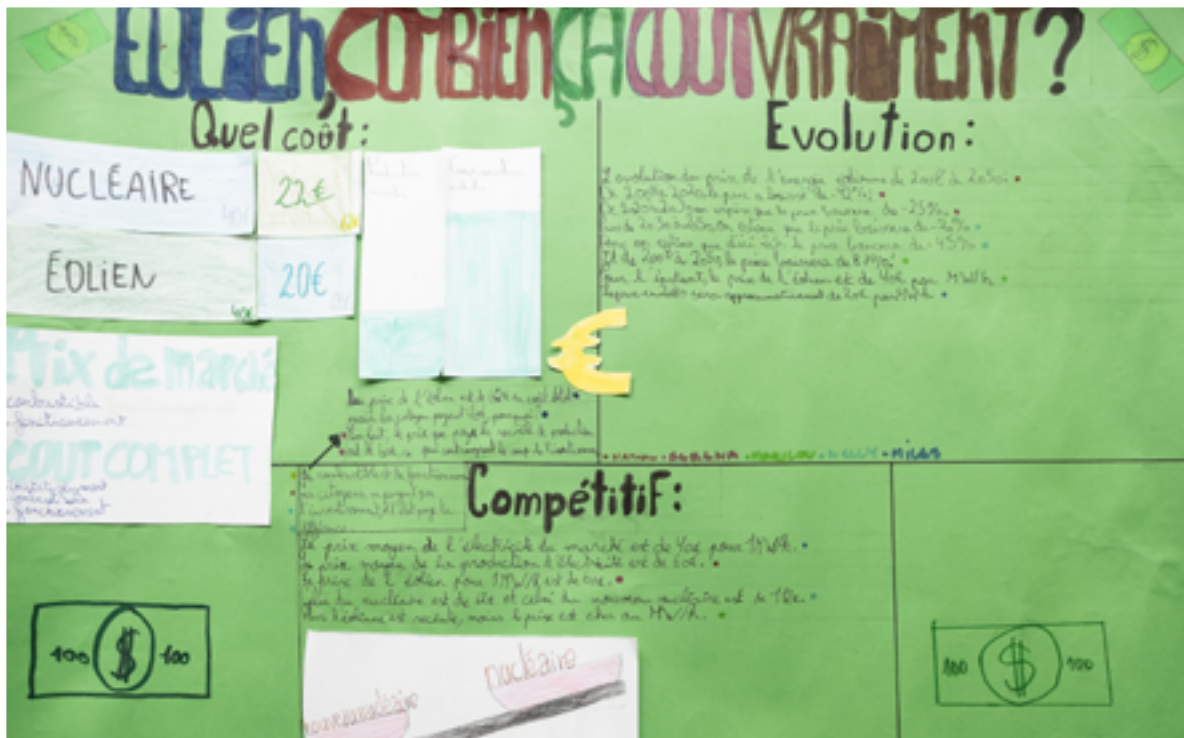
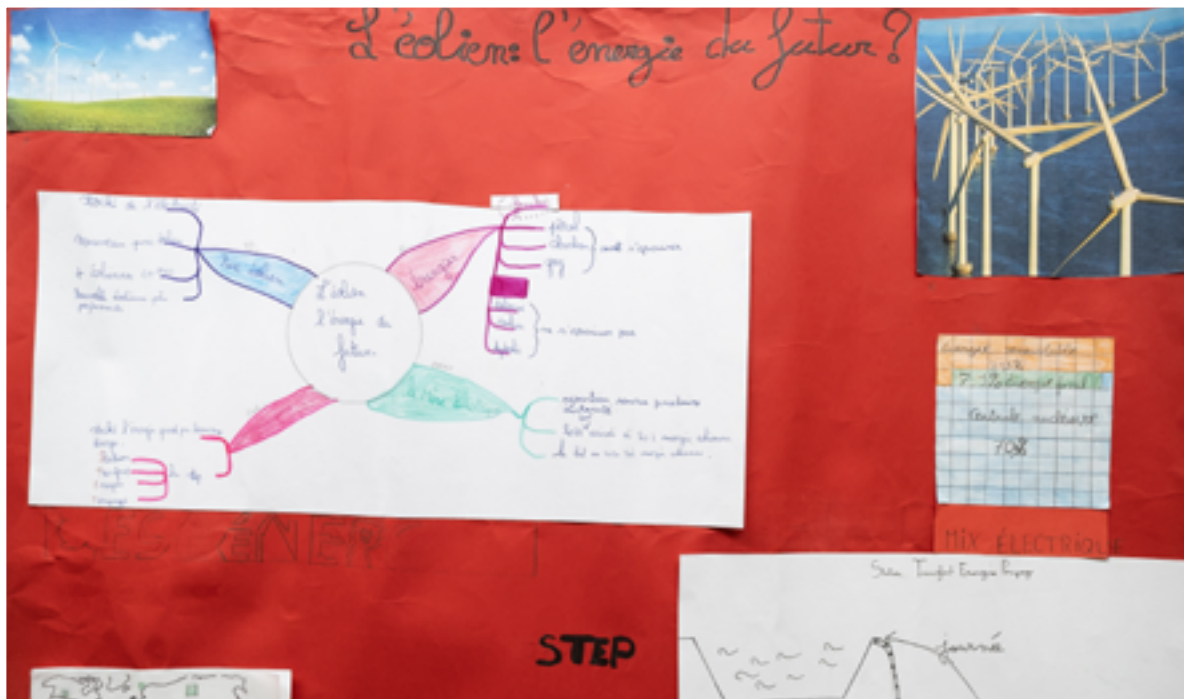


FIG. 8

Affiche d'un élève sur l'énergie du futur : l'énergie éolienne étant l'énergie du futur, elle nécessite la construction de nouveaux parcs éoliens, y compris en mer, ainsi que des éoliennes et des systèmes de stockage énergétique plus modernes et plus efficaces.





MODULE 2

CONSTRUIRE UN ANÉMOMÈTRE ET RELEVER DES MESURES

APERÇU

Les élèves peuvent apprendre à mesurer la vitesse du vent en construisant un simple anémomètre à coupelles. Un anémomètre à coupelles tel que celui ci-dessous est utilisé pour mesurer la vitesse du vent. L'anémomètre à coupelles présente un axe vertical et trois coupelles qui se déplacent avec le vent. Un capteur enregistre le nombre de rotations par minute que produit l'anémomètre à coupelles. Un ordinateur utilise ces informations pour estimer la vitesse à laquelle souffle le vent.

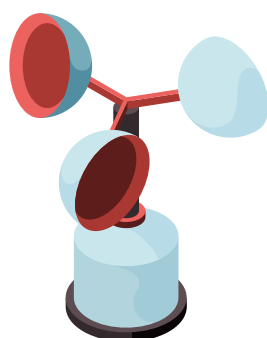
Une éolienne peut uniquement fonctionner en connaissant la vitesse du vent, et plus le vent souffle rapidement, plus l'éolienne produit d'électricité. C'est pourquoi elle doit mesurer la vitesse du vent et, pour ce faire, être équipée d'un anémomètre.

Imaginez une éolienne produisant de l'électricité avec une vitesse du vent de 5 mètres par seconde. Si la vitesse du vent double, passant de 5 à 10 mètres par seconde, l'éolienne produira huit fois plus d'électricité qu'auparavant.

