



DOSSIER PÉDAGOGIQUE 6

LANGUES, GÉOGRAPHIE, SCIENCES, ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS LES RÉGIONS POLAIRES: LA STATION PRINCESS ELISABETH ANTARCTICA



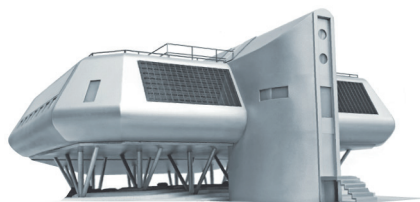
PARTIE THÉORIQUE

Le développement durable est un concept complexe et souvent difficile à appliquer (voir dossier pédagogique "le développement durable"). Cependant, à travers le projet "Princess Elisabeth Antarctica", la Fondation Polaire Internationale a montré qu'il était possible de construire un **bâtiment passif** et de vivre dans le respect de l'environnement même dans les conditions les plus difficiles du monde, en Antarctique. En effet, malgré l'isolement total du continent blanc et des conditions climatiques extrêmes, la station fonctionne de manière autonome grâce aux énergies renouvelables et a un impact quasi inexistant sur son environnement. La station Princess Elisabeth nous rappelle qu'il est possible de vivre en respectant l'environnement, peu importe où l'on habite sur la planète.

LA STATION PRINCESS ELISABETH EN BREF

Première station polaire "Zero Emission"

- 100% énergies renouvelables
- Recyclage des eaux usées
- Technologies durables
- Démontage en fin de vie
- Rapatriement des matériaux hors Antarctique



La nouvelle station polaire belge

- Située à 200 km de la côte
- Construite sur la crête rocheuse du nunatak (montagne) Utsteinen (1397 m d'altitude)
- Durée de vie estimée: 25 ans minimum
- Occupation: 16 à 40 personnes
- Superficie: 1.500 m² utiles (bâtiment principal: 400 m²; garage: 1 100 m²)
- Station d'été: active toute l'année mais occupée seulement de novembre à février



La station est occupée exclusivement pendant l'été austral pour plusieurs raisons:

- Durant l'été, les journées antarctiques sont plus longues et les membres des expéditions peuvent travailler plus longtemps. En effet, la station étant située au sud du cercle polaire antarctique (66°33'39"S), on peut y observer le "soleil de minuit" pendant environ trois mois durant l'été austral, alors que pendant l'hiver c'est l'obscurité qui règne pendant trois mois.
- Les températures sont beaucoup plus favorables au travail de terrain pendant l'été austral que pendant l'hiver.
- Enfin, en hiver, le continent est inaccessible à cause d'une banquise épaisse et omniprésente sur les côtes. Quant au transport par avion, il est totalement interrompu. Ceux qui passent l'hiver dans une base antarctique sont livrés à eux-mêmes pendant au moins huit mois.

LA CONCEPTION EXTÉRIEURE DE LA STATION

L'extérieur de la station a dû être spécialement conçu pour pouvoir résister aux conditions météo extrêmes du continent Antarctique: températures allant de -50° à -5°C , des vents catabatiques qui peuvent grimper à 250 km/h, venant surtout du sud-est, une pression atmosphérique moyenne de 830 hPa, des précipitations variables auxquelles s'additionne la dérive neigeuse, et enfin 24 heures de lumière durant 100 jours sur les 120 de l'été austral.

LA FORME

La forme retenue pour la station répond aux lois de l'aérodynamisme afin que le vent et la neige affectent le moins possible l'édifice, ceci dans un souci constant de sécurité, de facilité d'entretien et d'accessibilité. La station se trouve à 2 m au-dessus du relief du sol. Cela suffit pour pouvoir passer en dessous, pour effectuer des réparations par exemple, et cela évite l'accumulation de neige puisque le vent peut propulser la neige en dessous du bâtiment. Dans le passé, de nombreuses stations qui n'étaient pas construites sur pilotis ont été partiellement ou totalement enfouies sous la neige. La station est supportée par des pilotis allant de 2 à 6 m de haut, selon l'endroit. Ces pieux sont fixés à 6 m de profondeur dans le sol en granit qui est stable, contrairement à la neige et à la glace qui se déplacent constamment.

LES MURS

Les murs de la station ont une fonction primordiale: ils doivent isoler l'intérieur du froid glacial qu'il fait à l'extérieur. C'est pourquoi les murs font environ 53 cm d'épaisseur et se composent de neuf couches de matériaux différentes. De plus, tous les raccords sont totalement étanches à l'air afin d'assurer une isolation parfaite.

Dans une maison classique, l'épaisseur moyenne de la couche d'isolation se situe entre 12 et 16 cm ; dans une maison passive construite à une latitude moyenne, elle atteint 30 cm. Ici, la couche d'isolant principal (polystyrène de basse densité chargé au graphite) fait 40 cm d'épaisseur.

