



Défi n°11

Construire des éoliennes près de chez nous ? Menons le débat !

Cycle 3



En quoi consiste ce défi ?

D'une part :

- en la réalisation d'une maquette d'éolienne,

D'autre part :

- en une recherche documentaire pour comprendre le rôle, le fonctionnement et la place des éoliennes dans la production d'électricité en France.
- En un argumentaire quant à l'implantation d'éoliennes dans la commune ou dans un lieu jugé propice par les élèves.

Références aux programmes :

Sciences expérimentales et technologie :

Les objets techniques :

Connaître des dispositifs de transformation du mouvement

L'énergie :

- Connaître différentes énergies, leur source
- Classer les énergies selon qu'elles soient ou non renouvelables
- Utiliser un dispositif permettant de mettre en évidence la transformation de l'énergie
- Comprendre l'impact de l'activité humaine sur l'environnement

Géographie :

- Décrire et comprendre comment les hommes vivent et aménagent leurs territoires.

Instruction civique et morale :

- Argumenter pour défendre un point de vue dans un débat citoyen.

Objectifs :

- découvrir, caractériser et comprendre le fonctionnement d'une éolienne
- réaliser un objet technique d'après un cahier des charges

Séance 1 : des éoliennes près de chez nous ?

Objectif de la séance :

- Faire émerger un questionnement permettant le lancement d'un projet pour apprendre autour des éoliennes.

Déroulement :

1. Situation déclenchante : lecture de l'article « 50 éoliennes en Alsace en 2020? » **(Document 1)**
2. Questions de compréhension de l'article
3. Que sait-on des éoliennes ?
Représentations des élèves
4. Que voudrait-on savoir ? Noter les questions des élèves au tableau.
 - A quoi ça sert ?
 - Comment ça marche ?
 - Quels sont les avantages et les inconvénients ?
 - Pourrait-on installer des éoliennes dans notre commune ?
 - Sinon, quelles seraient les meilleures conditions pour l'implantation d'éoliennes de proximité ?
5. L'origine du mot ; lecture du petit texte présentant la légende du dieu Eole. **(Document 2)**

Séance 2 : Une éolienne, à quoi ça sert et comment ça marche?



Eolienne montée, dans sa version trois pales

Objectifs de la séance :

- Découvrir le rôle de l'énergie éolienne dans la transmission d'un mouvement.
- Comprendre le rôle et le fonctionnement d'une éolienne.
- Définir le cahier des charges de la maquette d'une éolienne

Matériel :

- Carré de papier pour faire un moulinet, épingle, axe
- Vidéo <http://www.youtube.com/watch?v=kWKQ9P6xYpw&feature=related>

Déroulement :

1. Collectivement : A quoi servent les éoliennes ?

Si les élèves n'ont aucune idée de la fonction des éoliennes, on peut s'aider du document vidéo : des élèves d'Ile-de-France découvrent les éoliennes <http://www.youtube.com/watch?v=BpODMDvXHAK>

Première conclusion : les éoliennes utilisent l'énergie du vent (énergie éolienne) pour faire tourner des pales et produire du courant électrique.

2. Recherche individuelle ou par binômes :

Connaissez-vous d'autres objets inventés par l'homme qui utilisent la force du vent ?

Mise en commun :

On peut établir un classement d'après leur fonction :

- engins utilisant le vent pour le déplacement (voilier, char à voile)
- pour indiquer la direction et la force du vent (girouette, manche à air,...).
- pour moulin, pomper et autres usages (moulin à vent)
- pour des usages ludiques (cerf-volant, kite-surf)

3. Fabrication d'un moulinet à partir d'un carré de papier (**voir fiche de fabrication**) à tester à l'extérieur. Si il n'y a pas de vent, il suffit de courir...

De retour en classe, les élèves sont invités à expliquer comment fonctionne le moulinet. En déduire que le vent pousse sur les pales qui se mettent à tourner.

Distribution de photos d'éolienne ; comparaison avec le moulinet (ressemblances, différences). Nommer les différentes parties. Réaliser un schéma annoté des parties visibles de l'éolienne (mât, pales, rotor).

4. Rédaction du cahier des charges de l'éolienne qui devra utiliser l'énergie du vent pour faire tourner des pales.

Par exemple :

L'éolienne a :

- un support stable.
- un axe sur lequel on fixe un rotor
- un rotor avec plusieurs pales
- le rotor doit tourner sans trop frotter dans le support
- ...

Séance 3: Réalisation d'une maquette d'éolienne

Objectifs de la séance :

- Réaliser un objet technique d'après un cahier des charges
- Réinvestir des notions abordées dans les séances précédentes

Matériel :

- De récupération : bouteilles plastique, baguettes, carton de briques d'emballage, perles, ...