CLASSES

5-6^{ème} années d'école primaire (10-12 ans)

FIG. 9
Anémomètre



DURÉE

- Deux cours (50 minutes) pour construire les anémomètres
- Deux cours (50 minutes) pour prendre des mesures

MATIÈRES

- Physique
- Géométrie
- Mathématiques

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À la fin de ce module, les étudiants auront acquis les connaissances et les compétences suivantes :

Connaissances

- Comment mesurer la longueur
- Vitesse → Vitesse du vent
- La circonférence et la surface du cercle : apprendre de nouvelles formules
- Découvrir et comprendre le concept de Pi (π)

Compétences

- Planification et conception d'un projet en 3D
- Comparer les résultats et les organiser dans un tableau à double entrée
- Découvrir et utiliser une méthode scientifique
- Aborder un défi de manière rationnelle et trouver des solutions possibles à l'aide des données disponibles
- Présenter ce raisonnement au groupe

PLAN DE COURS

MATÉRIAUX

- Tiges en bois
- Bras en bois
- Pots de yaourt vides
- Un mécanisme pour faire tourner les bras

MÉTHODE

Lors d'une journée venteuse, demandez aux élèves comment ils peuvent mesurer la vitesse du vent.

Réponse —> Un anémomètre !

ÉTAPE 1

Construction d'un anémomètre

- Par groupes de trois, les élèves proposent un projet de création d'un anémomètre en répondant à ces trois questions :
 - De combien de bras l'anémomètre a-t-il besoin ?
 - Quels types de coupelles peut-on utiliser ?
 - Quelle est la taille de chaque partie de l'anémomètre ?

- Chaque équipe crée un schéma de son anémomètre à l'échelle (Fig. 10)
- Sur la base de ce dessin, chaque équipe construit son anémomètre à l'aide de bois pour la tige vertical et les bras, de pots de yaourt pour les coupelles et d'un mécanisme permettant de faire tourner les bras.

TABLEAU 4

Exemples de la taille des anémomètres que chaque équipe peut construire

ÉQUIPE	Taille de la base	Taille de l'arbre vertical (hauteur)	Dimensions des bras horizontaux (longueur)
1	9 x 9 cm	20 cm	15 cm
2	15 x 15 cm	40 cm	15 cm
3	12 x 12 cm	30 cm	14 cm
4	18 x 18 cm	15 cm	15 cm
5	20 x 20 cm	40 cm	10 cm
6	15 x 15 cm	30 cm	15 cm
7	20 x 20 cm	25 cm	20 cm

FIG. 10

Exemple de schéma à l'échelle, avec les différents éléments : socle, tige vertical, bras horizontal.

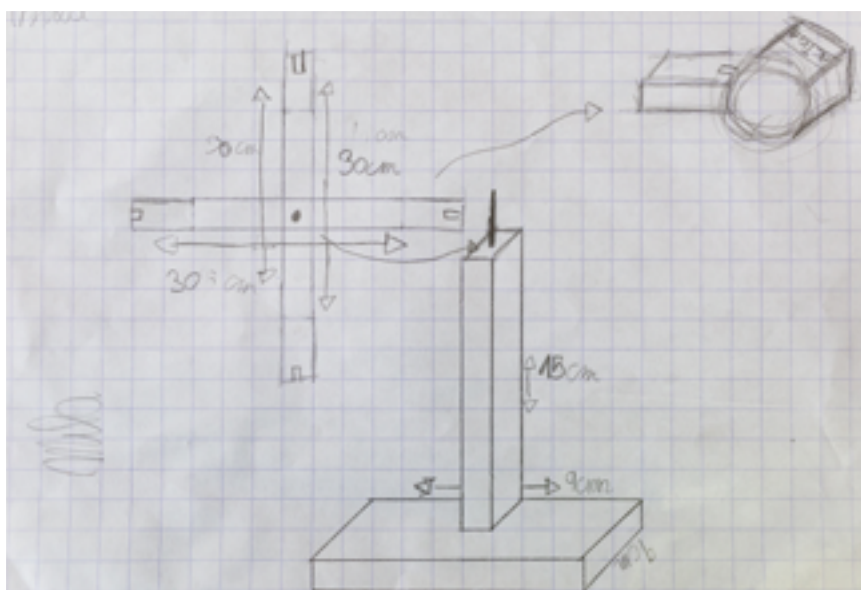




FIG. 11

Les élèves placent les bras horizontaux sur la tige verticale de l'anémomètre



FIG. 12

Les élèves attachent les coupelles (pots de yaourt vides) aux bras horizontaux de l'anémomètre.

ÉTAPE 2

Utilisation d'un anémomètre pour mesurer le vent

Une fois les anémomètres construits, ils doivent être testés.

- Lors d'une journée venteuse, dans une zone bien ventilée de la cour de récréation, chaque équipe compte le nombre de rotations que ses coupelles produisent sur une période de 30 secondes, en plaçant un marqueur coloré sur l'une des coupelles pour faciliter le comptage.
- Un membre de l'équipe note le nombre de rotations sur un tableau et compare les résultats avec les autres équipes
- Plus il y a de rotations, plus le vent souffle et plus sa vitesse est élevée !

ÉTAPE 3

Expérimentations avec l'anémomètre

- En groupe, les élèves doivent discuter des raisons pour lesquelles le nombre de rotations enregistrées diffère d'une équipe à l'autre.



Les dimensions des bras de l'anémomètre influent-elles sur le nombre de rotations ?

- Pour répondre à cette question, les élèves doivent réaliser l'expérience suivante en classe :

Matériel :

- 3 anémomètres par les élèves (voir tableau ci-dessus) dont la taille de la base, de l'arbre vertical et des bras réalisés diffère
- 1 ventilateur
- 1 chronomètre

Hypothèse :

Les élèves avancent leur propre hypothèse : l'anémomètre qui possède les bras les plus longs tournera le plus rapidement.

Expérience :

- Les élèves tournent le ventilateur face à l'anémomètre
- Ils essayent différentes vitesses et distances du ventilateur jusqu'à ce que l'anémomètre commence à tourner

- Pour chaque anémomètre, les élèves comptent le nombre de rotations sur une période de 30 secondes
- Les étudiants notent que l'anémomètre qui tourne le plus est celui dont les bras sont les plus courts

En conclusion :

La classe parvient aux mêmes conclusions :

- Plus les bras de l'anémomètre sont courts, plus l'anémomètre est rapide
- Plus les bras sont longs, moins l'anémomètre fait de rotations
- Les coupelles de l'anémomètre se déplacent en formant un cercle
- La « longueur du cercle » obtenue par la rotation des coupelles est plus courte lorsque les pales sont plus courtes.



Cette comparaison ne tient pas compte de la taille des coupelles. L'influence de la taille des coupelles sur le nombre de rotations peut faire partie des discussions avec les élèves.

ÉTAPE 4

Mesure de la circonférence et de la surface du cercle formé par l'anémomètre

Jusqu'à présent, les élèves ont découvert que le mouvement des coupelles de l'anémomètre formait un cercle.

Exercice de mathématiques :

- Demandez aux élèves de résoudre ce problème individuellement :



Comment mesurer la circonférence du cercle formé par les rotations de leur anémomètre ?

Mesures :

- Pour mesurer la circonférence, les élèves sont libres d'utiliser les matériaux qu'ils souhaitent. Idéalement, ils pourraient utiliser une corde pour couvrir la longueur de leur cercle.
- Les élèves notent la « longueur » de leur cercle = la **circonférence (C)**
- Les élèves mesurent également le **diamètre (D)** et le **rayon (r)** de leur cercle et les notent.

Comparaison et observation :

- Demandez aux élèves de comparer le **diamètre** de leur cercle avec la circonférence de leur cercle
- Les élèves constateront que la circonférence représente un peu plus de **3 fois** le diamètre du cercle.