De l'intérieur du mur vers l'extérieur, les neuf couches suivantes se succèdent: du feutre de laine, une feuille d'aluminium (pour empêcher l'humidité intérieure de pénétrer dans le bois), du papier kraft, une couche de bois (épicéa lamellé-collé), la couche d'isolant principal, une couche de bois, une couche étanche (pour empêcher l'humidité extérieure de rentrer), une couche de mousse cellulaire et une tôle d'acier inoxydable.

L'édifice résultant, dont la structure porteuse est en bois, peut résister à des vents de 300 km/h. Les parois extérieures résistent également à l'abrasion et aux chocs.

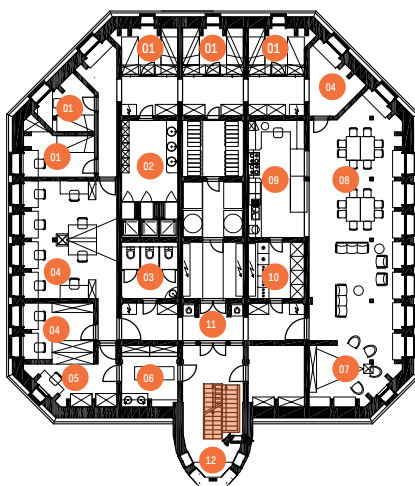
En tout, les murs de la station se composent de 168 modules, de 40 modèles différents. Chaque module représente une surface d'environ 7 m² et pèse 500 kg. Ils ont été conçus pour trouver leur place, telles les pièces d'un puzzle, dans les 120 conteneurs qui les ont emmenés en Antarctique.

LES FENÊTRES

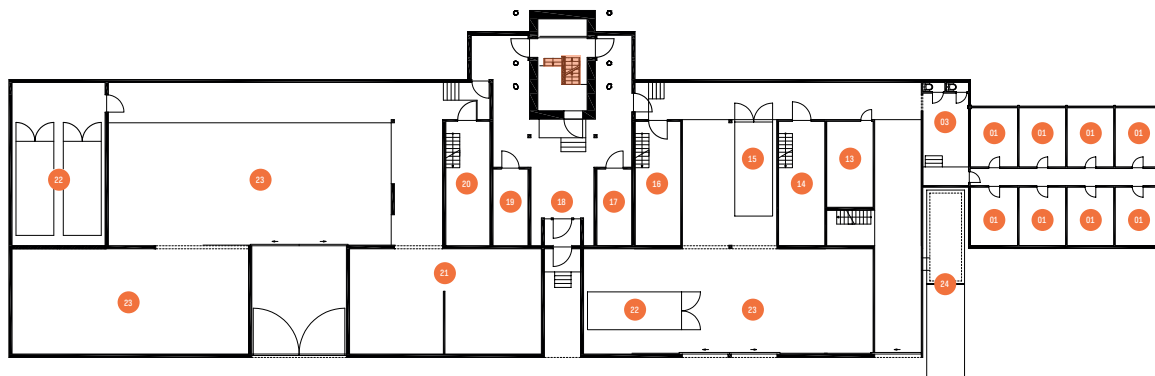
Les fenêtres sont doubles, elles sont constituées de deux 'triple vitrages'. Ceux-ci sont constitués de deux panneaux de verre entre lesquels se trouve un filtre solaire. Le verre en contact avec l'extérieur est de type armé: il résiste à des températures de -71°C et à des vents de 280 km/h. La pression entre les deux doubles vitrages est réglable via une soupape. On notera que la position et l'implantation des fenêtres contribuent efficacement à la maîtrise de la température dans le bâtiment.

LA CONCEPTION INTÉRIÈRE DE LA STATION¹

BÂTIMENT PRINCIPAL



ESPACES SOUTERRAINS (SOUS LA NEIGE)



01 CHAMBRES (LITS SUPERPOSÉS)

02 SALLE DE BAINS

03 TOILETTES

04 BUREAUX

05 INFIRMERIE

06 LABORATOIRE

07 SALON

08 SALLE À MANGER

09 CUISINE

10 RÉSERVES

11 BUANDERIE

12 OBSERVATOIRE

13 SALLE DE FITNESS

14 LOCAL POUR MATÉRIEL D'EXPÉDITION

15 CONGÉLATEUR

16 LOCAL POUR PRODUITS ALIMENTAIRES SECS

17 CHAMBRE FROIDE

18 HALL D'ENTRÉE

19 VESTIAIRE

20 RÉSERVE

21 ATELIER

22 GÉNÉRATEURS DE SECOURS

23 GARAGE

24 FONDOIR À NEIGE

On peut comparer la structure de la station à celle d'un oignon. La zone extérieure comprend toutes les pièces de vie sans besoin de fluides. La zone intermédiaire est constituée de locaux utilitaires, nécessaires à la vie dans la station (machines à laver, toilettes, salle de bains, stockage de provisions, ...). Elle joue un rôle de tampon thermique et acoustique qui protège le cœur de la station: le noyau technique. En effet, toutes les installations sensibles sont concentrées au cœur de la station, une zone protégée où il fait toujours chaud.