Déroulement :

1. Travail par binômes : réalisation libre de la partie pales et axe/rotor, fixés sur une bouteille plastique
 2. Test à l'extérieur (si il n'y a pas de vent, il suffit de courir avec la bouteille pour mettre en mouvement les pales)
 3. Améliorations techniques (problèmes de frottement, ...)
 4. Comment faire tourner notre éolienne plus vite ? Examen des propositions des élèves :
- nombre de pales,
 - taille des pales,
 - forme des pales,
 - autre.
- Chaque groupe se met d'accord sur le paramètre qu'il fera varier lors de la prochaine séance.





Séance 4: De plus en plus vite ou de plus en plus fort ?

Objectifs de la séance :

- Concevoir d'un protocole expérimental
- Améliorer un prototype

Matériel :

- De récupération : bouteilles plastique, baguettes de type piques à brochette, carton de briques d'emballage, perles, ...

Déroulement :

1. Dans un premier temps, la classe se met d'accord sur les conditions de mesure du défi : comment évaluer l'éolienne qui tourne le plus vite ? (nombre de tours du rotor en 1 minute, enroulement d'un fil sur l'axe en un temps donné,). Pour établir un comparatif, chaque groupe devra posséder un témoin et ne faire varier qu'un paramètre par exemple le nombre de pales (à taille et forme égales).
2. Expérimentations par groupes
3. Interprétation des résultats, conclusions ; nouvelles expérimentations en ajoutant un paramètre (nombre + taille) ; conclusions
4. Réalisation de « l'éolienne idéale », la plus efficace.

Variante : On peut également travailler l'aspect « force » de l'éolienne (couple de force) en recherchant la maquette susceptible de soulever la plus lourde charge (voir document).

Séance 5 : Comment une éolienne produit-elle de l'électricité?

Objectif de la séance :

Comprendre la transformation d'une énergie mécanique en une énergie électrique et le rôle des différents organes la permettant (générateur, multiplicateur).

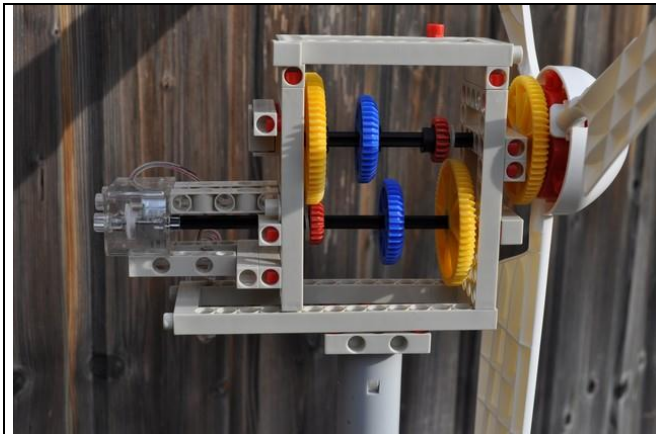
Matériel :

- Vidéoprojecteur relié à un ordinateur connecté ou TBI
<http://www.youtube.com/watch?v=kWKQ9P6xYpw&feature=related>
- Maquette d'éolienne

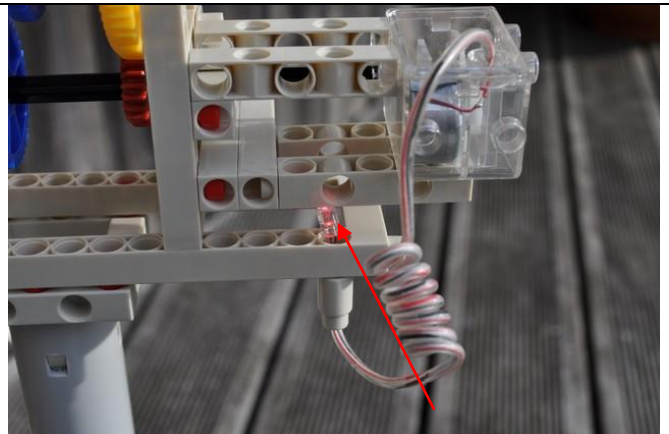
Pour info, une maquette pourrait être prêtée à la classe pour une durée de deux semaines (en fonction des demandes).

Déroulement

1. Collectivement : Rappel de la séance précédente : l'énergie éolienne fait tourner les pales et le rotor. Mais cela suffit-il à produire de l'électricité ? Que se passe-t-il à l'intérieur de la nacelle ?
2. Hypothèses des élèves par un dessin
3. Vérification des hypothèses
 - soit en visionnant un film montrant l'intérieur de la nacelle.
<http://www.youtube.com/watch?v=kWKQ9P6xYpw&feature=related>
 - soit en présentant la maquette Buki



Le multiplicateur de vitesses de l'éolienne BUKI



Lors de la rotation des pales, le générateur produit de l'électricité et la DEL s'allume

4. Structuration : réalisation d'un schéma annoté d'une éolienne .

Prolongement possible pour les classes disposant de la maquette: la situation se prête très bien à un travail mathématique de proportionnalité (nombre de tours de pales/nombre de tours axe générateur, rechercher une solution pour obtenir le maximum de tours d'axe générateur).

Séance 5 : Quelle est la place de l'énergie éolienne dans la production d'électricité?

Objectifs de la séance :

- Comprendre le rôle des éoliennes dans la production d'électricité
- Connaître différentes sources servant à la production d'électricité.
- Comparer quantitativement les filières de production d'électricité

Matériel :

- **Document 3** : comparatif puissance installée des différentes sources d'énergie.
- vidéoprojecteur relié à un ordinateur connecté ou TBI

Déroulement :

1. Collectivement : le maître interroge les élèves sur les différents moyens de produire de l'électricité. Les réponses sont notées au tableau. Le maître propose des recherches à partir des documents fournis

2. Recherche avec document 3 Quelles sont les différentes manières de produire de l'électricité en Alsace?

3. Synthèse :

L'électricité peut être fabriquée grâce:

- aux centrales nucléaires,
- aux barrages, éoliennes, centrales géothermiques, centrales à biomasse, centrales photovoltaïques,
- aux centrales thermiques classiques (on y brûle du gaz, du pétrole, du charbon)

Citer l'exemple de l'Alsace (**voir Document 3**) 1 centrale nucléaire de 1800 MW, 12 centrales hydroélectriques de 1400 MW au total et une centrale géothermique de 1,5 MW. Pas d'éolien....

En France, l'électricité électronucléaire représente 78% de la production totale d'électricité.

4. Rechercher combien il faudrait installer d'éoliennes de 2MW pour produire autant d'électricité que la production des centrales hydro-électriques qui produisent 1400MW. (Réponse : 900).

5. Conclure sur les parts respectives occupées par les différentes sources d'énergie dans la production d'électricité en France (**voir Document 4**). On peut évoquer les importants projets de parcs éoliens en Normandie et en Bretagne (3000 MW installés).

Variante : utiliser les chiffres fournis sur le site de RTE (réseau de transport de l'électricité) qui montre la répartition de la production d'électricité suivant les filières, en temps réel.

<http://www.rte-france.com/fr/developpement-durable/maitriser-sa-consommation-electrique/eco2mix-consommation-production-et-contenu-co2-de-l-electricite-francaise#mixEnergetique>

NB : ce site permet également de voir la production de CO2.

Séance 6 : Quels sont les avantages et les inconvénients des différentes sources d'énergie ?

Attention ! Le tableau proposé ci-dessous recense toutes les sources d'énergie. Il n'est pas utile d'en faire une étude exhaustive.

Objectifs de la séance :

- Distinguer les sources d'énergie renouvelables de celles qui sont non renouvelables.
- Comprendre les avantages et les inconvénients de la production d'électricité par les éoliennes

Déroulement :

1. Collectivement : classer les sources d'énergie de la séance précédente (fossiles/renouvelables)
2. Rappeler les enjeux :
 - Epuisement de la ressource
 - Production de gaz à effet de serre
 - Déchets
 - Risques
 - Autres impacts
3. Trace écrite : tableau récapitulatif

	Nucléaire	Fossile	Eolien	Solaire	Hydraulique	Géothermie	Biomasse
Avantages	Grande quantité d'énergie - Peu de CO ₂	facile à stocker et à déplacer « peu cher » pour l'instant	Renouvelable Faible émetteur de CO ₂ Facile à installer	Renouvelable Faible émetteur de CO ₂ Facile à installer	Renouvelable Faible émetteur de CO ₂ Disponible en continu	Renouvelable Faible émetteur de CO ₂	Renouvelable Stockage facile
Inconvénients	Epuisable (uranium) coûteux polluant dangereux	Epuisable Polluant (CO ₂ et autres)	Intermittent Nuisances de voisinage (bruit, visuel) Dangers pour les animaux	Dépend du climat et de l'exposition Gestion des déchets	Impacts écologiques pour les écosystèmes Perte des paysages (espaces rhénans)	Coût très élevé	Polluant
Risques	accidents de grande ampleur	Accidents guerres	Impacts sonores et paysagers	Mauvais recyclage Concurrence des sols	Accidents	Risques sismiques Pollution des eaux et du sol	

4. Présentation d'un document vidéo montrant les arguments de riverains opposés à l'installation d'éoliennes près de chez eux.