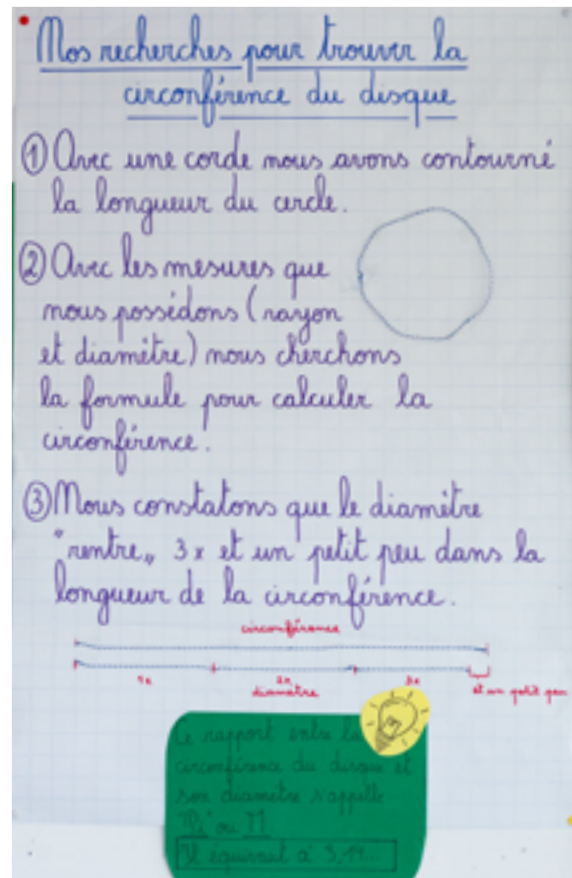
En conclusion :

L'enseignant présente le nombre Pi (π) et les formules permettant de calculer la circonférence et la superficie :

- Le rapport entre la circonférence du cercle et son diamètre est appelé **Pi (π)**
- **Pi (π)** est égal à **3,14**
- La formule utilisée pour le calcul de la circonférence du cercle est **$C = \pi \times D$**
- La formule de calcul de la superficie du cercle est :
 $A = \pi \times r \times r$

FIG. 13

Les élèves notent leurs conclusions dans un carnet



1. Nous plaçons une corde autour de la longueur du cercle
2. Avec les mesures du rayon et du diamètre, nous avons élaboré les formules de calcul de la circonférence du cercle formé par les bras de l'anémomètre ;
3. Nous avons observé que la circonférence représente un peu plus de 3 fois le diamètre du cercle.



MODULE 3

COMPRENDRE LA TECHNOLOGIE DES ÉOLIENNES

APERÇU

En regardant des ressources vidéo gratuites, les élèves peuvent en apprendre davantage sur les différents composants d'une éolienne et sur leur fonctionnement. Ils construiront leurs propres éoliennes et les testeront pour calculer le temps nécessaire pour qu'une turbine soulève un poids de 20 g.

CLASSES

- 5-6^{ème} années d'école primaire (10-12 ans)

DURÉE

- Deux cours (50 minutes) pour travailler sur les vidéos relatives à l'énergie éolienne et sur la visite virtuelle d'une éolienne
- Quatre cours (50 minutes) pour construire et tester des éoliennes

MATIÈRES

- Science/technologie
- Physique
- Grammaire

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À la fin de ce module, les étudiants auront acquis les connaissances et les compétences suivantes :

Connaissances

- Fonctionnement d'une éolienne et de ses différents composants
- Comprendre les forces de poussée et de traînée
- Comprendre comment fonctionne la production d'énergie à partir des rotations

Compétences

- Présenter des images/représentations mentales sous forme de dessins et de textes
- Dégager des informations à partir d'un documentaire vidéo
- Prendre des notes sous la forme de mots clés en regardant une vidéo
- Construire un objet 3D à l'aide de matériaux recyclés

PLAN DE COURS

MATÉRIAUX

Pour construire des éoliennes en classe, vous aurez besoin :

- De modèles réduits d'éoliennes, d'une hauteur comprise entre 20 et 50 cm (par exemple Vestas ou Siemens Gamesa)
- De bouteilles en plastique de 1,5 ou 2 litres + de gobelets
- De sable pour remplir les bouteilles en plastique afin de les stabiliser
- De carton ou de papier pour la fabrication des pales
- De bâtons de bois pour maintenir les pales en place
- De liège afin de fixer les lames
- De ruban adhésif et de colle instantanée
- De petits générateurs équipés d'une petite ampoule à LED
- D'un poids de 20 g
- D'une chaîne pour fixer le poids de 20 g
- D'un ventilateur

Voir le guide étape par étape pour la construction d'une éolienne avec des matériaux recyclés dans le Support à destination des enseignants.



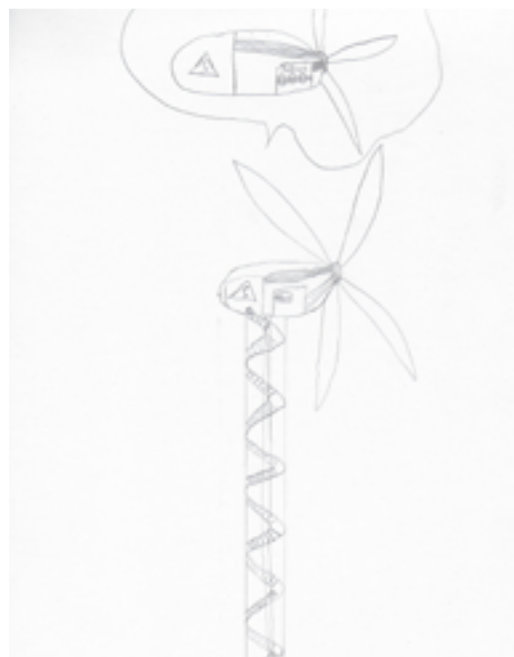
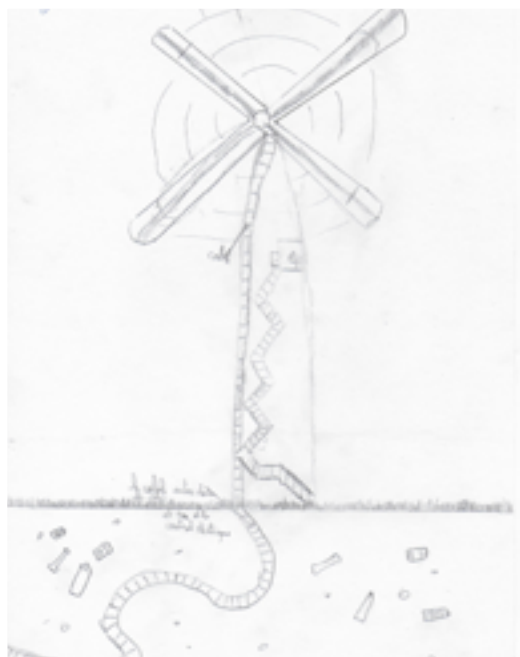
MÉTHODE

ÉTAPE 1

Construction d'un anémomètre

- Chaque élève répond par écrit aux trois questions suivantes, en présentant ses réflexions (représentations) sur les éoliennes et l'énergie éolienne :
 - › Qu'est-ce que je sais des éoliennes ?
 - › Est-ce que j'aimerais en apprendre davantage sur ces questions ?
 - › Pourquoi ce thème est-il pertinent ?
- Chaque élève dessine le schéma d'une éolienne et de son fonctionnement sur la base de ce qu'il sait/ imagine (fig. 14).
- Chaque élève explique son schéma sous forme de texte.
- Cela servira de point de départ pour les activités qui suivent, lors de la discussion sur le fonctionnement d'une éolienne.