Même lorsque la station est inhabitée, la température, l'humidité ainsi que tous les systèmes internes à la station peuvent être contrôlés et ajustés en permanence depuis la Belgique.

D'OÙ VIENT L'ELECTRICITÉ QUI FAIT FONCTIONNER LA STATION ?

Un des défis techniques les plus importants d'une station polaire non polluante est l'alimentation en énergie. Comment produire l'électricité nécessaire au fonctionnement des ordinateurs, machines à laver, fours et autres instruments de mesure ? Jusqu'à présent, les stations polaires dépendaient totalement ou partiellement des carburants fossiles (fuel) acheminés par bateau jusqu'en Antarctique. La station Princess Elisabeth démontre aujourd'hui qu'une station polaire peut être totalement autonome en énergie en utilisant uniquement des sources d'énergie renouvelables.

L'énergie qui permet de produire l'électricité de la station provient d'un système hybride, faisant simultanément appel à deux sources: le soleil et le vent. Cette dualité permet d'adapter facilement le système aux conditions météorologiques: si le vent faiblit, l'énergie solaire prend le relais, et vice-versa. Deux générateurs diesel ont également été installés dans la station, mais le recours aux combustibles fossiles est réservé aux cas d'urgence.

LES ÉOLIENNES

Neuf éoliennes robustes – d'une capacité de 6 kW chacune – transforment la force du vent en électricité (230 V). Elles dressent fièrement leurs 9 m de haut sur l'horizon, au nord de la station, sur l'arête d'Utsteinen et sont opérationnelles toute l'année.

Chaque éolienne possède 3 pales longues de plus de 2 mètres, faites dans un matériau composite solide mais souple. Une **génératrice à entraînement direct** et un **rotor à autorégulation** complètent le dispositif. Ces éoliennes comportent également une innovation qui permet de capter au maximum la force des vents légers, tandis que la violence des tempêtes est atténuée.

LES PANNEAUX SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES

Les panneaux solaires photovoltaïques, convertissent l'énergie solaire en électricité ('photo' = lumière, 'voltaïque' = électrique). Il y a 114 m² de panneaux photovoltaïques sur la station et 288 m² sur les garages, soit une capacité totale de 52 kW (jusqu'à 800 W/m² en conditions ensoleillées), et une superficie totale de 374 m².

Pour pouvoir résister aux conditions extrêmes de l'Antarctique, les cellules photovoltaïques sont protégées par un verre renforcé et par un film spécial, le tout hermétiquement fermé. L'ensemble est placé dans un solide cadre en aluminium, que l'on peut facilement fixer sur la station ou les garages. Le froid ambiant prévient tout problème de surchauffe des panneaux.

OÙ VA L'ÉLECTRICITÉ, UNE FOIS PRODUITE?

Un réseau intelligent (smart grid) est au cœur du système énergétique de la station et un élément clef de son fonctionnement "Zéro Emission". L'ensemble des systèmes est géré par un ordinateur. Cet ordinateur central pilotable à distance permet de gérer l'énergie disponible, de hiérarchiser les demandes en fonction de leurs priorités et d'acheminer efficacement l'énergie jusqu'aux utilisateurs finaux. Les systèmes liés à la sécurité des personnes, comme la protection contre l'incendie, la production d'eau et la ventilation, bénéficieront de la plus haute priorité. Si, en cas de manque de soleil et de vent par exemple, un occupant de la station veut brancher son portable sur le réseau, un signal l'avertira que d'autres systèmes ont priorité. Cela implique donc un changement de comportement des utilisateurs par rapport à leur consommation d'énergie.



→ De la priorité la plus haute à la plus basse: sécurité incendie, fonte de la neige, régulation de température, machine à laver, télévision...

Pour limiter la consommation d'énergie, les appareils électoménagers de la station sont peu gourmands: réfrigérateurs A++, tables de cuisson à induction, lampes économiques... En fait toute la station est conçue pour avoir une consommation d'énergie minimale: c'est un point clé pour réduire l'impact sur l'environnement.

C'est uniquement en cas d'excédent de production que l'électricité sera stockée dans des **batteries au plomb** qui se trouvent dans le noyau technique de la station (capacité totale: 10000Ah). La raison de cet usage parcimonieux est double:

- le stockage de l'énergie dans les batteries entraîne toujours des pertes
- la charge et la décharge des batteries dégradent leur efficacité et leur longévité, ce qui nécessite un remplacement plus fréquent. Etant donné que les batteries pèsent 12 à 15 tonnes, il est préférable de ne pas devoir les remplacer trop souvent.

COMMENT LA STATION EST-ELLE CHAUFFÉE ?

Etant donné les températures extérieures glaciales de l'Antarctique (jusqu'à -50°C), le chauffage d'une station polaire demande beaucoup d'énergie. Quelles sont les sources d'énergie utilisées pour chauffer la station Princess Elisabeth ? En réalité la station est essentiellement chauffée grâce au soleil. La station Princess Elisabeth utilise à la fois l'énergie solaire active et l'énergie solaire passive.

