



STEAM4Climate Guide de l'enseignant à l'éducation climatique par projets

Projet: DIY wind turbine

Créateur(s): Rene Alimisi & Chrisanthi Papasarantou (Edumotiva- European Lab for Educational Technology)

Critique: Thomas Joerg (KGP)

Organisations contributrices: KGP, IDL

Version: v.2.0, 2025.07.06

Statut: final



Consortium de projets de l'UE

Le projet STEAM4Climate a bénéficié d'un financement du programme Erasmus+ de l'Union européenne, dans le cadre de la convention de subvention n° 2023-1-PL01-KA220-SCH-000158670. Les auteurs cités dans ce manuel font partie du consortium STEAM4Climate. Ce projet, qui réunit six partenaires, est coordonné par l'École polytechnique de Varsovie (POLITECHNIKA WARSZAWSKA). Pour plus d'informations, veuillez consulter le [site web du projet](#).

Clause de non-responsabilité

Le soutien apporté par la Commission européenne à la réalisation de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations qui y figurent.

Creative Commons license:

Ce document est mis à disposition du public sous licence Creative Commons Attribution 4.0 International. ([CC BY 4.0](#))



Table des matières

Introduction	4
1. Aperçu de l'apprentissage	4
2. Objectifs d'apprentissage	5
3. Methodologie	6
A Approche « seuil d'entrée bas, plafond haut, murs larges »	6
Matériel	7
4. Matériel inclus dans la boîte à outils pour la version de base	7
5. Autres composants pour la version de base	8
6. Composants pour la version approfondie	8
Étapes et instructions de l'activité	9
7. Préparation avant l'activité	9
7.1 Conception de circuits électriques	9
7.2 Le processus de fabrication	15
8. Exemples d'artefacts	17
8.1 Avec des maquettes prêtes à l'emploi	17
8.2 Utilisation de matériaux courants	18
8.3 Réutilisation de composants et expérimentation avec le bois de balsa pour la construction d'un phare à énergie éolienne	20
Suivi et résumé post-leçon	21
9. Sujets de discussion	21
10. Extensions	26

Introduction

Objectifs de développement durable des Nations Unies



1. Aperçu de l'apprentissage

Dans le cadre de ce projet, les élèves participeront à une activité créative et pratique : ils concevront et construiront leurs propres éoliennes miniatures pour produire de l'électricité destinée à alimenter une maquette de maison ou d'autres modèles créatifs. Ce projet interdisciplinaire alliera conception de circuits électriques, ingénierie et bricolage, permettant aux élèves d'explorer les concepts clés des sciences, technologies, ingénierie, arts et mathématiques (STEAM) de manière ludique et concrète. De plus, ils acquerront une expérience directe des principes fondamentaux de la production d'énergie renouvelable en exploitant l'énergie éolienne.

Concept clé :

Durée : 6 heures (il est possible de consacrer plus de temps à développer l'idée du projet, à construire des hélices soi-même ou à expérimenter avec différents matériaux)

Nombre de séances : 2 ou 3

Groupe d'âge cible : ensemble du cycle secondaire (collège et lycée), 12 ans et plus

2. Objectifs d'apprentissage

Ce projet propose une expérience d'apprentissage complète qui allie créativité et compétences techniques, offrant aux étudiants une approche globale de la compréhension des énergies renouvelables et des concepts du génie électrique.

Plus précisément, les étudiants seront capables de :

- Comprendre les principes fondamentaux et le fonctionnement des éoliennes
- Identifier et décrire les principaux composants d'une éolienne
- Construire et faire fonctionner une éolienne miniature capable d'alimenter une ou plusieurs LED
- Expérimenter différentes configurations et solutions de circuits électriques
- Expérimenter la transformation de l'énergie cinétique en électricité
- Intégrer le bricolage et la réalisation de circuits pour créer des maquettes interactives et fonctionnelles
- Choisir et utiliser efficacement des matériaux et des outils du quotidien pour leurs projets
- Reconnaître et expliquer la fonction des différents composants électriques d'un circuit
- Réfléchir aux implications plus larges des énergies renouvelables et visualiser, avec l'aide de leurs enseignants, l'ensemble du processus de production d'électricité à l'aide d'éoliennes.

3. Methodologie

Les enseignants sont encouragés à mêler exercices pratiques et activités réflexives, en guidant les élèves à travers :

- **Expérimentation pratique** : combiner la création de circuits électriques et la fabrication d'objets à l'aide d'outils et d'objets du quotidien.
- **Tâches réflexives** : proposer des questions de réflexion pour stimuler l'engagement des élèves dans le projet et les inciter à explorer différents aspects liés à l'électricité éolienne et/ou les limites du dispositif actuel.
- **Apprentissage par projet** : encourager les discussions sur les implications pratiques.

A Approche « seuil d'entrée bas, plafond haut, murs larges »

Dans le cadre du projet STEAM4Climate, nous avons adopté une approche qui permet aux élèves d'explorer des concepts scientifiques liés au changement climatique grâce à des constructions et à l'utilisation d'une variété d'outils physiques et numériques pour résoudre des problèmes, comprendre des phénomènes, exprimer leur créativité, renforcer leur confiance en tant que personnes capables de résoudre des problèmes et de communiquer des idées et des messages positifs.

Seuil d'entrée bas : Les débutants peuvent facilement se lancer avec des outils de base comme des fils électriques, une LED, un moteur à courant continu et une hélice prête à l'emploi. La construction du modèle d'éolienne avec des matériaux du quotidien est également encouragée. Pour faciliter cette étape, des maquettes pré-assemblées sont disponibles pour les élèves.

Plafond haut : Ils peuvent expérimenter différents types d'hélices, optimiser la conception des pales pour une efficacité accrue, explorer des solutions de stockage d'énergie, voire concevoir et imprimer en 3D leurs propres pièces de turbine. En intégrant des capteurs, des microcontrôleurs ou des outils de collecte de données, ils

peuvent transformer leur turbine simple en un système d'énergie renouvelable plus sophistiqué.

Murs larges : Ce projet encourage diverses approches d'exploration et d'expression. Les élèves peuvent personnaliser leurs éoliennes, les relier à des enjeux environnementaux locaux ou les intégrer à des projets STEAM plus vastes, comme la création de systèmes hybrides avec des panneaux solaires ou l'élaboration de récits autour de communautés durables.

Que ce soit en intérieur ou sur le terrain, le parcours de chaque élève est unique et chaque éolienne devient bien plus qu'une simple maquette. Elle devient le symbole d'une curiosité, d'efforts et d'une conscience environnementale.

Matériel

4. Matériel inclus dans la boîte à outils pour la version de base

- Moteurs à courant continu
- Lumière(s) LED
- Fils/Pinces crocodiles
- Multimètre
- Différents types d'hélices
- Plaque d'essai (mini) - *Optionnel*
- Résistances - *Optionnel*

5. Autres composants pour la version de base

Les matériaux nécessaires à la fabrication de ces objets peuvent inclure du carton, de la colle, du bois de balsa, des glaces à l'eau, des ciseaux, des pistolets en silicone et bien plus encore.

Note importante : Ce projet comprend des [maquettes prêtes à l'emploi](#)¹ du modèle d'éolienne à assembler. of the wind turbine model that needs to be assembled.

6. Composants pour la version approfondie

Selon l'approche « plafond haut » et « murs larges », de nombreuses options s'offrent à vous pour développer un projet ou approfondir un domaine spécifique. En voici quelques exemples :

- Imprimante 3D : pour l'impression de pièces sur mesure (lames, hubs, boîtiers...).
- Filament : PLA ou PETG recommandé (PETG pour une utilisation en extérieur).
- Logiciel de CAO : Tinkercad, Fusion 360 ou équivalent pour la conception des pièces.
- Anémomètre : pour mesurer la vitesse du vent dans différents environnements.
- Microcontrôleur et moniteurs compatibles : pour créer des enregistreurs de données intelligents ou des visualisations.

¹ <https://project-spaces.eu/s4c/steam4climate-toolkit/steam4climate-toolkit-diy-wind-turbine/>

Étapes et instructions de l'activité

7. Préparation avant l'activité

Assurez-vous que tous les composants électriques et le matériel de bricolage soient facilement accessibles aux élèves. Prenez le temps de vous familiariser avec les composants des circuits électriques avant d'inviter les élèves à les explorer.

Le travail collaboratif est fortement recommandé ; prévoyez donc d'organiser les élèves en groupes. La répartition des rôles au sein de chaque groupe se fera naturellement, et bien que cela soit acceptable, il est important de s'assurer que tous les membres de l'équipe sont à l'aise avec leur rôle. Par exemple, certains élèves se concentreront davantage sur le bricolage, tandis que d'autres s'intéresseront plus à l'assemblage du circuit électrique.

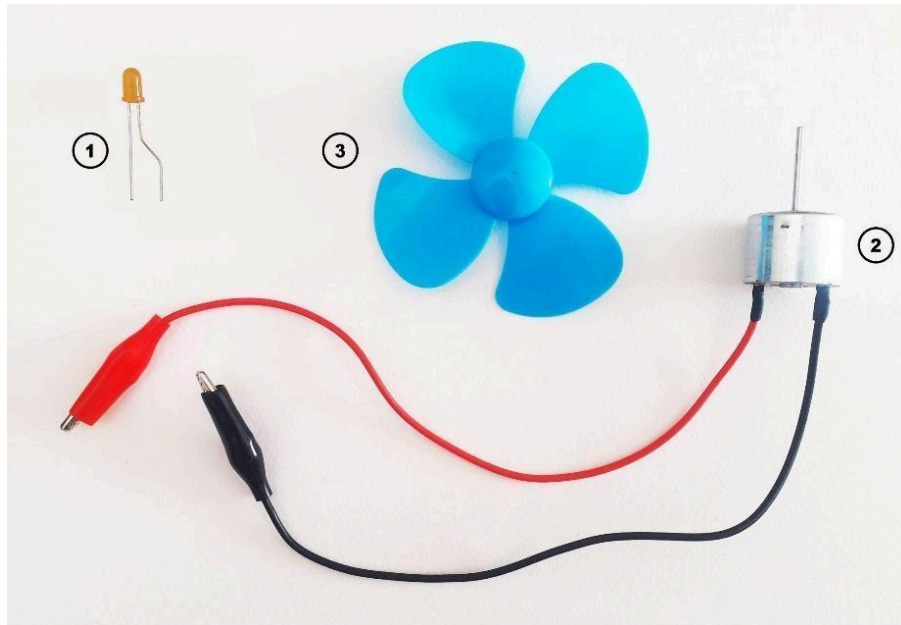
Il est également essentiel de communiquer dès le début que le projet final sera publié ou présenté. Proposez aux élèves des idées sur la manière dont cela pourrait se faire : lors d'un événement scolaire, sur une plateforme en ligne ou dans le cadre d'un festival des sciences. Vous pouvez prendre la décision finale avec les élèves.

Enfin, vous pouvez présenter des constructions déjà réalisées (des objets physiques ou des photos) pour aider les élèves à visualiser les différentes activités interdépendantes inhérentes au projet et inspirer leur travail.

7.1 Conception de circuits électriques

Ce projet associe deux activités différentes mais complémentaires : la **conception de circuits électriques** et le **bricolage**.

L'image ci-dessous présente les composants nécessaires à la construction du circuit d'une éolienne. Plus précisément, il vous faut une LED (1), un moteur à courant continu (de préférence avec des fils pré-câblés) (2) et une hélice (3).

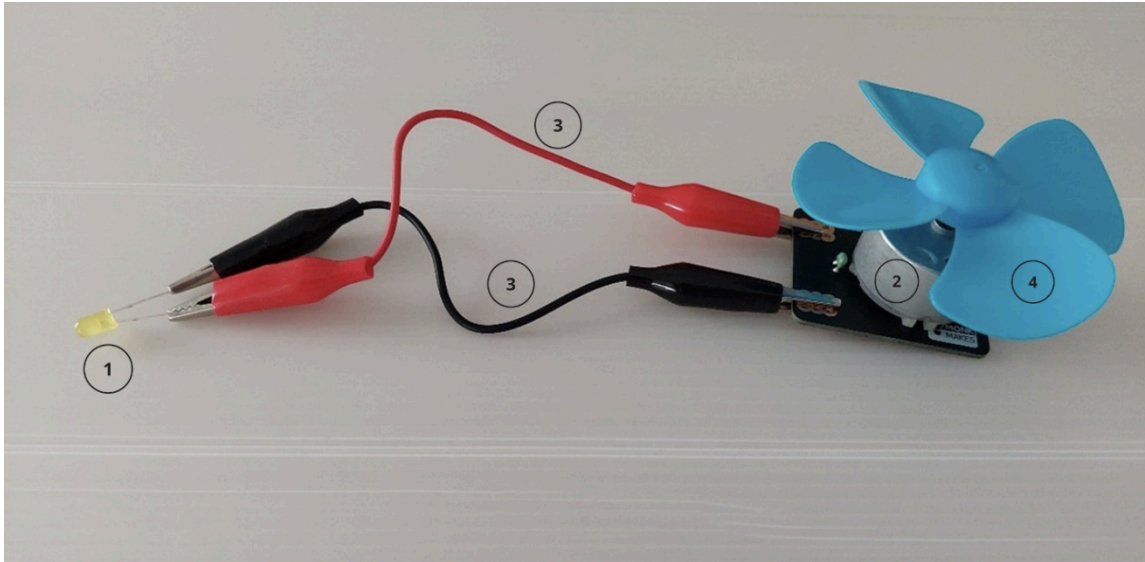


La première étape consiste à créer le circuit et à s'assurer que le moteur à courant continu et la LED y sont correctement connectés. Le moteur à courant continu exploite l'énergie du vent (y compris des méthodes simulant le vent, comme souffler avec un sèche-cheveux ou avec la bouche) pour allumer la LED.

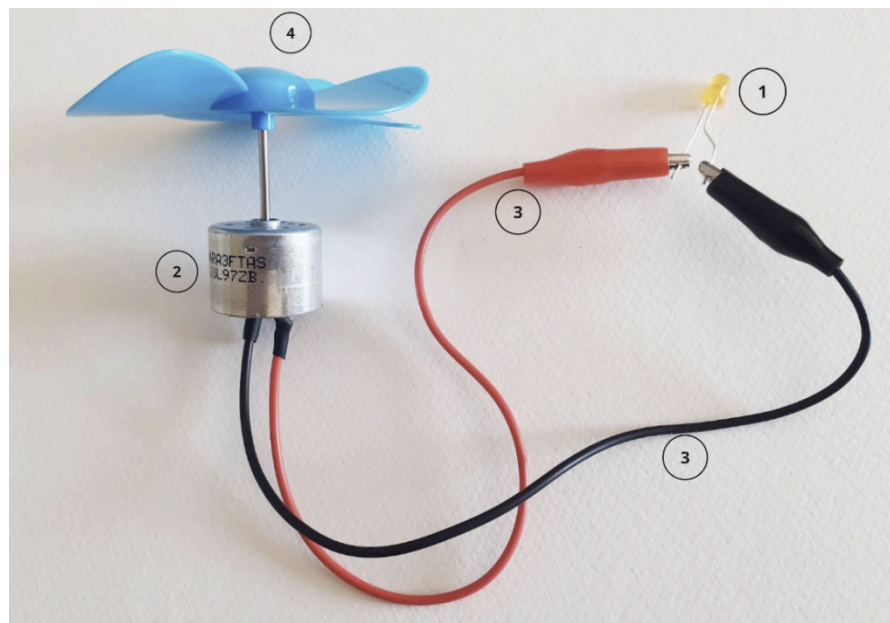
À propos du moteur à courant continu

Le moteur à courant continu est généralement conçu pour convertir l'énergie électrique en mouvement mécanique. Autrement dit, il utilise l'énergie électrique pour produire un mouvement. Cependant, dans ce projet, nous allons utiliser le moteur à courant continu **en sens inverse** pour créer un courant électrique. En faisant tourner manuellement le rotor du moteur (grâce à l'énergie éolienne), il peut fonctionner comme un générateur et produire de l'énergie électrique.

Les images ci-dessous montrent deux types différents de moteurs à courant continu (disponibles dans le kit) et leur branchement au circuit.



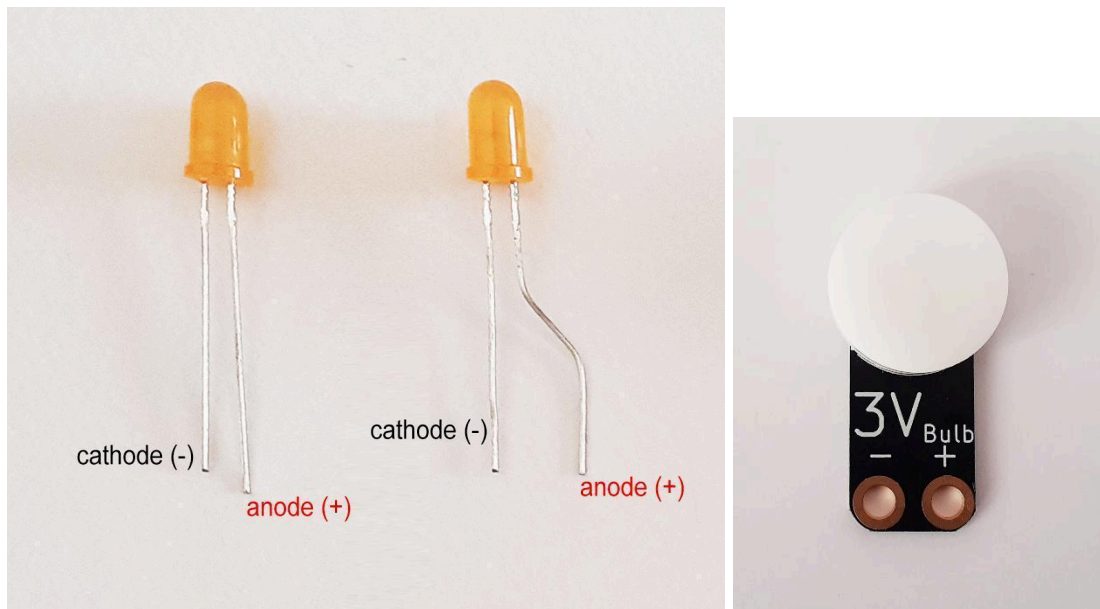
- (1) **Led**
- (3) **Wires**
- (2) **DC Motor**
- (4) **Propeller**



- (1) **Led**
- (3) **Wires**
- (2) **DC Motor**
- (4) **Propeller**

À propos de la lumière LED

Une LED classique possède deux fils conducteurs : l'anode (+) et la cathode (-). L'anode est le fil le plus long, et la cathode le plus court. Sur certains schémas de circuits, ou pour faciliter leur réalisation, l'anode peut être pliée afin d'éviter tout contact accidentel entre les deux fils, ce qui provoquerait un court-circuit. Un autre type de LED est également disponible (voir l'image de droite ci-dessous) ; dans ce cas, l'anode et la cathode sont identifiées par les symboles caractéristiques (+) et (-).

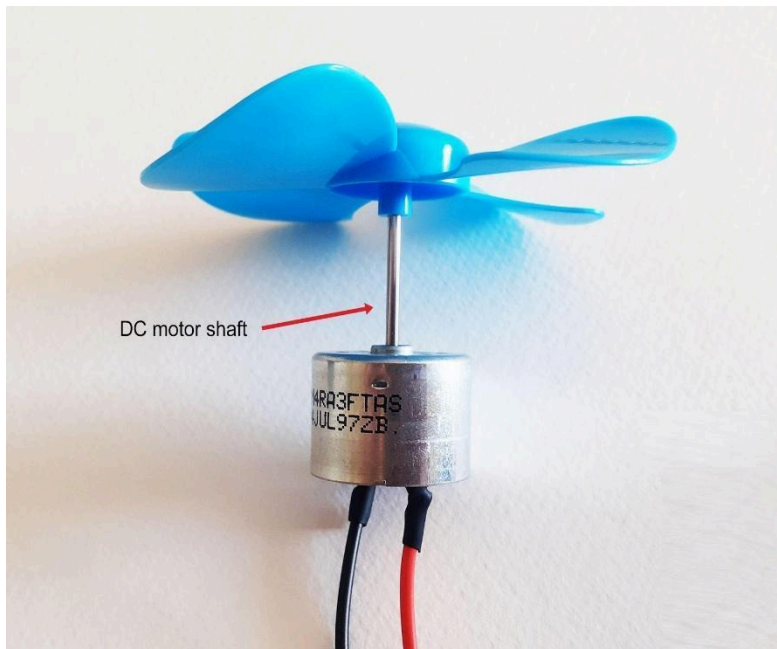


LED lumineuses disponibles dans le kit d'outils STEAM4CLIMATE

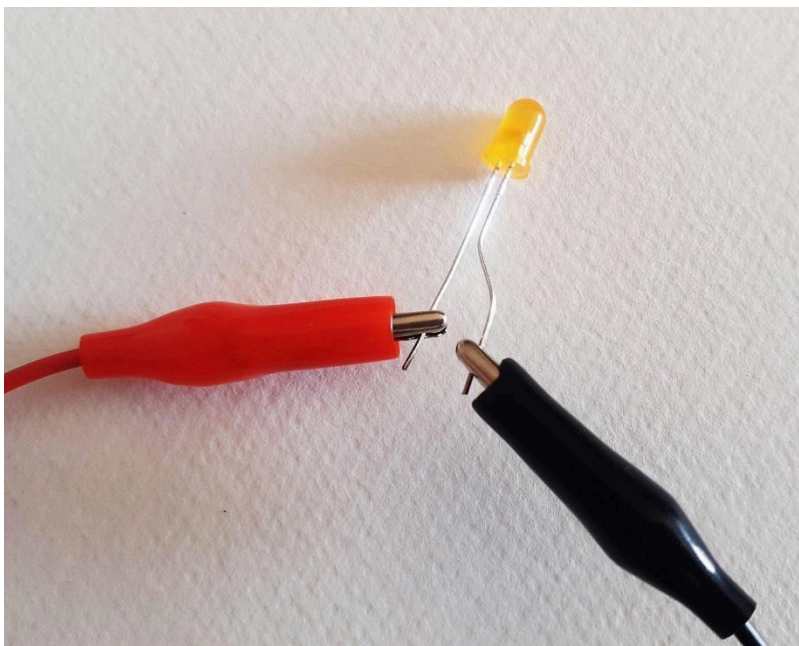
En connectant une LED au circuit, on peut facilement visualiser la puissance produite. Attention : les LED ne fonctionnent que si elles sont branchées correctement. Si la LED ne s'allume pas, inversez les fils pour vérifier son orientation.

Instructions étape par étape pour la réalisation du circuit.

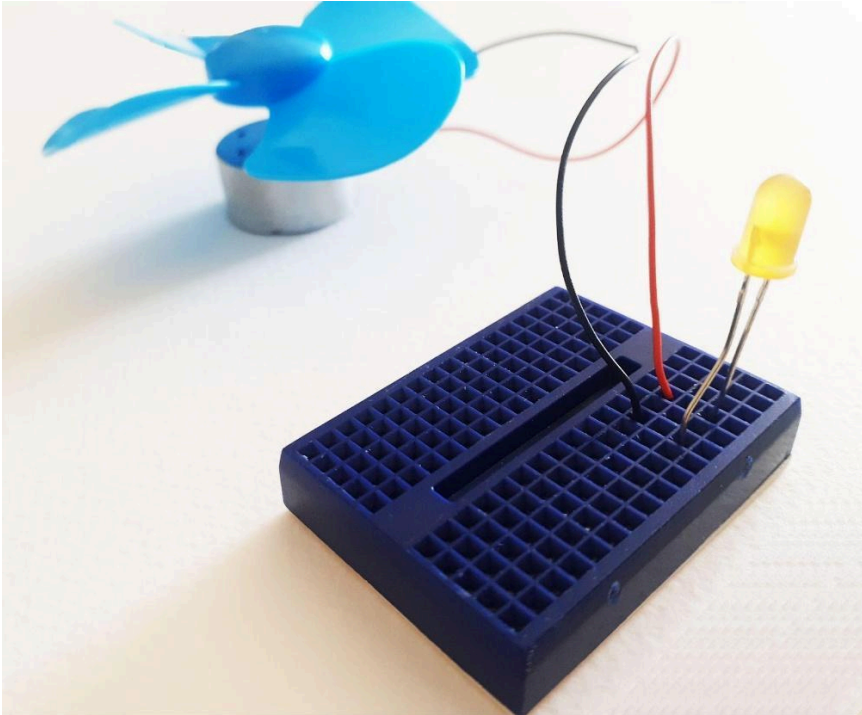
- Commencez par clipser l'hélice sur l'arbre du moteur à courant continu.



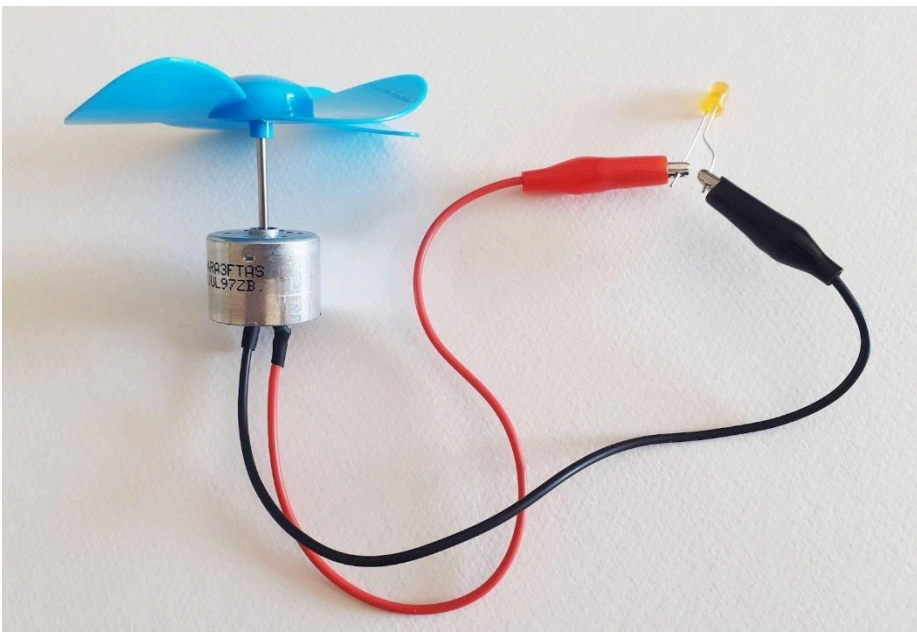
- Ensuite, connectez les fils aux bornes de la lampe LED.

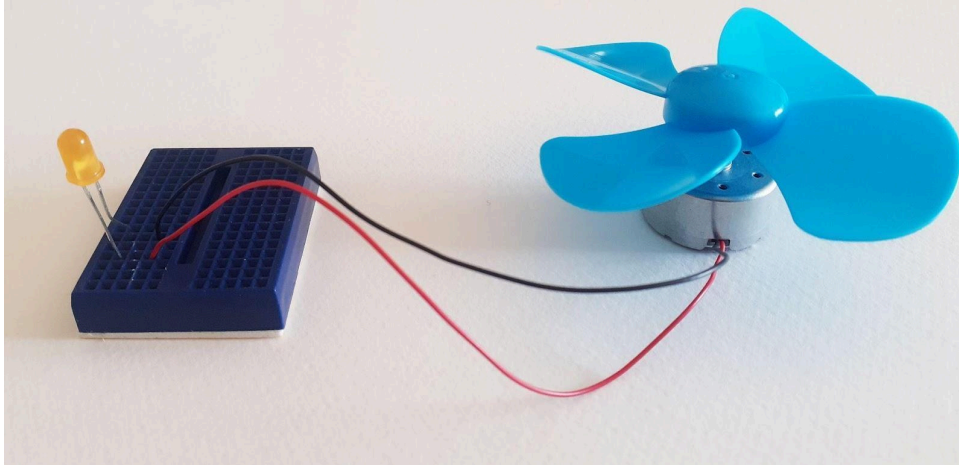


- Si les fils du moteur CC ne se terminent pas par des pinces crocodiles, vous pouvez utiliser une mini plaque d'essai pour connecter le moteur CC à la lampe LED.



- À la fin du processus, le circuit peut ressembler aux images suivantes :





7.2 Le processus de fabrication

Lors de l'accompagnement des élèves dans la réalisation du projet d'éolienne DIY, tenez compte des pratiques suivantes pour stimuler la créativité et la résolution de problèmes :

- **Encouragez l'intégration contextuelle** : Incitez les élèves à intégrer leurs circuits dans un contexte significatif. Par exemple, l'éolienne pourrait alimenter une maison, des lampadaires, un phare... Cette réflexion contextuelle enrichit le projet et y ajoute de la créativité.
- **Fournissez des outils et des matériaux variés** : Mettez à la disposition des élèves une variété d'outils et de matériaux. Aidez-les à faire des choix judicieux en les encourageant à utiliser des matériaux recyclés ou des objets du quotidien dans leurs maquettes. Cela favorise le développement durable tout en stimulant la créativité grâce à l'utilisation originale de ressources familières.
- **Encouragez une planification réfléchie** : Guidez les élèves dans la planification minutieuse de leurs conceptions, en les incitant à réfléchir de manière critique à l'intégration du circuit dans leur maquette. Soulignez l'importance d'intégrer les aspects techniques et esthétiques de leur création.
- **Laissez du temps pour la conception et répartissez les rôles** : Assurez-vous que les élèves disposent de suffisamment de temps pour réaliser leurs projets et

encouragez la collaboration en attribuant des rôles au sein des groupes. Ces rôles peuvent inclure ceux de concepteur, de concepteur de circuits électriques, de responsable des matériaux, de présentateur... afin de favoriser le travail d'équipe et l'efficacité.

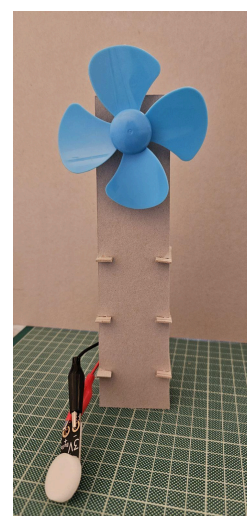
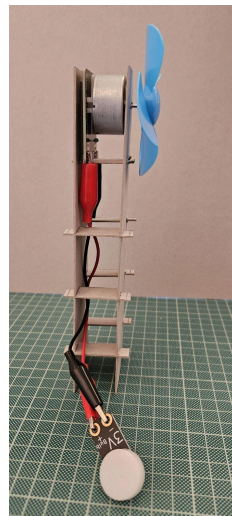
- **Fournissez des exemples inspirants** : Partagez des exemples de constructions existantes pour inspirer les élèves et les aider à visualiser les possibilités offertes par leurs propres conceptions.

8. Exemples d'artefacts

Des maquettes prêtes à l'emploi (à assembler) aux matériaux réutilisables et aux solutions mixtes, la gamme d'objets réalisables est véritablement impressionnante. Le processus de création d'un modèle, de planification et de conception d'un objet peut être une activité ludique, créative et stimulante, dotée d'un fort potentiel pédagogique.

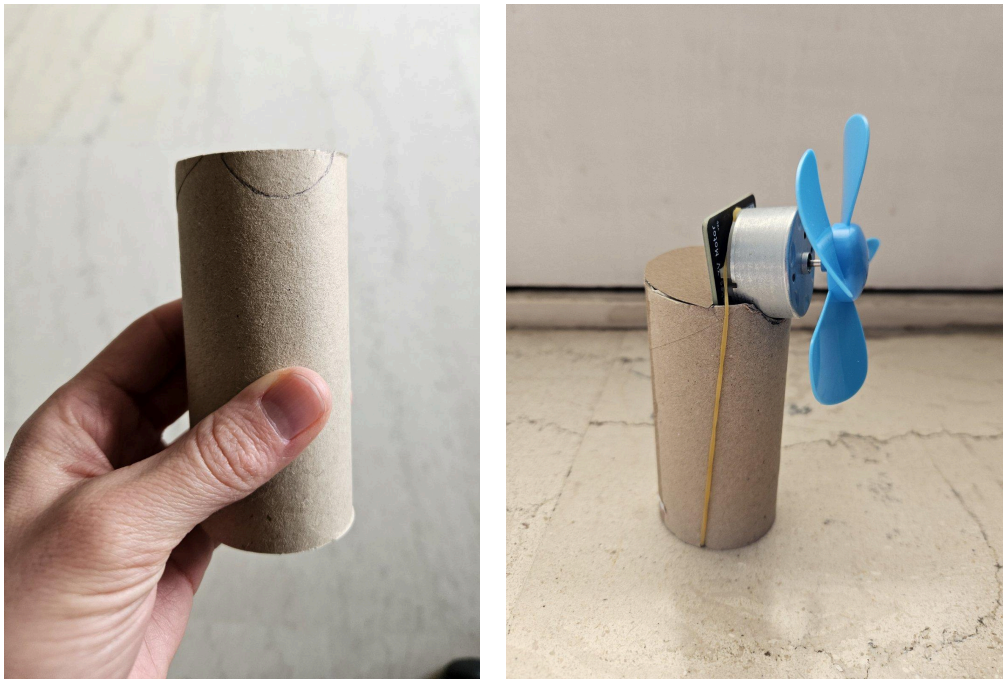
8.1 Avec des maquettes prêtes à l'emploi

Un ensemble de maquettes prêtes à imprimer est à votre disposition. Cela pourrait vous faire gagner du temps. Vous pouvez proposer à vos élèves d'assembler et de personnaliser ces maquettes selon leurs besoins et leurs préférences (coloration, adaptation des dimensions, création de bases plus robustes, aménagement avec des matériaux courants...).

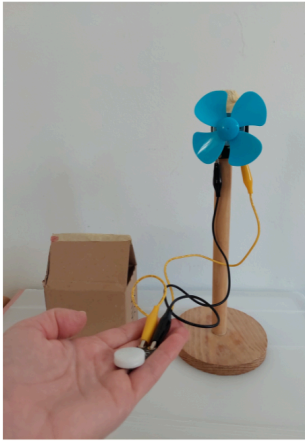
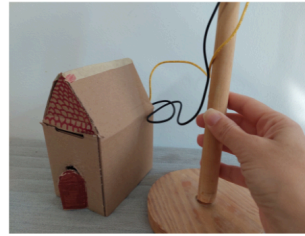
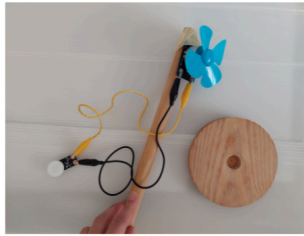
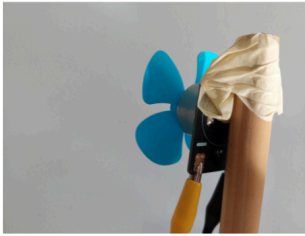


8.2 Utilisation de matériaux courants

Dans l'exemple ci-dessous, un rouleau de papier toilette et un élastique ont servi à créer la maquette d'une éolienne. Le moteur à courant continu et l'hélice ont été fixés en haut, et l'élastique a permis de stabiliser la structure. D'autres modifications peuvent être apportées pour simplifier le câblage et la connexion entre le moteur à courant continu et la LED.

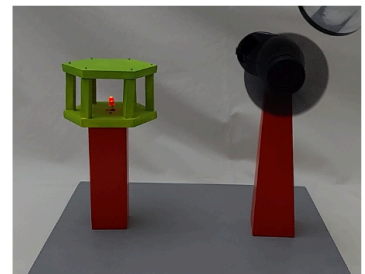
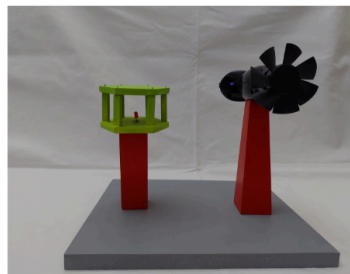
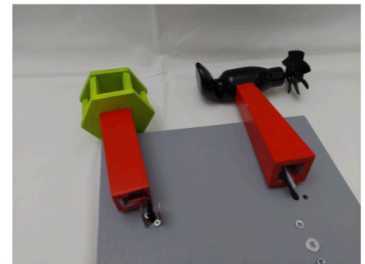


Dans un autre exemple, un porte-essuie-tout en bois a servi de base à l'éolienne. Le moteur à courant continu a été fixé au support en bois à l'aide de ruban adhésif pour plus de stabilité. De longs fils munis de pinces crocodiles ont permis de relier la LED 3V au moteur. Lorsque l'éolienne tourne, le moteur produit suffisamment d'électricité pour alimenter la LED et illuminer la maison. La maquette de la maison, dans cet exemple, a été réalisée avec du carton épais provenant de boîtes cadeaux. Un trou a été percé à l'arrière de la maison pour permettre le passage des fils et le raccordement du circuit.



8.3 Réutilisation de composants et expérimentation avec le bois de balsa pour la construction d'un phare à énergie éolienne

Dans cet exemple, l'artefact repose sur la réutilisation de composants électriques et autres matériaux. L'hélice provient d'un ancien bloc d'alimentation d'ordinateur. Un batteur électrique cassé a servi à stabiliser le moteur sur lequel l'hélice a ensuite été fixée. Du bois de balsa a été utilisé pour fabriquer des maquettes plus robustes (aussi bien pour le phare que pour le socle de l'éolienne). Des vis, des punaises, une petite perceuse et un pistolet à silicone ont également été utilisés.






Suivi et résumé post-leçon

9. Sujets de discussion

Il n'y a pas de vent aujourd'hui. Comment pouvons-nous continuer à travailler sur le projet et à tester nos solutions ?

Vous pouvez tester votre générateur éolien à l'aide d'un sèche-cheveux, d'un ventilateur ou en soufflant de l'air. Vous pouvez observer comment la puissance du « vent » (réel ou artificiel) influence la lumière émise. C'est une excellente occasion de susciter une discussion en classe et d'encourager vos élèves à consigner leurs observations. Quel est le rôle de la puissance du vent ? Quel est le rôle des pales et de l'angle du vent ? Encouragez vos élèves à expérimenter et à noter leurs observations.

	Commentaires
	
	
	

Autres idées pour générer un vent capable d'alimenter la LED...	
---	--

Ai-je besoin d'une résistance ?

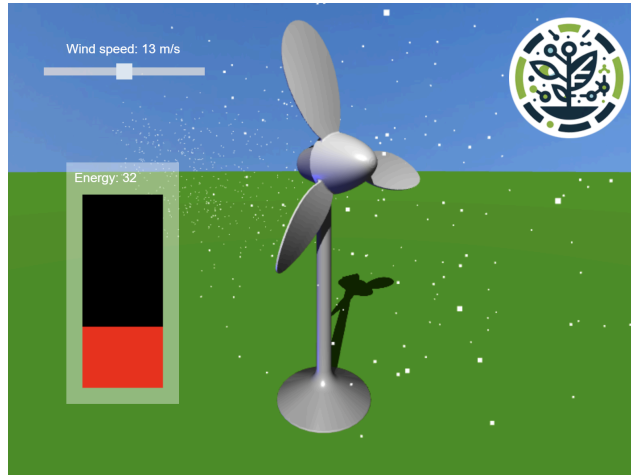
Dans ce circuit précis, la tension générée est faible et le risque d'endommager la LED est limité. Toutefois, vous pouvez proposer à vos élèves de connecter une résistance (voir schéma ci-dessous) et d'observer son influence sur le fonctionnement de la LED. Selon la valeur de la résistance (mesurée en ohms), la LED peut émettre une lumière plus faible, voire ne pas s'allumer du tout. Cet exemple constitue une excellente occasion d'aborder le rôle d'une résistance. Des résistances de différentes valeurs sont disponibles dans le kit STEAM4CLIMATE.

Explorer les relations, se pencher sur les générateurs éoliens

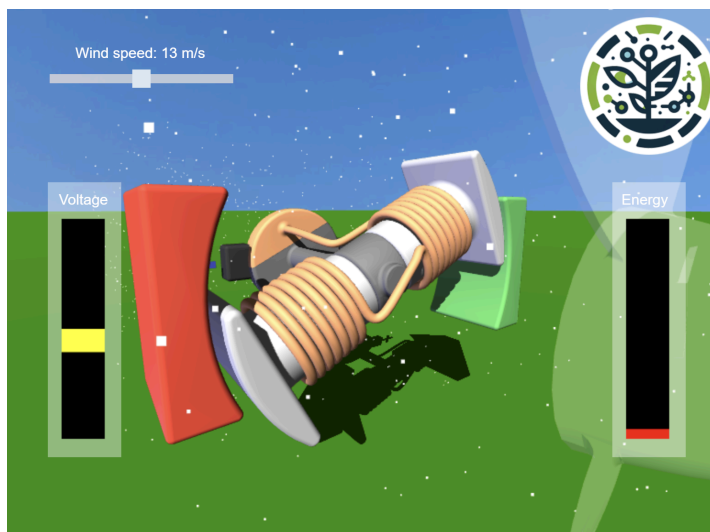
Consultez le [modèle 3D interactif²](#) ci-dessous ou scannez le code QR correspondant et invitez vos élèves à discuter en équipes du rôle de la vitesse du vent sur la production de l'éolienne.

La relation est-elle linéaire ? En réalité, la production est proportionnelle au cube de la vitesse du vent.

² <https://www.iludis.de/S4CExperiment/index.html>



Le [modèle 3D](#)³ suivant (également accessible par QR code) explique comment l'énergie cinétique du vent est transformée en électricité. Il s'agit du principe même de l'induction électromagnétique : un fil de cuivre tourne dans un champ magnétique, induisant ainsi une tension à ses bornes. Lorsqu'on connecte cette bobine à une charge (par exemple, une lampe), celle-ci est alimentée (la lampe s'allume). Pourquoi la tension s'annule-t-elle ? Comment varie-t-elle en fonction de la vitesse du vent ?



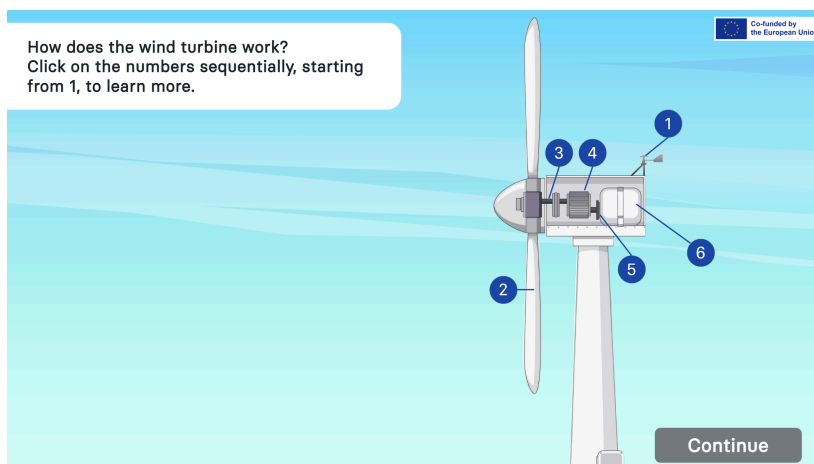
³ <https://www.iludis.de/S4CMotor/index.html>

La tension s'annule car elle est alternative. La rotation de la bobine modifie son sens de rotation par rapport au champ magnétique, ce qui provoque une inversion périodique de la polarité de la tension. C'est pourquoi la tension oscille entre des valeurs positives et négatives, s'annulant à chaque cycle.

Niveau supérieur : Comprendre les éoliennes et le stockage de l'énergie

Ce projet aboutit à la création d'une éolienne simple, qui est un modèle de turbines éoliennes utilisées dans le monde entier pour produire de l'électricité. Bien que fonctionnant à petite échelle, ces éoliennes utilisent les mêmes principes physiques pour convertir l'énergie éolienne en électricité.


Une fois le projet terminé, vous pouvez aider vos élèves à approfondir leurs connaissances en explorant les différents composants d'une éolienne, en particulier le stockage de l'énergie. L'[élément interactif/l'animation](#)⁴ suivante (accessible également par QR code) guidera cette exploration et suscitera une réflexion approfondie autour des deux questions suivantes : **Comment fonctionne une éolienne et comment l'électricité produite arrive-t-elle jusqu'à nos foyers ?**


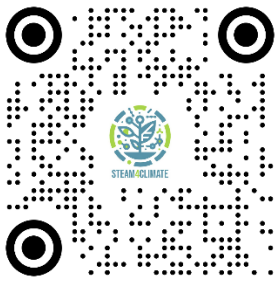


⁴ <https://project-spaces.eu/learningcontent/steam4climate/scenario1/story.html>

Changement climatique et énergie éolienne

Des entretiens avec des experts (voir ci-dessous) permettent aux élèves de mieux comprendre le rôle crucial des énergies renouvelables, comme l'énergie éolienne, dans la lutte contre les changements climatiques. En explorant les avantages de l'énergie éolienne, il est également important d'examiner la planification et l'implantation des éoliennes. Une intégration réfléchie de ces technologies contribue à préserver la biodiversité et à protéger les écosystèmes locaux, garantissant ainsi l'efficacité et le respect de l'environnement de nos efforts de lutte contre les changements climatiques.

<p>Entretiens STEAM4Climate - Ingénieur électricien - Partie 1/4</p> <p>https://youtu.be/8nIPh5TgJFs</p>	
<p>Entretiens STEAM4Climate - Ingénieur électricien - Partie 2/4</p> <p>https://youtu.be/un3Q8wEW2qY</p>	
<p>Entretiens STEAM4Climate - Ingénieur électricien - Partie 3/4</p> <p>https://youtu.be/plbWdhO2vS8</p>	

<p>Entretiens STEAM4Climate - Ingénieur électricien - Partie 4/4</p> <p>https://youtu.be/S0qqVsj0mfg</p>	
<p>STEAM4Climate - Discutez avec un ingénieur en systèmes électriques</p> <p>https://youtu.be/1HkZFG0ikm8</p>	

10. Extensions

Ce projet offre de nombreuses possibilités d'approfondissement et d'exploration au-delà de l'activité initiale. Les enseignants peuvent encourager les élèves à étendre le circuit en connectant des LED supplémentaires pour étudier les connexions en série et en parallèle, à utiliser un multimètre pour mesurer la tension et analyser l'influence de l'intensité du vent sur la production d'énergie, ou encore à concevoir et tester leurs propres hélices pour optimiser les performances. Les élèves peuvent également utiliser un anémomètre pour mesurer la vitesse du vent et la relier à l'électricité produite, ce qui leur permettra d'approfondir leur compréhension des principes sous-jacents. Cette activité peut en outre être associée à un projet de maison solaire afin de présenter des solutions hybrides d'énergies renouvelables.

Pour plus d'idées et de ressources supplémentaires pour enrichir ou étendre ce projet, consultez



<https://project-spaces.eu/s4c/steam4climate-toolkit/steam4climate-toolkit-diy-wind-turbine/> ou scannez le QR code.