FIG. 14 & 15



Exemple de récapitulatif d'un élève

Extérieur d'une éolienne

1. PALES

- En général **trois**
- Forme **aérodynamique**

2. NACELLE

- **Girouette** : indique la direction du vent
- **Anémomètre** : mesure la force du vent
- **Protection contre la foudre** : protège l'éolienne contre les éclairs

3. TOUR

- **80** mètres de hauteur

Intérieur d'une éolienne

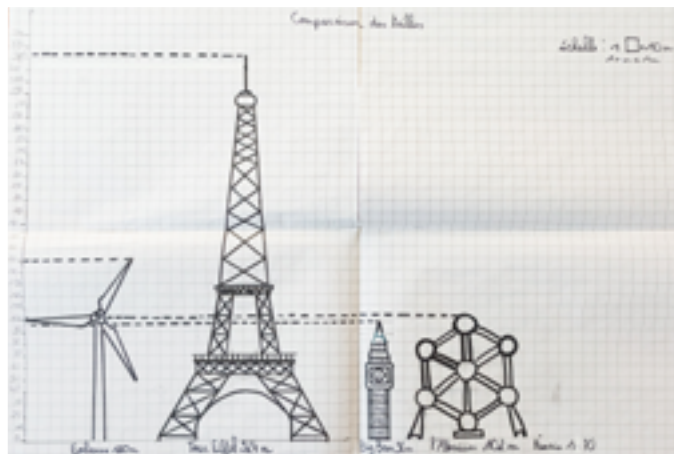
4. NACELLE

- **Générateur** : transforme l'énergie éolienne en électricité
- **Système de lacet** : aide les pales à faire face au vent
- **Multiplicateur de vitesse** : augmente la rotation de l'arbre principal lorsqu'il n'y a pas assez de vent
- **Axe du rotor**
- **Frein d'urgence** : arrête la turbine lorsqu'il y a trop de vent

Taille d'une éolienne moderne :

FIG. 16

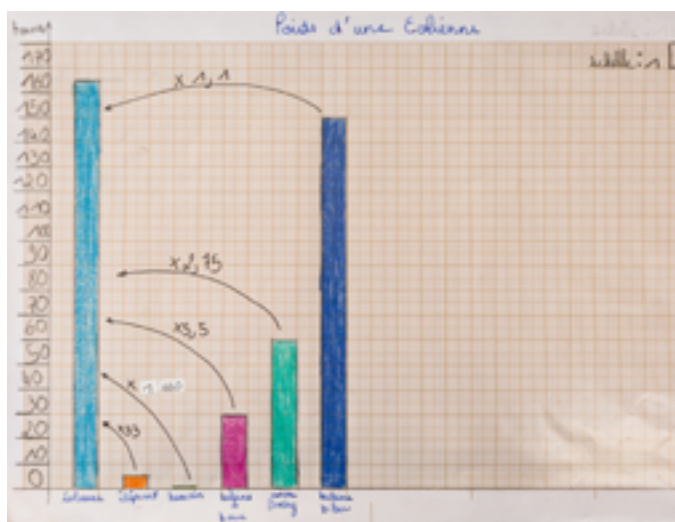
Les élèves calculent la hauteur d'une éolienne : 1 cm = 10 m. : 1 cm = 10 m.



Poids d'une éolienne moderne :

FIG. 17

Les élèves calculent le poids d'une éolienne par rapport à un éléphant, à un être humain, à une baleine à bosse, à un avion Boeing et à une baleine bleue. Échelle : 1 cm = 10 tonnes.



ÉTAPE 2

Apprendre le fonctionnement des éoliennes

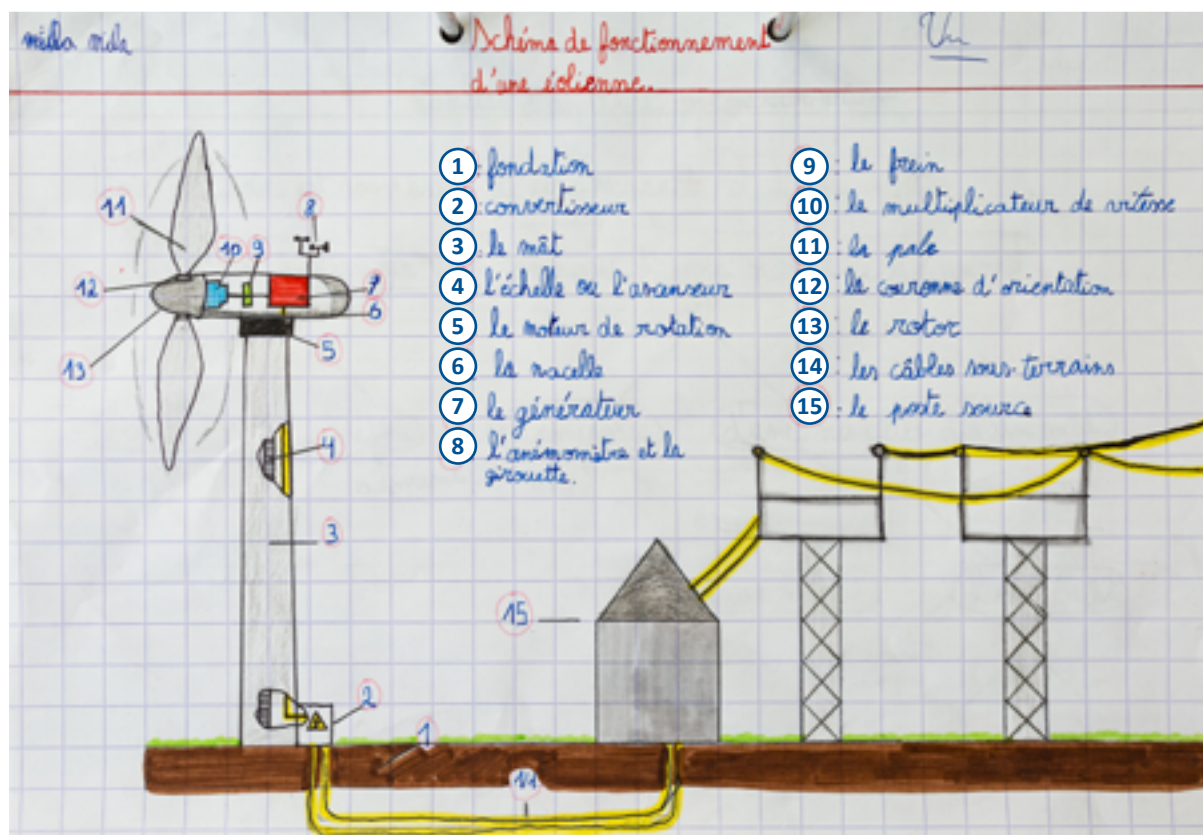
- Tout d'abord, tous les élèves de la classe regardent ensemble une vidéo pour en savoir plus sur les différentes composantes d'une éolienne et sur leur fonctionnement.
- Les élèves prennent des notes en regardant la vidéo.
- Ils étudient ensuite de véritables modèles réduits d'éoliennes (d'une hauteur de 20 à 50 cm, par exemple Vestas ou Siemens Gamesa).
- Avec tout cela, ils peuvent faire un récapitulatif décrivant (voir page précédente) :
 - › L'extérieur d'une éolienne
 - › l'intérieur d'une éolienne
 - › La taille d'une éolienne moderne par rapport aux autres bâtiments qu'ils connaissent
 - › Le poids d'une éolienne moderne

ÉTAPE 3

Réalisation du schéma final d'une éolienne

Sur la base du résumé des notes des étapes 1 et 2, les étudiants devraient travailler ensemble sur un diagramme représentant une éolienne et ses différentes composantes, comme l'exemple ci-dessous :

FIG. 18



- | | | |
|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 1. Fondation | 6. Nacelle | 11. Pale |
| 2. Convertisseur | 7. Générateur | 12. Couronne d'orientation |
| 3. Mât | 8. Anémomètre et la girouette | 13. Rotor |
| 4. Échelle d'accès ou ascenseur | 9. Frein | 14. Câbles souterrains |
| 5. Moteur de rotation | 10. Multiplicateur de vitesse | 15. Poste source |