LES PANNEAUX SOLAIRES THERMIQUES

Ce type de panneaux solaires utilise l'énergie du soleil pour chauffer de l'eau (d'où le qualificatif de "thermique"). Ces panneaux sont répartis en deux groupes. Le premier groupe comprend 12 panneaux (14,4 m²) et se trouve sur le toit du garage. Il est connecté au fondoir à neige. L'eau ainsi obtenue est récupérée et stockée dans un réservoir du noyau technique de la station, où se trouve également un réservoir contenant l'eau recyclée. Le

deuxième groupe comprend 18 panneaux solaires (216 m²) et est intégré dans la toiture de la station. Grâce à eux, la neige fondue et l'eau recyclée (système de recyclage expliqué plus loin) sont portées à une température agréable, puis distribuées par un réseau de canalisations dans la salle de bains, la cuisine et la buanderie. Les panneaux solaires thermiques sont orientés au nord pour profiter au maximum de l'ensoleillement. Si la production d'eau chaude est insuffisante, l'appoint est assuré par le système électrique.

UN CHAUFFAGE SOLAIRE PASSIF

Comme dans la conception de toute **maison passive**, la taille et l'orientation des fenêtres de la station ont été soigneusement étudiées, afin d'utiliser au mieux la chaleur du soleil. Cependant, contrairement à une maison passive construite sous nos latitudes (où l'on essaye de capter un maximum de chaleur), la surface des fenêtres n'est pas concentrée du côté le plus ensoleillé. En effet, durant les mois d'été, l'ensoleillement est très important, et dure parfois 24 heures par jour! Allié à la très bonne isolation des murs de la station, un tel ensoleillement pourrait provoquer des surchauffes. Les plus grandes fenêtres de la station sont donc placées du côté sud (qui correspond au nord dans notre hémisphère) et elles sont disposées relativement bas, à hauteur d'assise, pour limiter l'apport calorique. Et comme les chercheurs passent le plus clair de leur temps assis lorsqu'ils sont à la station, ils peuvent aussi profiter de la vue sur les vastes étendues glacées.

Le chauffage des espaces intérieurs est complété par la chaleur qu'émettent les appareils électriques et l'activité humaine, conformément aux principes de la maison passive.

VENTILATION ET ÉCHANGEURS DE CHALEUR

Le système de ventilation de la station est très comparable à celui d'une maison passive classique. Les fenêtres ne peuvent pas être ouvertes et c'est un système automatique qui contrôle l'aération. Tout le système ("double flux") est basé sur un échange de chaleur entre l'air chaud évacué et l'air frais entrant, ce qui permet de récupérer 75 à 95% d'énergie. Les deux flux d'air n'entrent pas en contact, mais se croisent dans un échangeur de chaleur. L'air est ensuite humidifié par un humidificateur électrique (jusqu'à une hygrométrie d'au moins 15%). Le but poursuivi est triple: confort des personnes, ambiance agréable et protection des équipements électriques (il s'agit d'éviter les charges et décharges électrostatiques).

QUE FAIT-ON DES DECHETS DE LA STATION ?

Aucune pollution n'est produite par la station: 100% des eaux sont traitées et tous les déchets non recyclables (ex. produits chimiques, liquides antigel) sont stockés dans des containers et évacués à la fin de saison.

SYSTÈME D'ÉPURATION DES EAUX USÉES

Les chercheurs de la Station Princesse Elisabeth sont les premiers habitants du pôle Sud à réutiliser leurs eaux usées. Ce procédé est déjà utilisé par les astronautes. Bien que potable, les eaux recyclées ne sont utilisées que pour les toilettes, les douches et la laverie. La station produit son eau grâce à un fondoir à neige à énergie solaire.

Le cœur du traitement des eaux usées est un bioréacteur. Les micro-organismes dégradent les composants organiques et purifient l'eau. Celle-ci est ensuite décolorée par adsorption sur charbon actif. L'eau recyclée est stockée dans une citerne de 2000 litres et désinfectée par traitements UV et chlore.

GLOSSAIRE:

Batterie au plomb: Batteries basées sur les réactions électrochimiques du plomb et du dioxyde de plomb en milieu acide sulfurique. Il en existe aujourd'hui plusieurs types, de technologies plus ou moins avancées: celles de la station sont des batteries au plomb étanches et stationnaires, autrement dit des batteries au plomb-acide à régulation par soupape (Valve Regulated Lead Acid -gel).

Dérive neigeuse: Neige fraîchement tombée, remise en mouvement par le vent. Les flocons sont mis en suspension dans l'air et transportés au gré du vent, ce qui peut donner l'impression qu'il neige sans que ce soit réellement le cas.

Épuration biologique aérobie: Dégradation de composés organiques par des micro-organismes dans un environnement bien aéré. Dans la station, ce système est utilisé pour traiter les eaux "grises" (en provenance des douches, lave-vaisselle, lave-linge ainsi que les eaux issues de l'épuration biologique anaérobie).

Génératrice à entraînement direct: Génératrice directement reliée au rotor des éoliennes, afin de minimiser les pertes d'énergie. Le courant produit est ainsi directement proportionnel au régime de rotation. Les éoliennes classiques ont un système de transmission par engrenage.

Maison passive: Habitat qui consomme très peu d'énergie (environ 70% de moins qu'une maison traditionnelle neuve). Ces maisons exploitent au maximum toutes les sources de chaleur (apports solaires et sources d'énergie internes tels appareils et habitants) pour faire l'économie d'un système de chauffage. Elles sont très bien isolées, ont un système de ventilation à double flux (qui utilise la chaleur de l'air usé pour chauffer l'air neuf) et sont imperméables à l'air extérieur.

Rotor à autorégulation: Permet de ralentir une éolienne lorsque le vent est trop fort. L'éolienne peut ainsi fonctionner quelle que soit la force du vent, contrairement aux autres éoliennes qui s'arrêtent si le vent dépasse une certaine limite.

Vents catabatiques: Vents puissants produits, sous l'effet de la gravité, par le poids d'une masse d'air froid dévalant le long d'un relief topographique. En Antarctique, ces vents soufflent de l'intérieur du continent et descendent les pentes de la calotte glaciaire en direction des côtes plus basses. Sur la côte ces vents peuvent souffler à plus de 300 km/h.

Filtre solaire: Filtre qui arrête certaines longueurs d'onde du soleil pour éviter la pénétration de chaleur.

RESSOURCES:

Découvrez les animations "La station Princess Elisabeth" et "La nuit dans les régions polaires" ainsi que le dossier pédagogique "L'homme dans les régions polaires" et de nombreuses expériences à faire en classe sur EDUCAPOLES, le site éducatif de la fondation polaire internationale (IPF):

<http://www.educapoles.org> (NL, FR, EN)

Le site de la station Princess Elisabeth Antarctica (une vraie mine d'informations sur la station, parmi lesquelles des photos et vidéos):

<http://www.antarcticstation.org/> (EN)

Un site sur les maisons passives:

<http://www.lamaisonpassive.be/> (FR)

<http://www.passiefhuisplatform.be> (NL, FR, EN)

PARTIE PRATIQUE

ENJEUX D'APPRENTISSAGE

Dans le dossier précédent, nous avons pu identifier que le traitement des problématiques actuelles, notamment celles liées à l'environnement, nécessitent une approche globale. L'enjeu pédagogique principal consiste ici non pas à renoncer aux entrées disciplinaires, mais plutôt à tenir compte des outils cognitifs, des concepts, des compétences et des connaissances, construits lors des apprentissages disciplinaires afin de résoudre une situation-problème identifiée au sein de la classe. En d'autres termes, c'est la mobilisation des savoirs et savoir-faire qui est en jeu. La réalisation d'une action concrète fournit l'occasion de révéler ces apprentissages et donne du sens aux activités menées en classe. D'autres enjeux sont ici à mettre en avant, notamment ceux liés aux principes propres au développement durable, comme celui de la participation, de la prise en compte des valeurs, de la responsabilité collective et individuelle ou de la solidarité dans le temps et dans l'espace.

LES ACTIVITÉS DE CE DOSSIER

1. JEU DE CARTE "CONNAIS-TU LA STATION PRINCESS ELISABETH ?"

Groupe cible	<12 ans	Durée	30 minutes
Objectif	Interaction ludique entre les élèves et éveil de la curiosité des élèves concernant le projet de la station		

Découpez les 9 cartes, qui peuvent être utilisées de nombreuses manières en classe: les élèves peuvent par exemple y jouer entre eux, en petits groupes ou par deux. Ils réfléchissent ensemble pour définir la ou les réponse(s) qui leur semble(nt) juste(s). De nombreuses réponses "fausses" peuvent servir d'accroche pour des compléments d'information par l'enseignant. On peut aussi demander aux élèves s'il serait possible de construire une telle maison chez nous et si cela aurait un intérêt.

Réponses: 1. a / 2. a et b / 3. b / 4. c / 5. b / 6. b / 7. a / 8. c / 9. b

2. EXPÉRIENCE "MON ÉOLIENNE À MOI !"

Groupe	12-15 ans	Durée	1 à 2 heures
Objectif	Mettre en relation les expériences faites en classe avec les situations du monde extérieur. Comprendre le fonctionnement de l'éolienne. Collaboration entre élèves et suivi d'une marche à suivre		

Une fois les éoliennes montées, on peut demander aux élèves de décrire ce qu'ils observent. Exemple: la DEL s'allume. Les pales de l'hélice sont toutes inclinées dans le même sens. Le vent appuie dessus et les oblige à tourner dans la direction déterminée par leur inclinaison. Cela fait tourner l'hélice, ainsi que l'axe du moteur, ce qui entraîne la bobine de fil de cuivre du moteur. Ce mouvement produit dans les fils électriques un courant qui traverse la DEL. (Source: L'énergie en pratique, La boîte énergie – WWF)

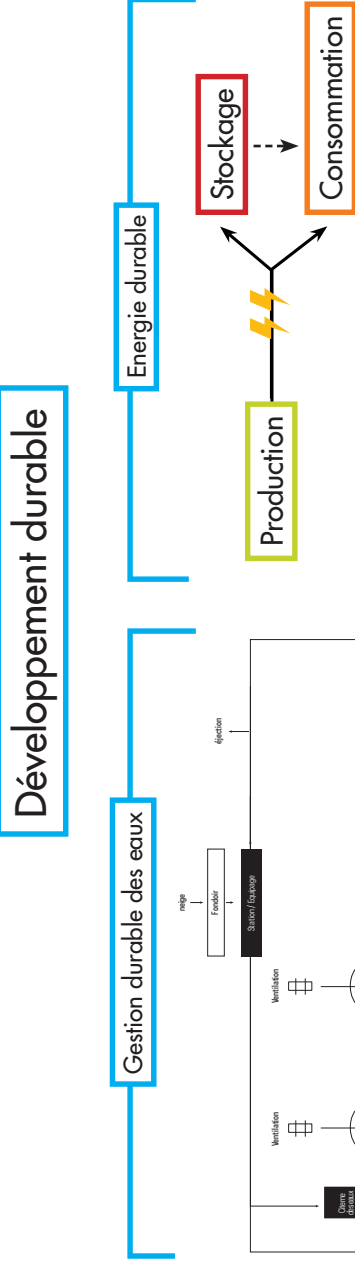
3. COMPRÉHENSION GRAPHIQUE "COMMENT FONCTIONNE LA STATION PRINCESS ELISABETH ?"

Groupe	15-18 ans	Durée	30 minutes
Objectif	Réfléchir sur des actions réelles à mener (travail en groupe), possibilité de réaliser un projet concret pour diminuer les émissions de gaz à effet de serre		

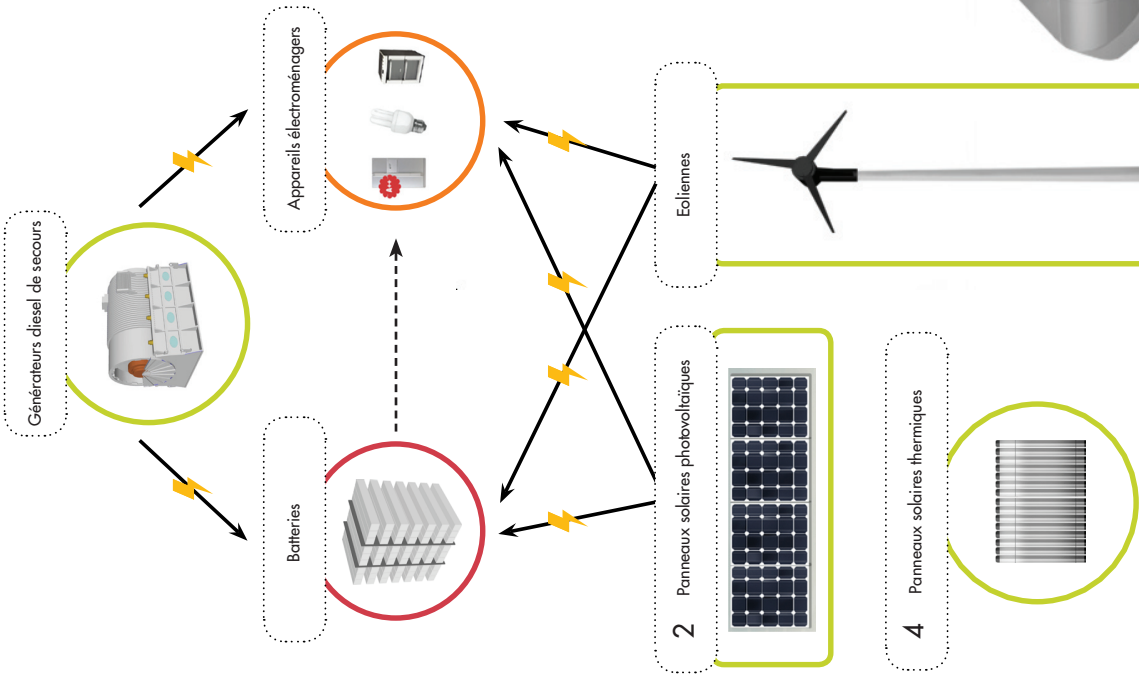
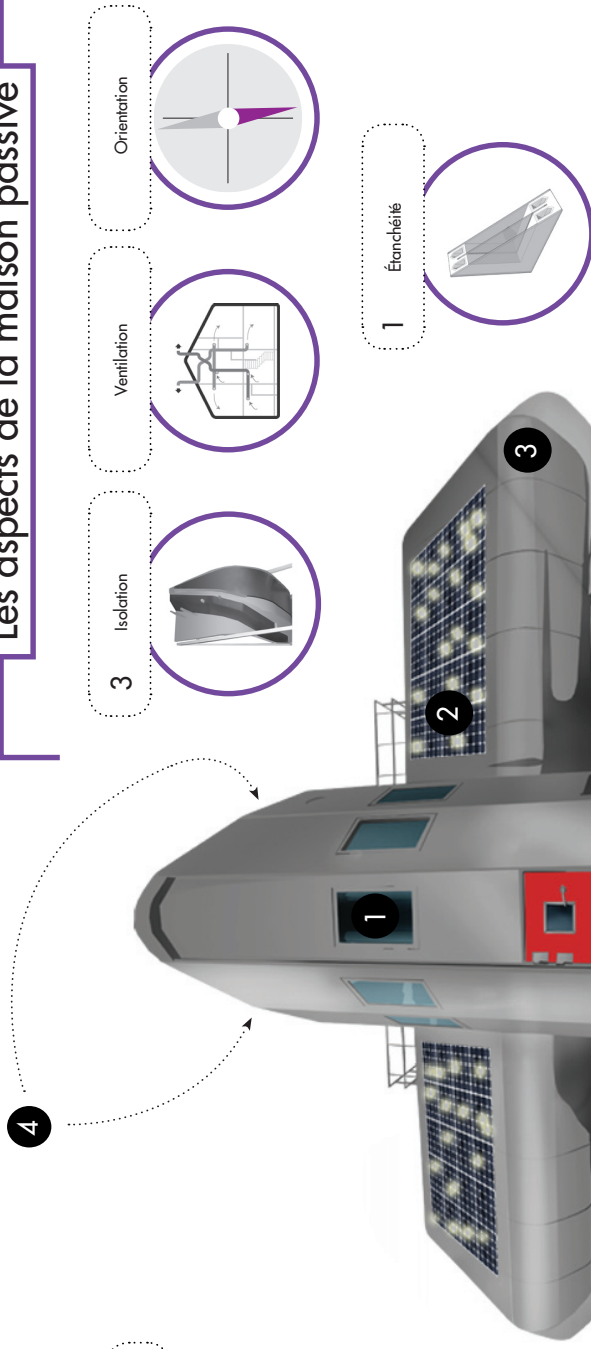
D'AUTRES IDÉES D'ACTIVITÉS

- Proposer un photo-langage ou des jeux de rôle permettant de porter une réflexion sur tout un ensemble de problématiques qu'il s'agit de traiter de manière systémique. Le but de ces activités consiste à développer l'esprit d'observation et d'analyse et d'initier des débats d'opinion (à voir sur www.educapoles.org – outils éducatifs)
- Traquer les gaspillages d'énergie dans l'établissement scolaire, en informer les autorités scolaires et/ou mettre en place des installations permettant une utilisation rationnelle de l'énergie
- Concevoir une opération de communication sur une problématique environnementale et la mener à bien (ressources sur www.educapoles.org – multimédias – animations flash - énergie)

Développement durable



Les aspects de la maison passive



CONNAIS-TU LA STATION PRINCESS ELISABETH ?



1.

QUAND EST-CE QUE LES SCIENTIFIQUES OCCUPENT LA STATION ?

- A. En été, parce qu'il y a du soleil pendant 24 heures pendant 3 mois et qu'il fait plus chaud.
- B. En hiver, parce qu'il fait nuit pendant trois mois et qu'il fait plus froid.



2.

LA STATION EST UNE MAISON PASSIVE. CA VEUT DIRE:

- A. Que c'est principalement la chaleur du soleil qui sert de chauffage.
- B. Que c'est une maison qui a peu besoin d'être chauffée parce qu'elle garde très bien la chaleur à l'intérieur de ses murs.
- C. Que c'est une maison où il fait très froid.



3.

LA STATION SE TROUVE EN ANTARCTIQUE. L'ANTARCTIQUE SE TROUVE:

- A. Au pôle nord, là où vivent les ours blancs.
- B. Au pôle sud, là où vivent les manchots.
- C. A l'équateur, là où poussent les palmiers.



4.

QUAND ON SORT LES POUBELLES DE LA STATION, OÙ VA-T-ON LES METTRE ?

- A. On les enterre dans la glace.
- B. On fait un grand tas et on y met le feu.
- C. On les met dans des containers qui seront évacués d'Antarctique par bateau.



5.

D'OÙ VIENT L'EAU QUE L'ON BOIT, DANS LA STATION ?

- A. C'est de l'eau de mer dont on a enlevé le sel.
- B. C'est de la neige qu'on a fait fondre.
- C. C'est de l'eau de pluie.



6.

EST-IL POSSIBLE DE CONSTRUIRE CHEZ NOUS UNE MAISON QUI, COMME LA STATION, NE POLLUE PAS ET QUI N'A PAS BESOIN DE CHAUFFAGE ?

- A. Non, il faut un climat très froid, comme en Antarctique pour que ce soit possible.
- B. Oui. C'est beaucoup plus simple de construire une maison comme ça chez nous qu'en Antarctique !



7.

QUE DEVIENT L'EAU DES TOILETTES, LORSQU'ON TIRE LA CHASSE DANS LA STATION ?

- A. Elle est traitée et ensuite on la réutilise pour la douche et pour faire la lessive.
- B. Elle s'en va dans les égouts.
- C. On la déverse dans l'océan.



8.

EN SORTANT DE LA STATION, LES SCIENTIFIQUES DOIVENT BIEN S'HABILLER. QUELLE EST LA TEMPÉRATURE LA PLUS FROIDE QU'IL PEUT FAIRE, EN ANTARCTIQUE ?

- A. 10 °C
- B. - 10 °C
- C. - 89 °C



9.

D'OÙ VIENT L'ÉNERGIE QUI FAIT MARCHER LES ORDINATEURS, LE FRIGO, LE FOUR ET TOUS LES APPAREILS DE LA STATION ?

- A. Toute l'énergie est fournie par un gros moteur qui marche au diesel.
- B. Cette énergie vient du vent et du soleil. On la récupère grâce à des éoliennes et des panneaux solaires.



MON ÉOLIENNE À MOI !

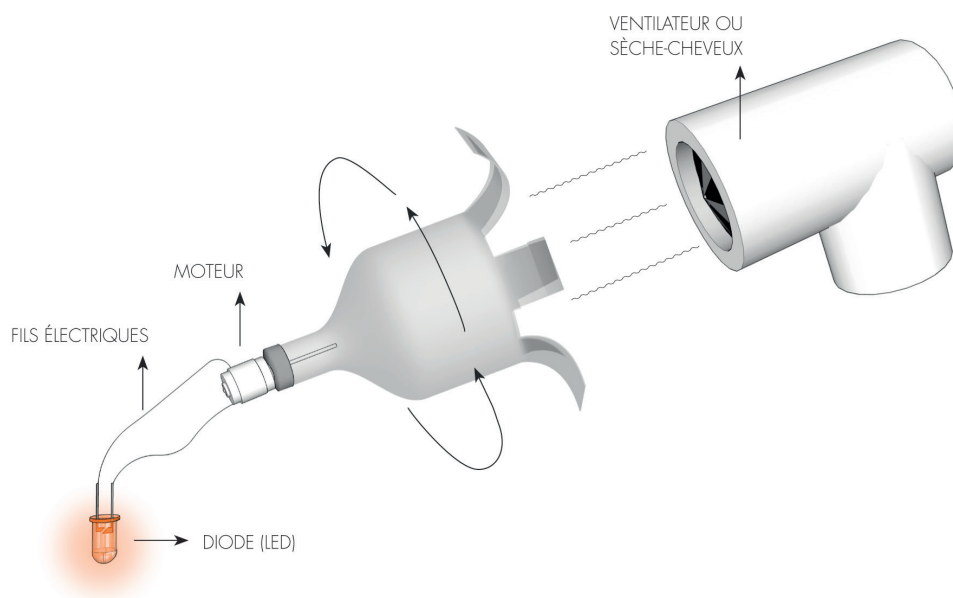
CONSTRUIRE UNE ÉOLIENNE

MATÉRIEL

- Un petit moteur électrique
- Deux bouts de fil électrique
- Une DEL (diode électroluminescente) de 1,5 volt
- Une bouteille en plastique de 1,5 litre et son bouchon (choisir une bouteille relativement rigide)
- Un ventilateur ou sèche-cheveux
- Une paire de ciseaux
- Un compas
- Un petit clou

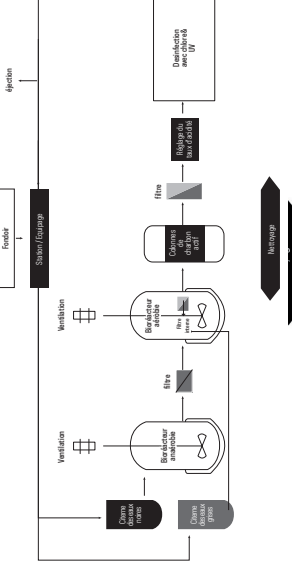
L'EXPÉRIENCE

1. Découper le fond de la bouteille avec les ciseaux. Pratiquer cinq incisions d'environ 6 cm, comme indiqué sur le dessin. Plier les pales vers l'extérieur.
2. Avec la pointe du compas, faire un trou au milieu du bouchon. Agrandir le trou avec le clou. Fixer le bouchon sur l'axe du moteur.
3. Dénuder les extrémités des fils électriques. Les relier d'un côté à la DEL et de l'autre au moteur.
4. Brancher le ventilateur ou le sèche-cheveux et tenir l'hélice dans le courant d'air. Observer la DEL. Si rien ne se passe, intervertir les fils aux bornes de la DEL.

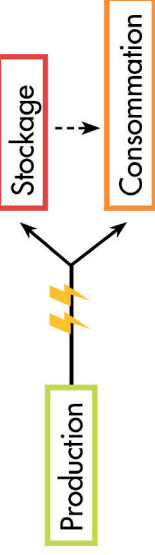


Développement durable

Gestion durable des eaux



Energie Durable



Les aspects de la maison passive

4

3

1

3

2

4

2