<http://www.youtube.com/watch?v=VPxaoiN-wGs>

5. Conclusion collective sur les avantages et les inconvénients de l'énergie éolienne.

Séance 7 Alors, pour ou contre des éoliennes près de chez nous?

A l'issue du travail mené sur les éoliennes, la classe organisera un débat argumenté sur l'implantation d'éoliennes localement qui aboutira à la rédaction d'une trace écrite (avantages, inconvénients). On peut envisager également l'enregistrement vidéo du débat.

Cette séance peut donner lieu à un jeu de rôle du type « réunion du conseil municipal » dédiée à l'implantation d'éoliennes dans la commune.

Si cette implantation n'est pas possible dans la commune, on peut rechercher un emplacement de proximité qui offrirait le maximum d'avantages (emplacement venteux) pour un impact minimal.

On peut également reprendre le **document 1** « 50 éoliennes en Alsace en 2020 ? » et réexaminer les différents facteurs présentés.

Annexes

Documents :

Pour le maître :

- Guide de l'éolien de l'Ademe
- Atlas de l'éolien en Alsace-Région Alsace
- Chiffres clés de l'éolien en France (données fin 2010) EDF
- Le fonctionnement d'une éolienne EDF
- L'éolien offshore EDF
- Articles des DNA (production électrique en 2011, un collectif contre les éoliennes à Seebach), l'Alsace très au courant, 50 éoliennes d'ici 2020
- Analyse des avantages et des risques liés aux différentes formes de production d'énergie en Alsace (Alsace Nature)
- Production d'électricité en France par filières :
<http://www.rte-france.com/fr/developpement-durable/maitriser-sa-consommation-electrique/eco2mix-consommation-production-et-contenu-co2-de-l-electricite-francaise#mixEnergetique>
- Le transport de l'électricité en France :
<http://www.rte-france.com/fr/actualites-dossiers/comprendre/les-chemins-de-l-electricite-1/les-chemins-de-l-electricite>

Vidéos :

Qu'est-ce que c'est ?

- des élèves d'Ile de France découvrent les éoliennes :
- <http://www.youtube.com/watch?v=BpODMDvXHAK>

Comment ça marche ?

- fonctionnement d'une éolienne (animation 3D)
<http://www.youtube.com/watch?v=kWKQ9P6xYpw&feature=related>
- éolienne à axe vertical <http://www.youtube.com/watch?v=NtN1oFB04Jg>
- <http://www.youtube.com/watch?v=bdeogREttrs&feature=related>

Utilisation par l'homme de la force du vent

<http://www.youtube.com/watch?v=Qxut6KV6Mbw&feature=related>

Le plus grand parc éolien du monde au Danemark (images muettes)

http://www.youtube.com/watch?v=PmJz6_YUoyI

Pourquoi installer des éoliennes ?

- le parc éolien de Fruges, interview du maire <http://www.youtube.com/watch?v=0f3Oj4qD-HE>

Inconvénients

- Commentaires de riverains (nuisances) <http://www.youtube.com/watch?v=VPxaoiN-wGs>
- Opposition à l'installation des éoliennes <http://www.youtube.com/watch?v=zcxg1p-z9zU&feature=relmfu>
- hydroliennes <http://www.youtube.com/watch?v=bdeogREttrs&feature=related>

Document 1

50 éoliennes en Alsace en 2020 ?



Construction du parc éolien d'Anoux, en Lorraine

A ce jour, l'Alsace est une des trois dernières régions de France à ne pas posséder d'éoliennes sur son territoire. Pourtant, cette situation pourrait très bien ne pas durer. En effet, un *document** édité par l'Etat et la Région Alsace, montre que 810 communes sur les 904 que compte l'Alsace, sont susceptibles d'accueillir des éoliennes sur leur sol.

Pour réaliser ce document, il a fallu tenir compte de nombreux facteurs :

- Un potentiel de vent suffisant (au moins 4,5m/s)
- La présence d'équipements pouvant gêner l'installation : lignes à haute tension, routes, voies ferrées
- La présence d'équipements pouvant être perturbés par les éoliennes : radars météo et militaires,
- Les zones écologiquement sensibles où se trouvent des chauves-souris, des rapaces protégés,
- La présence de monuments historiques.

Pour l'instant, un seul projet est en train de voir le jour, celui de Dehlingen en Alsace bossue. D'autres projets ont fait l'objet d'un permis de construire mais n'ont pas encore abouti.

Dans certaines communes, comme à Seebach en Alsace du Nord, le conseil municipal a décidé de ne pas donner suite à un projet d'implantation de 5 éoliennes déposé par la société espagnole Iberdrola. Les habitants avaient montré leur opposition à ce projet.

Et dans ta commune ? Serait-il possible d'installer des éoliennes ? Si oui, à quelles conditions ? Y serais-tu favorable ?

**Il s'agit du schéma régional éolien de l'Alsace*

Document 2

Eole, Dieu du vent



Éole, dans la mythologie grecque, était le dieu des vents. Il était le fils du dieu Poséidon.

Éole surveillait les vents qu'il gardait dans des outres dans une caverne. Il ne les libérait que sur l'ordre de Zeus ou de Poséidon. Ce pouvoir lui avait été donné par Zeus.

Il participa à l'Odyssée d'Ulysse en l'accueillant dans son royaume et en lui remettant une outre qui contenait un vent puissant qui l'aiderait avec son voyage de retour à Ithaque.

Malheureusement, l'équipage curieux ouvrit l'outre pendant le sommeil d'Ulysse, ce qui les ramena à leur point de départ, en Éolie.

Cette fois, le dieu Éole n'aida pas Ulysse et le chassa, le considérant maudit par les dieux.

Source : Wikipédia

Document 3



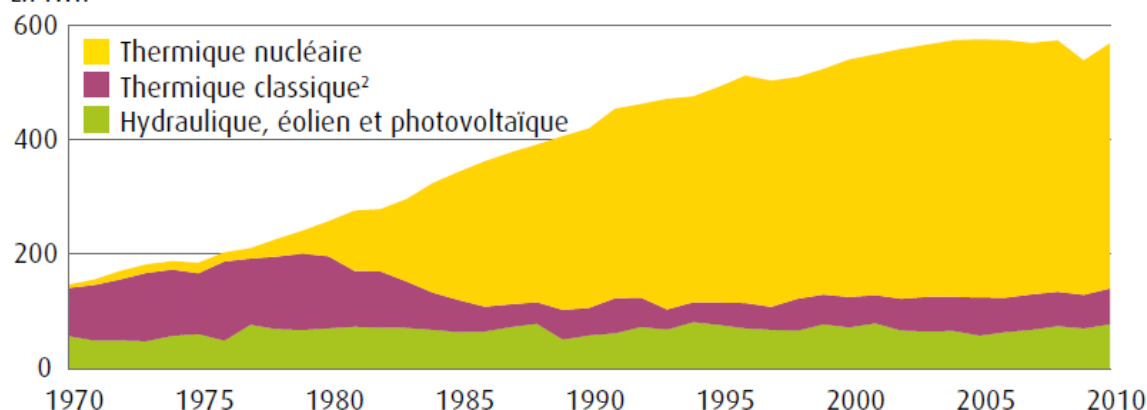
Source DNA

Document 4

Électricité

Production brute d'électricité

En TWh¹



Source Chiffres-clés pour l'énergie 2011, Ministère de l'Ecologie et du développement durable

Bilan simplifié de l'électricité

En TWh ¹	1973	1979	1985	1990	2000	2005	2009	2010
Production brute	182	242	344	420	540	576	539	569
Hydraulique, éolien et photovoltaïque	48	68	64	58	72	58	70	78
Thermique nucléaire	15	40	224	314	415	452	410	429
Thermique classique ²	119	134	56	48	53	67	59	63
Solde des échanges	-3	6	-23	-46	-69	-60	-26	-31
Importations	5	16	6	7	4	8	19	19
Exportations	-8	-11	-29	-52	-73	-68	-45	-50
Pompages	-	-1	-2	-5	-7	-7	-7	-7
Consommation des auxiliaires	-8	-10	-16	-20	-24	-26	-24	-26
Consommation ⁵	171	236	303	350	441	482	496	506

¹ 1 TWh = 1 milliard de kWh.

Source : SOeS, bilan de l'énergie

² Thermique à combustibles fossiles (charbon et lignite, fiouls, gaz naturel) ou divers³.

³ Divers : gaz de haut fourneau, de raffinerie, déchets urbains, résidus industriels, bois, etc.

⁴ Fioul lourd, fioul domestique et coke de pétrole.

⁵ Consommation intérieure ou énergie appelée, non corrigée du climat.

Chiffres clés de l'énergie | décembre 2011

Source Chiffres-clés pour l'énergie 2011, Ministère de l'Ecologie et du développement durable