ÉTAPE 4

Construction d'une éolienne

- Pour réussir la construction d'une éolienne dans la salle de classe, les élèves doivent chercher à relever le défi suivant :
 - › **Construire une éolienne, avec des matériaux recyclés, capable de soulever un contre poids de 20 g le plus rapidement possible** (en utilisant le guide étape par étape du chapitre « Support à destination des Enseignants » ci-dessous).
 - › **Explication du défi** : La rotation d'un rotor d'éolienne provient de l'interaction aérodynamique entre les pales et le vent. Au cours de cette interaction, deux forces sont créées : la force de poussée, qui déclenche la rotation, et la force de traînée qui agit contre le mouvement de la lame dans la direction opposée, en essayant de la décélérer. La performance d'une éolienne avec un compteur (limité à 30 cm dans ce défi) dépend de la forme de la pale et du nombre de pales utilisées. Pour voir quelles sont les meilleures performances, les élèves expérimentent différentes géométries de pales et différentes gammes de pales.
- Les élèves sont répartis en groupes de 4. Ils sélectionnent ensuite le matériel dont ils ont besoin et réfléchissent à la manière de construire leurs éoliennes. Ils doivent prêter attention à **l'orientation** des pales, à leur **forme**, à leur **taille** et à leurs **matériaux**.
- Ils remplissent les bouteilles avec du sable pour les rendre plus stables, puis attachent le générateur. Ils construisent des coins afin de le relier à la bouteille.
- Une fois les éoliennes construites, chaque élève les testent à l'aide d'un ventilateur, permettant de produire du vent.

Instructions concernant la forme et l'orientation des pales :

Différents types de pales peuvent être utilisés dans ce cours :

FIG. 19

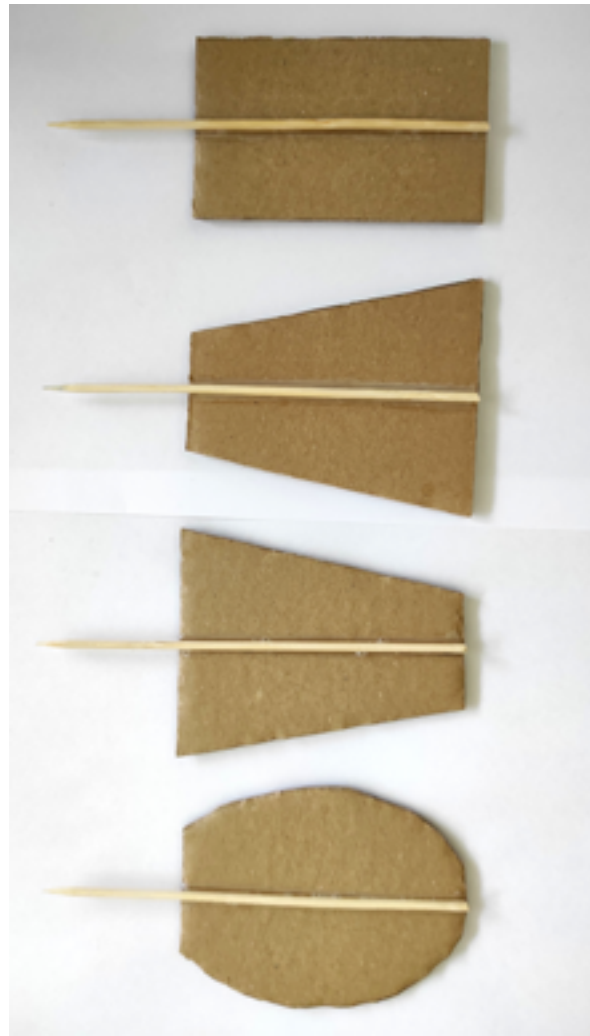


FIG. 20



FIG. 21

Les pales sont placées sur le moyeu de manière à faire face au débit avec une exposition maximale à la surface. Dans ce cas, le rotor présente une forte résistance. Aucune force de poussée n'est créée et le rotor ne peut pas basculer.



FIG. 22

Le flux du vent est axial (le vent souffle de notre emplacement vers le rotor), l'ensemble du flux d'air traversera les pales sans aucune interaction. Une fois de plus, il n'y aura pas de rotation.



FIG. 23

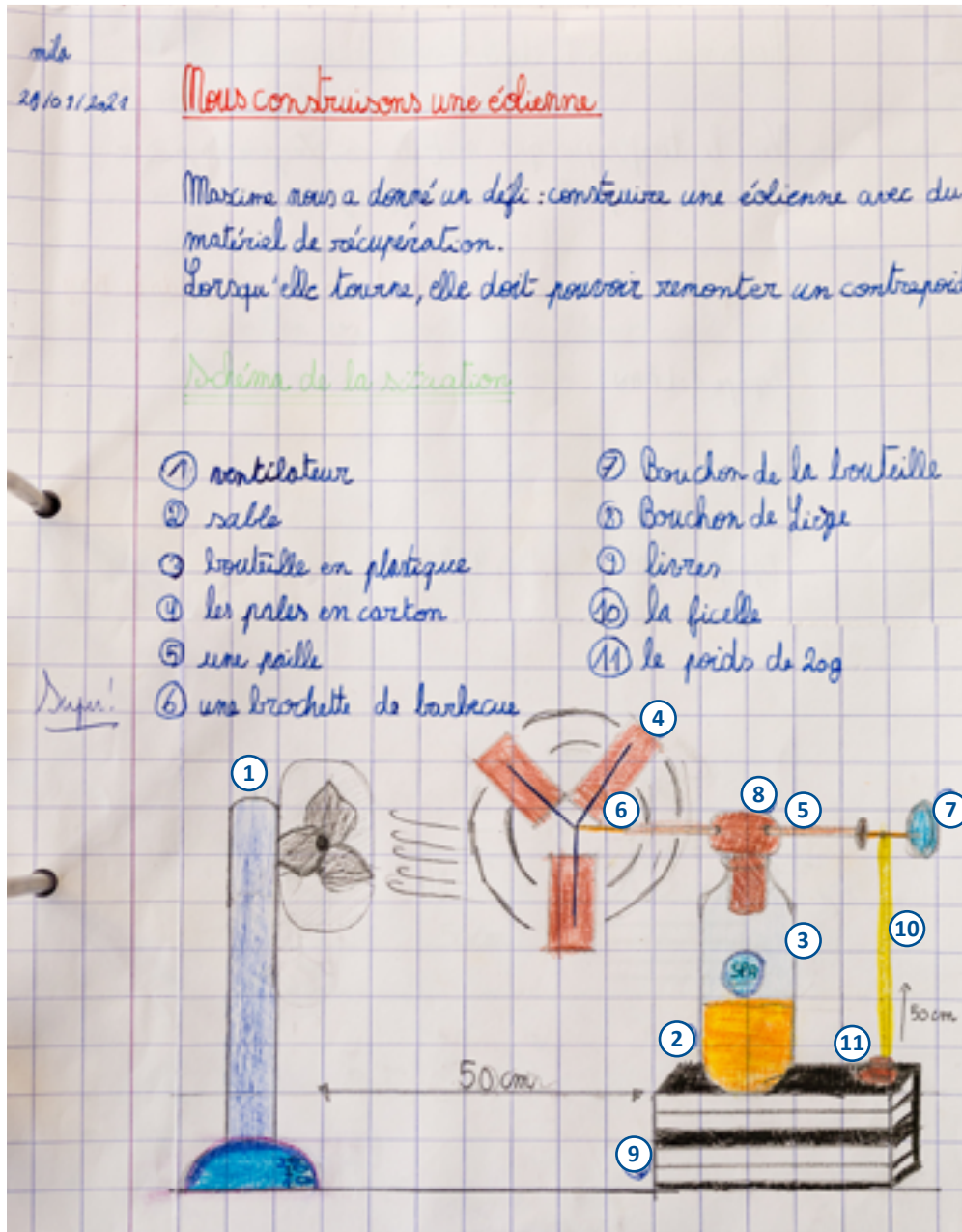
Lorsque les pales sont tournées à un angle de 45°, il existe une forte interaction entre le vent entrant et les pales. Le flux passant par les pales crée une force de poussée qui fait tourner le rotor. Nous pouvons également les fixer à d'autres angles que 45° pour trouver le meilleur angle (inclinaison) pour la conception du rotor.



Construction des éoliennes :

FIG. 24

Dessin d'élève expliquant la construction de l'éolienne et le défi de l'exercice.



- | | | |
|---------------------------|--------------------------|-------------------|
| 1. Ventilateur | 5. Une paille | 9. Livres |
| 2. Sable | 6. Brochette de barbecue | 10. Ficelle |
| 3. Bouteille en plastique | 7. Bouchon de bouteille | 11. Poids de 20 g |
| 4. Pales en carton | 8. Bouchon de liège | |

FIG. 25

Une éolienne construite par un élève.



FIG. 26

Elève avec son éolienne.



FIG. 27

Éolienne fabriquée par un élève à une échelle de 1: 100.



Le défi ;

Lorsque tout le monde est prêt, on peut lancer le concours, un groupe à la fois. Les élèves doivent enregistrer le temps nécessaire pour que leur éolienne soulève un poids de 20 g, à l'aide d'un tableau (voir ci-dessous).

Ce défi peut également être réalisé à l'aide d'un contre-poids plus lourd.

TABLEAU 5

GROUPE	DURÉE (SECONDES)
1	5.40
2	3.42
3	7.73
4	4.04

ÉTAPE 5

Leçon de grammaire utilisant le vocabulaire du cours

Afin de faciliter la compréhension du programme scolaire, l'enseignant peut utiliser indirectement le sujet des éoliennes pour enseigner des points de grammaire. Il pourrait s'agir d'utiliser des phrases employées lors de la discussion comme base pour une leçon de grammaire.

Exemples de phrases :

- Mardi, nous avons vu en classe une vidéo sur les éoliennes
- Une éolienne est composée d'une nacelle et d'une tour



MODULE 4

EN APPRENDRE PLUS SUR LE VENT

APERÇU

En menant de simples expériences, les élèves peuvent comprendre comment le vent se crée et ce qui fait tourner les pales d'une éolienne. Ils peuvent en apprendre davantage sur différents types de vent grâce à une carte mondiale des vents. Un exercice de recherche permettra aux étudiants de se familiariser avec l'histoire du vent, de la voile aux éoliennes modernes. Nous utilisons notre fonction respiratoire pour jouer des instruments à vent, alors demandons-nous comment fonctionne notre système respiratoire.

GROUPE CIBLE

- 5-6^{ème} années d'école primaire (10-12 ans)

DURÉE

- Trois cours (50 minutes) consacrés au vent et aux expériences
- Trois cours (50 minutes) concernant la carte mondiale des vents et les types de vent
- Trois cours (50 minutes) sur l'histoire du vent

MATIÈRES

- Science/technologie
- Physique
- Géographie
- Histoire

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

À la fin de ce module, les étudiants auront acquis les connaissances et les compétences suivantes:

Connaissances

- Qu'est-ce que le vent? Comment se crée-t-il ?
- Aérodynamique : principes généraux
- Types de vent dans le monde
- Périodes historiques : modes de vie et croyances dans différentes civilisations
- Le système respiratoire : fonctionnement général + schéma

Compétences

- Travaux sur la méthode scientifique
- Formuler une hypothèse et la vérifier
- Étudier une carte du monde et trouver des indices pertinents relatifs au thème
- Classer ces indices en groupes
- Mémoriser les informations et pouvoir les réécrire avec ses propres mots de manière synthétique
- Rechercher des documents historiques et trouver des informations pertinentes
- Observer une dissection et faire un dessin d'observation
- Rédiger un compte-rendu de la dissection

PLAN DE COURS

MATÉRIAUX

- Verre rempli d'eau
- Carte de jeu
- Ballon de baudruche
- Bouteille plastique
- Eau chaude
- Eau froide (glace)

MÉTHODE

ÉTAPE 1

Évaluer les connaissances des élèves sur le vent

Les élèves commencent par répondre à la question :



Que connais-je du vent ?

- Chaque étudiant met à plat ce qu'il sait sur le vent (en tant que représentations) sous la forme d'un dessin et d'un texte. Exemple de texte : « Il y a plus de vent en mer qu'à terre ».
- Chaque élève explique son dessin et son texte au reste de la classe
- Cela servira de point de départ pour les activités à venir, lors de la discussion sur le thème du vent.

ÉTAPE 2

Mise en commun des expériences sur le vent et l'aérodynamique

PARTIE I VENT

En partant des idées des élèves, les deux prochaines expériences s'efforceront de s'appuyer sur leurs connaissances du vent. Les expertises sont réalisées selon une approche scientifique.

EXPÉRIENCE 1

Pression de l'air, également appelée pression atmosphérique

Un verre est rempli d'eau à ras-bord et recouvert d'une carte. Le verre est lentement renversé. Que va-t-il se passer ?

Hypothèse :

Les étudiants font leurs propres hypothèses :

- De petites bulles d'air vont monter à la surface
- Le papier va s'imbiber et la carte ne restera pas en place.
- La carte va tenir

Observation :

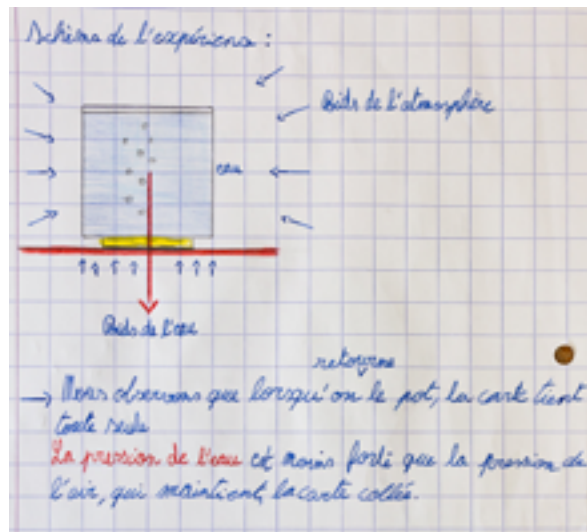
Les élèves observent que lorsque le verre d'eau est renversé, la carte reste collée à la tasse et ne tombe pas.

Interprétation :

L'enseignant explique que la pression de l'eau est plus faible que celle de l'air. C'est la pression de l'air, également appelée pression atmosphérique, qui maintient la carte sur le verre.

FIG. 28

Carnet d'élèves. Expérience 1 sur la pression de l'air.



EXPÉRIENCE 2

Les effets de la différence de température

- Enlevez le bouchon de la bouteille et enfitez l'embout du ballon autour du goulot de la bouteille
- Placez la bouteille avec le ballon dans un bol d'eau bouillante, puis dans un bol d'eau froide

Que se passe-t-il ?

Observation :

Le ballon gonfle lorsque la bouteille est placée dans l'eau chaude et se dégonfle lorsqu'elle est dans l'eau froide.

Interprétation :

L'enseignant explique que dans **l'eau chaude**, l'air à l'intérieur de la bouteille se réchauffe, se dilate et monte, ce qui gonfle le ballon. Dans **l'eau froide**, l'air froid tombe, ce qui dégonfle le ballon.

FIG. 29

Carnet d'élève. Expérience n°2 sur les effets de la différence de température.

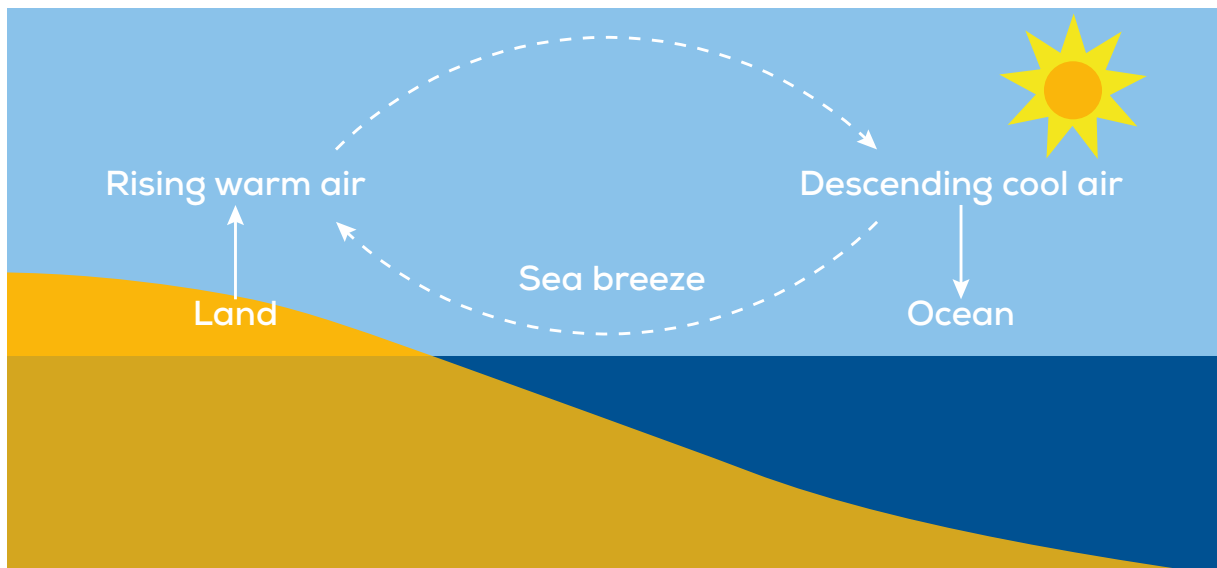


QUEL EST LE LIEN AVEC LA FORMATION DU VENT ?

L'enseignant et les élèves discutent des résultats des deux expériences pour tenter de déterminer comment le vent est créé :

- Le soleil chauffe une partie de l'atmosphère différemment des autres parties
- Lorsque la terre est chauffée par le soleil, l'air se réchauffe, se dilate et monte dans l'atmosphère, provoquant une baisse de la pression dans les zones chaudes par rapport aux zones plus froides.
- L'air dans les zones froides se refroidit et descend dans l'atmosphère, ce qui crée une pression élevée
- L'air passe toujours des zones à haute pression aux zones à basse pression : ce mouvement d'air, c'est ce que l'on appelle le vent (figure 30).

FIG. 30



PARTIE II AÉRODYNAMIQUE

CONCOURS :

Les pales d'une éolienne moderne ont une forme similaire aux ailes d'un avion. Pour comprendre l'interaction entre les pales d'éoliennes et le vent, l'enseignant peut organiser un concours avec les élèves afin de montrer comment un avion vole :

! En équipes de deux, les élèves construisent un avion en papier et le font voler aussi loin que possible.

- Le concours se déroule dans un couloir de l'école, protégé du vent
- Les étudiants constatent que certains avions volent plus loin que d'autres
- Les élèves mesurent la distance parcourue par leurs avions et établissent un tableau pour comparer les résultats

** Cet exercice peut également être l'occasion de travailler sur les mesures de la longueur ou de les réviser.*

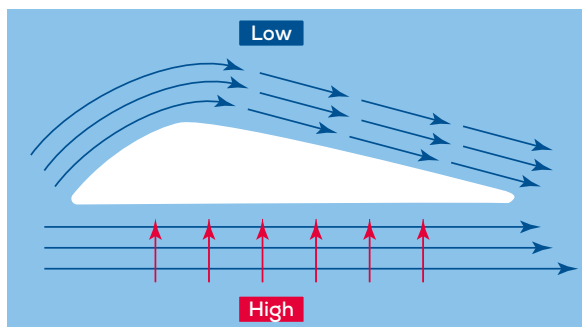
QUESTION DE RECHERCHE :

L'enseignant demande aux élèves :

? Pourquoi certains avions volent-ils plus loin que d'autres ?

Pour répondre à cette question, les élèves doivent essayer de présenter des hypothèses en comparant l'avion en papier à un vrai avion.

FIG. 31
Vue de coupe d'une pale d'éolienne avec un côté plat et un côté plus arrondi.



HYPOTHÈSES :

TABEAU 6
Exemples

AVION EN PAPIER	VRAI AVION
• Fin et léger. • Bout pointu. • La forme des ailes est importante. • Les ailes sont symétriques	• Les ailes sont arrondies en haut et plate en bas: dépression. • La pression de l'air soulève l'avion.

EXPLICATION :

- Sur l'image 31 ci-dessous, le vent se déplace autour du bord plus long, incurvé, et crée une poche de pression plus faible tandis que le vent, sous la pale, reste à la même pression. Cela crée un déséquilibre de pression par rapport au vent qui circule au-dessus.
- Les ailes sont construites de manière à ce que l'air se déplace plus rapidement autour de la partie supérieure de l'aile. Lorsque l'air se déplace plus rapidement, sa pression diminue. Ainsi, la pression au sommet de l'aile est inférieure à la pression en bas de l'aile. Le différentiel de pression agit comme force de poussée.
- Sur une éolienne, la force de poussée sur les pales entraîne son mouvement rotatif, créant un couple qui s'équilibre avec le couple au niveau du générateur.

FIG. 32
Carnet d'un élève. La force de poussée crée une force rotative et provoque la rotation des pales.



ÉTAPE 3

Étudier la carte mondiale des vents et les types de vent

- Les élèves observent la carte mondiale des vents, par exemple celle des vents relevés en janvier et février 2021.
- Ils notent les noms des vents locaux
- L'enseignant prépare une fiche d'information pour chaque vent local
- Il place ces fiches à différents endroits dans le couloir de l'école.
- Les élèves résument les fiches d'information individuellement, sous la forme d'un texte ou d'une carte heuristique. Pour ce faire, ils se déplacent silencieusement dans le couloir en lisant les descriptions de l'enseignant, sans prendre de quoi noter. Ils essaient de retenir autant d'informations que possible avant de retourner les noter sur leur feuille. Les élèves peuvent consulter chaque fiche d'information trois fois maximum.

Exemple de synthèse de texte, par un élève, des fiches d'information sur les vents locaux :

- Le **Sirocco** est un vent puissant d'Afrique. Il est originaire d'Algérie, du Maroc et de Tunisie et peut atteindre la Grèce, la Sicile, la Corse et parfois même remonter jusqu'aux Alpes. Il peut souffler à des vitesses allant jusqu'à 100 km/h.
- Le **Harmattan** est un vent qui traverse l'Afrique de l'Est et du Nord-Est. Il soulève et transporte beaucoup de sable, ce qui peut souvent gêner la visibilité des avions. L'harmattan est un vent d'hiver qui souffle de décembre à janvier. Quand il souffle, les jours sont très chauds et les nuits très fraîches.
- L' **Alizé** est un vent constant qui souffle entre les tropiques. Dans l'hémisphère nord, il souffle en direction du nord-est et au sud de l'Equateur, il souffle en direction du sud-ouest.
- Un **blizzard** est une tempête de neige associée à des vents forts. Elle réduit la visibilité à quelques mètres seulement.
- **Cyclones tropicaux** : un cyclone est une tempête tropicale caractérisée par des orages et de grandes formations nuageuses. Ces nuages et ces vents commencent à tourner autour de l'œil du cyclone, une zone de climat calme. Cette tempête est mobile et dévaste tout sur son passage.

FIG. 33

Carte des vents mondiaux les plus connus.



Histoire du vent

- croyances;
- utilisations du vent;
- légendes;
- inventions liées au vent;
- instruments de musique à vent...

Chaque équipe de 3 ou 4 élèves choisit une période historique ou une civilisation sur laquelle ils souhaitent se concentrer pour leurs recherches sur le vent. Ils doivent couvrir divers aspects tels que les croyances, les utilisations du vent, les légendes, les inventions liées au vent, etc. Les exemples de périodes historiques et de civilisations possibles comprennent :

- Chaque équipe crée une affiche présentant les informations et les images les plus importantes à retenir, afin de résumer les résultats de ses recherches. Les élèves peuvent alors présenter cette affiche au reste de la classe. Les affiches sont ensuite placées sur la frise chronologique de la salle de classe.

Affiche d'un élève sur le vent dans l'Égypte antique. Elle décrit :

- Des inventions liées au vent : tours à vent ; moulins à vent ; bateaux à voile.
- Des instruments à vent utilisés : flutes ; clarinettes ; trompettes, aubois.
- Des croyances liées au vent : Horus, Dieu de vent ; Amun, Dieu du soleil et du vent ; Amonet, Déesse du vent ; Seth, Dieu du tonnerre.
- Les Égyptiens utilisaient des felouques pour naviguer sur le Nil.



FIG. 35

Chaque affiche est ensuite placée le long d'une frise chronologique, dans la salle de classe.



ÉTAPE 5

Étudier le système respiratoire

Pour que le programme soit facile à comprendre, l'enseignant peut utiliser la matière du vent pour parler aux élèves du système respiratoire. Dans leurs précédents exercices de recherche, les étudiants ont pu découvrir différents exemples d'instruments à vent tout au long de l'Histoire. Nous utilisons notre système respiratoire pour faire sonner ces instruments à vent.

- Les élèves créent un premier schéma montrant ce qu'ils savent du système respiratoire, ou comment ils pensent que celui-ci fonctionne.
- Pour appuyer ces connaissances, ils réalisent la dissection du poumon d'un porc.
- Chaque élève fait un dessin des poumons et les décrit sous la forme d'un texte
- Les élèves effectuent des recherches sur les poumons et le système respiratoire, avant de créer leurs propres résumés avec des photos.

FIG. 36

Représentation initiale du système respiratoire.



SUPPORT A DESTINATION DE L'ENSEIGNANT

Cette Boîte À Outils fournit un support à destination de l'enseignant visant à l'aider à mettre en œuvre le programme d'études. Celui-ci a été préparé par des experts en énergie éolienne et est destiné à informer l'enseignant sur le domaine abordé par chaque module. Cela aidera l'enseignant à planifier son cours et à transmettre ces connaissances aux élèves. Les activités proposées par ce support pédagogique prévoient l'utilisation de matériaux recyclés et abordables.



Le support contient les informations suivantes et peut être téléchargé ici.



Aspects théoriques

- La notion d'énergie, ses types et ses formes
- Le concept d'aérodynamique, comment il explique la forme des pales d'éoliennes et leur interaction avec le vent
- La notion de pression atmosphérique et de l'air
- L'atlas éolien européen
- Comment mesurer le vent ?
- Composants de base d'une éolienne

Activités en salle de classe expérimentales

- Formes d'énergie
- Transformation de l'énergie
- Pression atmosphérique et formation du vent

Discussions en classe

- Sources d'énergie renouvelables ou non renouvelables ; leurs avantages et leurs inconvénients

YouTube videos

- Visites virtuelles à l'intérieur et à l'extérieur d'une éolienne

Guide étape par étape et instructions

- Construire un anémomètre à coupelles et relever des mesures
- Construire et faire tourner une éolienne
- Fabriquer une girouette et trouver la direction du vent

Pour en savoir plus, vous pouvez utiliser les ressources suivantes :

Ressources scolaires :

- Wind with Miller
- Alliant Energy Kids
- Ressources relatives à l'énergie destinées aux élèves
- Ressources du Programme NEEDS
- Wind for Schools

Ressources gratuites WindEurope LearnWind :

- **Laisse le vent souffler** (livre et vidéo)
Explique le changement climatique et l'énergie éolienne
- **Quand je serai grand** (livre)
Incite les jeunes adultes à envisager une carrière dans le domaine des énergies renouvelables
- **Bases de l'énergie éolienne** (animation)
Enseigne la technologie de l'énergie éolienne aux utilisateurs
- **Energie éolienne en mer pour les enfants** (ateliers)
Montre le fonctionnement des éoliennes en mer

AUTEURS :

Yamina Guidoum, WindEurope

Yamina Guidoum, WindEurope

Petros Chasapogiannis, Université technique nationale d'Athènes

Maxime Pousseur, Ecole Primaire Singelijn

Dimitrios Kanellopoulos, Université internationale grecque

Malgosia Bartosik, WindEurope

Examiné par le Comité de Communication Scientifique de l'Académie Européenne de l'Energie Eolienne :

Professeur Carlos Ferreira, Président de l'université technique de Delft

Merete Badger, Université technique du Danemark

Marco Belloli, Politecnico di Milano

Todd Griffith, University of Texas, Dallas

Wim Munters, Institut von Karman de Dynamique des Fluides

ÉDITEURS :

Rory O'Sullivan, WindEurope

MISE EN PAGE :

Lin Van de Velde- Drukvorm

PHOTOS :

Jason Bickley

REMERCIEMENTS :

Dominique Paquot, directeur de l'école primaire Singelijn à Bruxelles, qui nous a accueilli dans son école et a relevé avec enthousiasme le défi de piloter ce projet d'enseignement de l'énergie éolienne.

L'enseignant Maxime Pousseur et ses élèves, qui ont passé des mois à développer ce projet, malgré les confinements liés à la crise du COVID-19. Ils n'ont jamais renoncé ; ils se sont toujours montrés créatifs et ont trouvé des moyens de faire en sorte que ce aboutisse avec succès.

Les professeurs Petros Chasapogiannis et Dimitrios Kanellopoulos, pour le temps et le dévouement consacré à soutenir Maxime et ses élèves tout au long du projet pilote.



!?



@



ABC



B+



@



!?



A+B

!?

Publié en 2022.

Les droits d'auteur de cette publication sont exclusivement réservés à WindEurope asbl/vzw et à l'Académie Européenne de l'Energie Eolienne. Cette publication a un but purement éducatif et ne peut en aucun cas être utilisée à des fins commerciales. Seuls WindEurope asbl/vzw et l'Académie Européenne de l'Energie Eolienne détiennent le droit de modifier la présente publication. WindEurope asbl/vzw et l'Académie Européenne de l'Energie Eolienne n'assument aucune responsabilité en ce qui concerne la publication de copies de ce document éditées ou reproduites illégalement.

Si vous souhaitez distribuer ou traduire cette Boîte à Outils, veuillez contacter education@windeurope.org

Si vous êtes enseignant et que vous avez mis en œuvre ce programme dans votre école, nous serions heureux de recevoir vos retour à l'adresse suivante : education@windeurope.org



Rue Belliard 40, 1040 Bruxelles, Belgique
T +32 2 213 1811 · F +32 2 213 1890
windeurope.org

En collaboration avec:

