



Fiche pédagogique n°5 : L'eau, une source de production d'énergie renouvelable



COMPÉTENCES VISÉES :

Cette activité permettra aux élèves de participer activement à la démarche scientifique en créant, développant et perfectionnant leur propre centrale hydraulique.

Au terme de cette activité, les compétences et savoir-faire suivants seront mis en œuvre :

- Identifier les transformations d'énergie dans une centrale hydraulique
- Comparer les principales étapes de la transformation énergétique dans deux types différents de centrales électriques
- Utiliser le vocabulaire spécifique à la thématique
- Mener à bien un projet et le défendre
- Produire un texte informatif
- Mettre en pratique les règles de présentation d'un article

COMPÉTENCES PRINCIPALES :

● UAA 20 : énergies : choix judicieux et utilisation rationnelle
Compétence : utiliser des arguments scientifiques pour alimenter ou comprendre une prise de position sur les choix énergétiques.

● L'activité d'écriture : UAA 2 : réduire, résumer et synthétiser pour informer autrui.

Compétence : résumer un texte, synthétiser un ensemble de textes portant sur un même sujet.



4 ½ périodes au cours
de formation scientifique
+ 2 périodes au cours de
français



MISE EN SITUATION :

Earth Day Network est le plus grand mouvement pour l'environnement au monde. Il regroupe plus de 50.000 partenaires dans 192 pays afin de renforcer la démocratie environnementale. Ce réseau fonctionne par projets, par programmes et par campagnes qui soutiennent la conservation et la protection de l'environnement. Leurs efforts se concentrent sur l'engagement des dirigeants locaux et des citoyens de tous les âges et de tous les horizons avec des campagnes comme « agir sur le climat et faire progresser l'énergie propre ».

Les élèves, en tant qu'experts scientifiques et membre du Earth Day Network, vont développer une campagne afin de sensibiliser les enseignants et les élèves aux préoccupations environnementales et plus particulièrement à une utilisation judicieuse de l'eau.

Les élèves vont donc jouer le rôle d'hydrauliciens, de chargés d'étude et de consultants en environnement afin de montrer que l'eau peut être utilisée comme source d'énergie propre.



PRÉREQUIS :

- UAA 20 : énergies : choix judicieux et utilisation rationnelle.
Les élèves sont capables d'expliquer le fonctionnement d'une centrale électrique classique.
- Les élèves sont capables d'analyser un article de presse. Ils ont pris connaissance de la structure et des caractéristiques inhérentes à un article (fond, forme, pyramide inversée des informations...)



DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ :

1 période

PHASE 1 :

-  Avant la distribution des documents, les élèves rédigent individuellement une brève **description écrite** sur le fonctionnement d'une centrale hydraulique.

Cette étape leur permettra de faire appel à leurs représentations initiales. Les élèves doivent conserver leur description pour y revenir ultérieurement⁽¹⁾.

- **Distribution des consignes** ( 1). Les élèves-experts vont devoir construire un système pour produire la plus grande quantité d'énergie électrique grâce à l'eau (à l'écoulement d'eau).

L'élève devra :

- choisir le matériel adéquat,
- réaliser un montage performant,
- tester sa « centrale »
- être capable d'améliorer le dispositif si nécessaire.

Cette étape permet aux élèves de pratiquer la démarche scientifique en utilisant différentes voies de la démarche d'investigation.

COMPÉTENCES :

- Stratégie transversale : traiter et utiliser l'information.
- Stratégie transversale : mettre en relation des éléments pertinents.

1/2 période
chaque semaine

PHASE 2 :

- **Suivi de l'évolution de la conception.** Chaque semaine, des séances de questions/réponses sont envisagées :

- 1^{re} semaine : choix du matériel pour le montage,
- 2^e semaine : réalisation du montage,
- 3^e semaine : pistes pour perfectionner le montage.

Cette étape permettra de suivre l'avancée de chaque élève. Afin de les aider étape par étape dans la conception de leur projet, vous avez à disposition un exemple de mode opératoire ( 2).

PHASE 3 :

- **Fin de la conception.** Les élèves-experts apportent leur dispositif en classe⁽²⁾. Toutes les mini-centrales sont examinées et le potentiel créé par chaque centrale (sous un même débit d'eau) est mesuré. Les élèves doivent être capables d'expliquer leur démarche dans la conception de leur « centrale hydraulique ».

COMPÉTENCES :

- Stratégie transversale : communiquer en utilisant un vocabulaire spécifique et un langage adéquat.

PHASE 4 :

- **Structuration⁽³⁾.** Les élèves reçoivent un schéma d'une centrale hydraulique. Ils complètent le schéma, expliquent le fonctionnement de la centrale et identifient les changements d'énergies. Cette étape permet de s'assurer que tous les élèves ont compris le fonctionnement d'une centrale hydraulique et de revenir sur les représentations initiales de chaque élève.

Elle permettra aussi aux élèves de réaliser leur article pour le cours de français.

Comparaison entre deux centrales :

- Demander aux élèves de lister d'autres centrales électriques.
- Distribuer un schéma d'une centrale nucléaire et montrer une vidéo explicative.
- Demander aux élèves de compléter le schéma et de comparer les deux centrales.

Synthèse (3) des caractéristiques.

- **Distribution des parcours de formation** liés aux métiers dans cette activité (disponibles dans la boîte à métiers).

PHASE 5 :

- **Distribution des consignes (4 et 5)** pour réaliser un article visant à informer autrui.
- **Rédaction d'un article⁽⁴⁾.** Celui-ci comprendra des informations sur la thématique (causes, conséquences et solutions).

Cette étape permet aux élèves de découvrir les notions nécessaires pour rédiger un article, mais aussi de développer leurs connaissances sur la thématique.

COMPÉTENCES :

- Stratégie transversale : communiquer en utilisant un vocabulaire spécifique et un langage adéquat.

A l'issue de cette activité, les élèves auront joué le rôle d'entrepreneurs de start-up en découvrant les métiers suivants. Vous pouvez trouver, dans la boîte à métiers, les parcours de formations permettant d'accéder à ces métiers.

- Chargé d'étude en environnement (PF1, PF4, PF6, PF15)
- Consultant en environnement (PF1, PF4, PF6, PF10, PF11, PF12)
- Hydraulicien (PF9, PF16)



Pour plus d'informations, consultez les fiches métiers sur le site [metiers.siep.be](https://www.metiers.siep.be).



Vous pouvez également découvrir ces métiers dans la Technosphère 2.0 lors de l'installation de l'égoutage de la ville et lors du dimensionnement de la station d'épuration.

- (1) Cette phase peut être réalisée oralement en écrivant les mots clés au tableau ou sur une feuille A3 pour être réutilisés plus tard dans l'activité.
- (2) Cette présentation peut se faire pendant une journée portes ouvertes de l'établissement pour sensibiliser le public.
- (3) Une vidéo explicative sur les centrales hydrauliques peut également compléter les informations.
- (4) L'article peut être rédigé à l'aide d'un traitement de texte pour utiliser les TIC.



RESSOURCES PÉDAGOGIQUES :

MODE OPÉRATOIRE EXPÉRIENCE

- **Cm1Cm2. Maquette d'un barrage pour produire de l'électricité [en ligne]. 2008.**
Disponible sur : <http://cm1cm2.ceyreste.free.fr/barrages.html> (27/05/2019).
- **Hydro Power at Home/Hydroelectric Generator DIY [en ligne]. 2017.**
Disponible sur : <https://www.youtube.com/watch?v=V3NtSp6aAbs> (27/05/2019).

CENTRALE HYDRAULIQUE :

- **Connaissance des énergies. Hydroélectricité [en ligne]. 2016.**
Disponible sur : <http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/hydroelectricite> (27/05/2019).
- **Innergex. L'eau : un choix sensé du point de vue économique, social et environnemental [en ligne]. 2016.**
Disponible sur : <http://www.innergex.com/energies/hydroelectricite/> (27/05/2019).
- **EDF. Le fonctionnement d'un barrage [en ligne]. 2016.**
Disponible sur : <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/l-energie-de-a-a-z/tout-sur-l-energie/produire-de-l-electricite/le-fonctionnement-d-un-barrage> (27/05/2019).
- **DARO Sabine, NANSON Serge, VILLEVAL Carolin. Aujourd'hui pour demain les centrales hydroélectriques, Une démarche active pour comprendre les principes physiques mis en jeu dans le fonctionnement des centrales hydroélectriques.**
Liège : Hypothèse, 2012, 42 p (Aujourd'hui pour demain).
- **Monelectricité. Les centrales hydroélectriques [en ligne].**
Disponible sur : <https://monelectricite.pro/les-centrales-hydroelectriciques/> (25/07/2019).

CENTRALE NUCLÉAIRE :

- **EDF. Le fonctionnement d'une centrale nucléaire [en ligne]. 2016.**
Disponible sur : <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/l-energie-de-a-a-z/tout-sur-l-energie/produire-de-l-electricite/le-fonctionnement-d-une-centrale-nucleaire> (27/05/2019).
- **Wikipédia. Fichier : Centrale nucléaire REP.png [en ligne]. 2016.**
Disponible sur : https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Centrale_nucleaire_REP.png (27/05/2019)



OUTIL PÉDAGOGIQUE 1 : CONSIGNES

Ton but est de concevoir un dispositif capable de produire de l'énergie électrique grâce à un débit d'eau (un écoulement d'eau). Ce dispositif doit être le plus performant possible et transportable.

Pour cela, tu dois :

- te renseigner sur le fonctionnement des centrales hydrauliques,
- trouver le matériel adéquat,
- construire le dispositif.

Tu as un mois pour mettre au point ta mini-centrale qui permettra de produire un maximum d'électricité. Ne t'y prends pas à la dernière minute.

Chaque semaine, tu auras l'occasion de discuter des problèmes que tu rencontres lors de l'élaboration de ton dispositif.

Voici le planning des séances de questions/réponses :

- 1^{re} semaine : choix du matériel pour le montage,
- 2^e semaine : réalisation du montage,
- 3^e semaine : pistes pour perfectionner le montage,
- 4^e semaine : présentation du dispositif.



OUTIL PÉDAGOGIQUE 2 : MODE OPÉRATOIRE

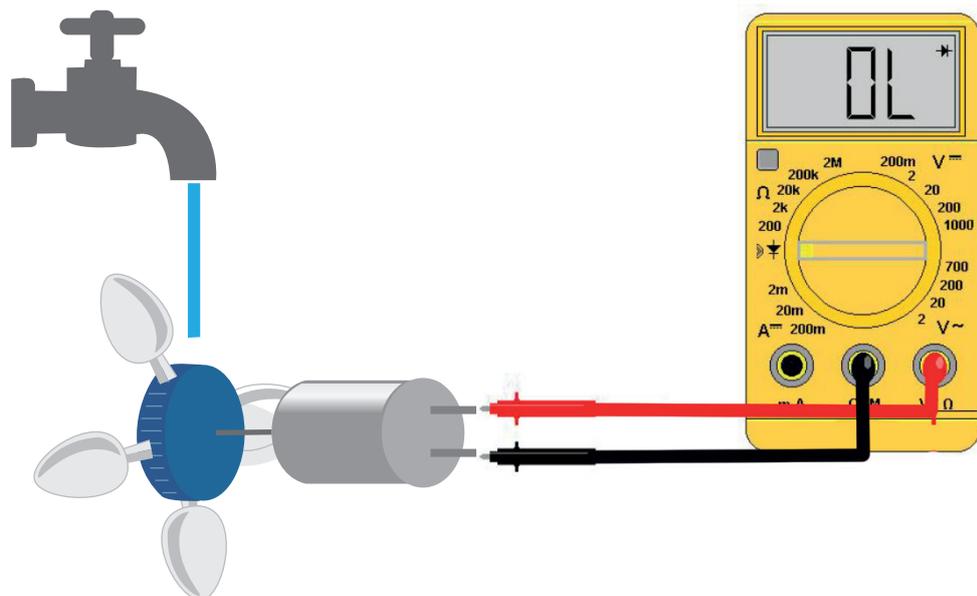
Matériel :

- Des cuillères en plastique dur
- Une feuille de plastique dur
- De la colle forte
- Des Lego (une roue et une barre) ou une tige de fer attachée à un rond métallique
- Un moteur électrique
- Une courroie dentelée ou une ficelle
- Deux fils électriques avec pinces croco
- Des ciseaux
- Une plaque
- Un multimètre électronique

Mode opératoire :

- Coupe deux ronds de 4-5 cm de diamètre dans la feuille de plastique dur
- Colle les 8 à 10 cuillères en plastique sur un des ronds
- Colle le deuxième rond de l'autre côté des cuillères
- Colle le Lego rond avec la tige ou la tige en fer sur un des plastiques ronds
- Pose la tige sur un support Lego (qui laisse la tige tournée)
- Relie la tige et le moteur avec la courroie dentelée ou la ficelle ou par contact direct
- Pose le moteur sur un support
- Colle les supports sur une plaque
- Branche les fils avec les pinces croco au moteur, pour mesurer le potentiel

<https://decroissons.wordpress.com/2014/03/12/construire-un-petit-generateur-hydro-electrique/> (05/03/2019)



<http://cm1cm2.ceyreste.free.fr/barrages.html>



OUTIL PÉDAGOGIQUE 3 : SYNTHÈSE

CENTRALE HYDRAULIQUE

• Fonctionnement

Une centrale hydraulique produit de l'électricité en utilisant la force de l'eau. Les centrales hydroélectriques sont une source de production d'énergie renouvelable (au même titre que les éoliennes ou les panneaux photovoltaïques).

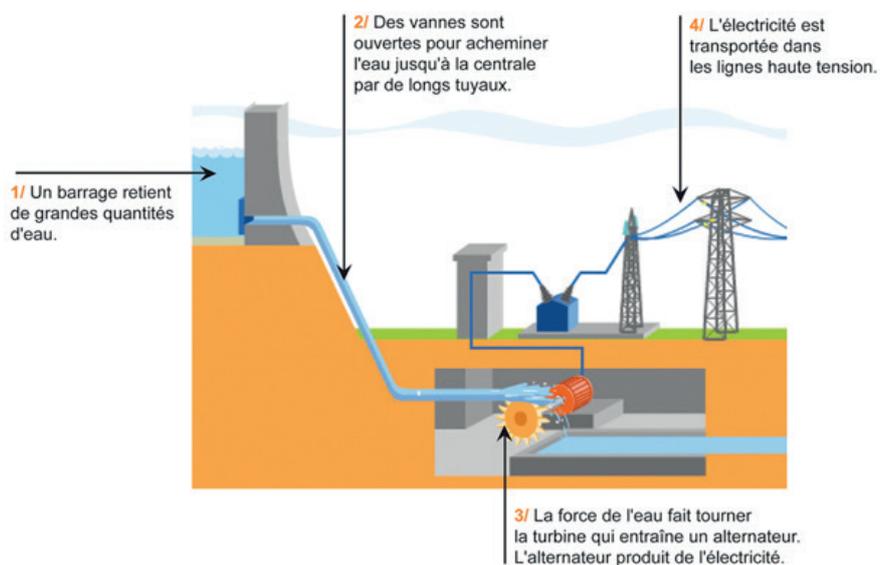
L'énergie hydraulique exploite **l'énergie potentielle** gravifique des flux d'eau. **L'énergie cinétique** du courant d'eau est transformée en énergie mécanique par une **turbine**, puis en énergie électrique par un **alternateur**.

Une centrale hydroélectrique se compose d'un barrage qui retient l'écoulement naturel de l'eau (et forme un **lac de retenue** avec un réservoir de stockage), ainsi que d'une installation de production. Plus la différence de hauteur entre le lac de retenue et l'eau libre (la rivière après le barrage) est élevée, plus la quantité d'énergie potentielle est grande et donc plus l'énergie électrique produite sera importante aussi.

Un **débit** minimal est maintenu dans le lit naturel de la rivière pour préserver le milieu aquatique. L'eau du lac s'engouffre dans de longs tuyaux métalliques appelés conduites forcées qui l'acheminent vers la centrale électrique. La force de l'eau fait tourner une **turbine** qui fait à son tour fonctionner un **alternateur**. Dans **l'alternateur**, l'interaction entre les électroaimants du rotor, qui sont mis en rotation par la turbine, et les bobines de fil de cuivre du stator (fixe) produit un courant électrique. Le courant passe dans un transformateur qui élève la tension électrique à 225.10^3 V. Après être passée dans la **turbine**, l'eau rejoint le **lit de la rivière** en passant par un canal de fuite.

Il y a plusieurs types de centrales en fonction de la hauteur de chute et donc du **débit** de l'eau :

- les centrales au fil de l'eau dans des rivières à faible débit ou très petite chute,
- les centrales d'écluse dans les grands fleuves à haut débit ou moyenne chute,
- les centrales-lacs (ou centrales de haute chute), dans les très grands fleuves à haut débit ou haute chute.



► Le fonctionnement d'une centrale hydraulique de haute chute
© EDF

Figure : Principe de fonctionnement d'une centrale hydraulique.

Disponible sur : <http://ekprodelec.free.fr/APPrimaire/EDF-energie-electricite-kit-multimedia-pedagogique-cycle-3/theme/les-centrales-hydrauliques,15.html> (05/03/2019)

OUTIL PÉDAGOGIQUE 3 : SYNTHÈSE

- **But** : Production d'énergie électrique.
- **Optimisation de la performance** :
Pour optimiser la production d'électricité, il faut :
 - augmenter la hauteur entre le bassin du haut (bassin de retenue) et la rivière en contre bas (l'eau libre), ce qui permettrait d'augmenter l'énergie potentielle et donc l'énergie électrique.
 - concentrer et mieux diriger l'eau vers la turbine pour augmenter son rendement.
 - utiliser du matériel de bonne qualité, que les pales pour la turbine soient bien fixées.
- **Liste les autres moyens de produire de l'électricité**
 - Les panneaux photovoltaïques
 - Les éoliennes
 - Les centrales thermiques
 - Les centrales TGV
 - Les centrales nucléaires
 - Les éoliennes sous-marines (hydroliennes)
 - Les centrales bio-massiques

CENTRALE NUCLÉAIRE

• Fonctionnement

Une centrale nucléaire produit de l'électricité grâce à l'énergie thermique de fission de l'uranium. La fission de ces atomes produit de la chaleur, chaleur qui transforme alors de l'eau en vapeur et met en mouvement une turbine reliée à un alternateur qui produit de l'électricité.

Les centrales nucléaires sont composées de trois circuits d'eau totalement indépendants.

Dans le cœur du **réacteur**, la fission des atomes d'uranium libère une grande quantité de chaleur et permet de chauffer les tubes qui, eux-même, chauffent l'eau qui entoure le réacteur, l'eau du **circuit primaire**, à 320°C. L'eau est maintenue sous pression pour l'empêcher de bouillir et la maintenir à l'état liquide.

Cette eau est dirigée vers un **générateur de vapeur**. Dans ce générateur, l'eau du circuit primaire permet de chauffer l'eau d'un deuxième circuit : « **le circuit secondaire** », qui se transforme en vapeur. La vapeur ainsi produite fait tourner une **turbine** qui entraîne à son tour un **alternateur**. Grâce à l'énergie fournie par la turbine, l'alternateur produit un courant électrique alternatif. Ce courant électrique passe dans un transformateur pour élever sa tension.

En sortant de la turbine, la vapeur d'eau du circuit secondaire est retransformée en liquide dans un condensateur, pour être renvoyée vers le générateur de vapeur. Le condensateur est alimenté soit par de l'eau froide provenant d'un fleuve ou de la mer, soit par de l'eau refroidie par le courant d'air qui circule dans de grandes tours appelé **aéroréfrigérants**. C'est le troisième circuit : **le circuit de refroidissement**.

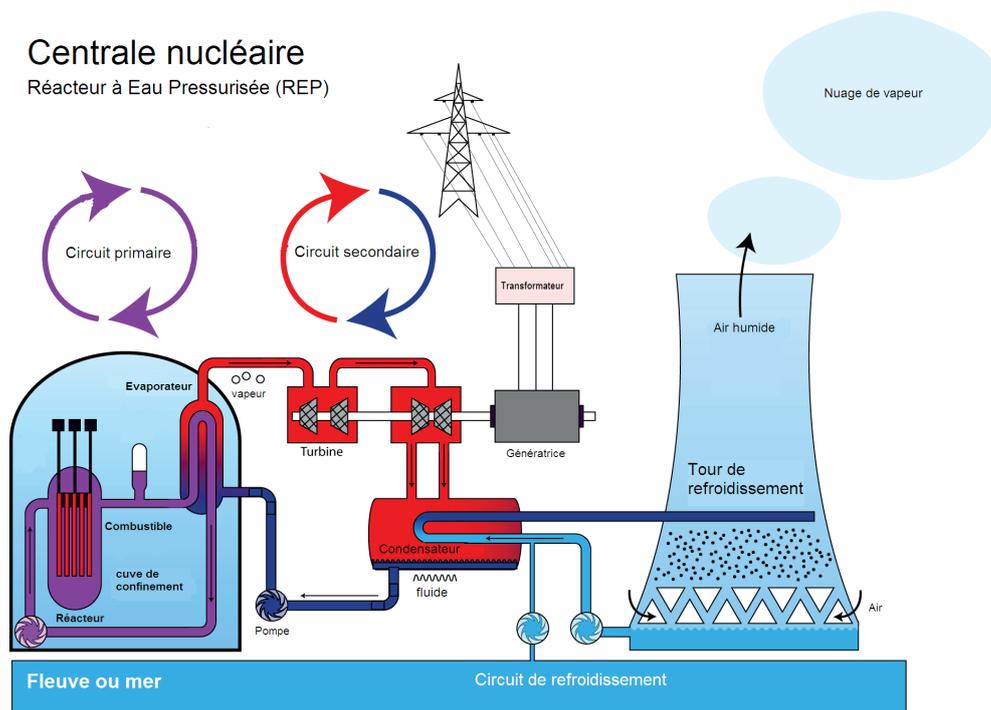


Figure : Principe de fonctionnement d'une centrale nucléaire.

(Wikipédia. Fichier : Centrale nucléaire REP.png [en ligne]. 2016. Disponible sur : https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Centrale_nucleaire_REP.png (12/09/2018))

QUELLES SONT LES POINTS COMMUNS ET LES DIFFÉRENCES ENTRE CES DEUX TYPES DE CENTRALES ?

Pour produire de l'électricité, elles utilisent toutes les deux une turbine, un alternateur et un transformateur. Ce qui les différencie, c'est la manière de faire tourner la turbine. Dans les centrales hydrauliques, c'est de l'eau liquide qui vient du fleuve qui la fait tourner. Dans les centrales nucléaires, c'est de la vapeur d'eau qui a été chauffée grâce à la chaleur émise lors de la réaction nucléaire de fission de l'uranium.

Les centrales hydrauliques sont source d'énergie renouvelable contrairement aux centrales nucléaires, qui n'émettent pas de gaz à effet de serre non plus mais qui produisent de nombreux déchets radioactifs.

Les centrales nucléaires produisent de très grandes quantités d'électricité. En Belgique, elles produisent beaucoup plus d'électricité que les centrales hydrauliques.



OUTIL PÉDAGOGIQUE 4 : CONSIGNES POUR LA RÉDACTION DE L'ARTICLE

Sur base de la synthèse réalisée au cours de formation scientifique et de tes connaissances, rédige un article de presse au sujet des centrales hydrauliques.

- Avant de te lancer dans la rédaction, il est important d'établir le plan de ton article en te basant sur les questions suivantes :
 - Qui ?
 - Quoi ?
 - Quand ?
 - Où ?
 - Comment ?
 - Pourquoi ?
- Construis ensuite le fond de ton article en établissant la pyramide inversée des informations.
- Établis le profil de ton article en respectant les règles de présentation de l'article de presse.

Il comporte :

- un titre : formule courte qui attire la curiosité ;
- un sous-titre : une ou deux lignes qui complètent l'information fournie par le titre ;
- un chapeau : introduction courte de l'article (le « qui-quoi-où-quand ») ;
- un développement (le corps de l'article) : souvent découpé en sous-parties (paragraphe) par des intertitres (mise en valeur d'une idée) ;
- une chute (conclusion, interrogation...)
- une illustration : illustre, complète, renforce les écrits (avec une légende explicative en dessous).

Attention : la globalité de l'article doit tenir sur une page A4 et n'oublie pas de respecter le champ lexical de la thématique traitée.



OUTIL PÉDAGOGIQUE 5 : EXEMPLES D'ARTICLES

DOSSIER DU MOIS

CLIMAT : ÇA CHAUFFE



• **BOULEVERSEMENTS**
Changements actuels et futurs p. 2
Le réchauffement climatique a déjà des effets sur la nature. Si la pollution ne diminue pas, les effets seront de plus en plus importants.



• **COPENHAGUE**
Discussions pour le climat p. 3
Les pays réunis à Copenhague (Danemark) trouveront-ils un accord pour polluer moins et sauver la planète ?



• **SOLUTIONS**
Que faire pour éviter le pire ? p. 4
On ne peut plus arrêter le réchauffement climatique mais on peut encore le freiner en polluant moins.

Coup de chaud sur le climat, il faut sauver la Terre

Du 7 au 18 décembre, 190 pays sont réunis à Copenhague (Danemark) pour prendre des décisions en faveur du climat. Il y a urgence.

La température de la planète augmente et les responsables de ce réchauffement qui menace l'avenir de la Terre, ce sont les hommes. Leurs activités (agriculture, transports, usines...) rejettent trop de gaz polluants dans l'air. Ce n'est pas la première fois que notre bonne vieille planète a un coup de chaud. Depuis toujours, le climat de la Terre varie (change) naturellement au cours du temps. Ainsi, depuis sa formation voici 4,5 milliards d'années, notre planète a connu des périodes glaciaires (de grand froid) suivies de forts ré-

chauffements. Ces changements naturels du climat s'effectuent lentement, sur des milliers d'années. Les plantes, les animaux ont le temps de s'adapter. Le réchauffement actuel de la Terre est très rapide. En l'espace de 150 ans, à cause des hommes, la température du globe s'est élevée de près de 1°C. Cette hausse est beaucoup trop brusque pour l'environnement (la nature). Malheureusement, il est déjà trop tard pour stopper le réchauffement climatique. La Terre est déjà trop polluée. On peut quand même encore éviter que la température de la planète grimpe trop en diminuant fortement la quantité de gaz polluants que l'on envoie dans l'air. Du 7 au 18 décembre, 190 pays se réunissent à Copenhague pour discuter des moyens à mettre en œuvre pour freiner le réchauffement de la planète. On croise les doigts pour qu'ils trouvent un accord.



Les hommes tiennent l'avenir de la Terre entre leurs mains. Comment vont-ils agir pour la sauver ?

Pourquoi la planète chauffe-t-elle ?

L'atmosphère (couche de gaz qui entoure la Terre) agit comme les vitres d'une serre.

1. La Terre se réchauffe grâce au soleil. Une partie des rayons que le soleil envoie vers notre planète s'échappe vers l'espace. Elle rebondit sur l'atmosphère ou est réfléchi (renvoyée) par les glaciers, les déserts... La couche d'ozone (un gaz) arrête les dangereux rayons ultraviolets du Soleil.

2. Une autre partie des rayons solaires traverse l'atmosphère et est absorbée (capturée) par la Terre qui se réchauffe.

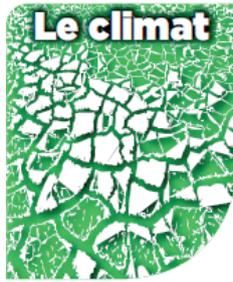
3. La Terre ainsi chauffée émet (rejette) la chaleur sous forme de rayons infrarouges.

4. Certains gaz présents dans l'atmosphère, appelés gaz à effet de serre (GES), agissent comme les vitres d'une serre. Ils bloquent les rayons infrarouges et les empêchent de s'échapper vers l'espace. Ces gaz à effet de serre sont naturellement présents depuis des milliards d'années. Sans leur présence, notre Terre ne serait qu'un monde glacé où la température moyenne serait de -18°C. L'effet de serre naturel maintient une température moyenne de 15°C.

5. Les activités humaines (agriculture, transports, industries...) rejettent dans l'air des gaz qui épaississent

la couche naturelle des gaz à effet de serre. Ainsi renforcée, la couche de GES bloque plus d'infrarouges dans l'air. Résultat : la chaleur augmente et la température de la Terre s'élève. D'ici l'an 2100, les spécialistes du climat pensent que la température moyenne de la planète pourrait augmenter de 1,8 à 4°C par rapport à la fin du 20^e siècle (années 1900). L'augmentation pourrait même s'élever à 6,4°C. Cela dépend de l'attitude des hommes et de la quantité de GES qu'ils vont rejeter dans l'air. Ces degrés en plus vont dérégler le climat et avoir des conséquences sur l'environnement et les êtres vivants. Des changements dus au réchauffement climatique sont déjà visibles dans la nature.





Des gaz qui font de l'effet

La famille des gaz à effet de serre (GES) compte 6 membres.

La plupart des gaz à effet de serre (GES) sont naturellement présents dans l'air. Ils sont indispensables à la vie sur Terre. Ces gaz maintiennent une température moyenne de 15 °C à la surface du globe. Le premier des GES est la **vapeur d'eau**. Ce gaz est produit naturellement (évaporation de l'eau des rivières, lacs...). Ce n'est pas lui qui est responsable de la hausse actuelle de la température du globe.

● Quand l'homme s'en mêle

Cinq autres gaz composent la couche de GES : le **gaz carbonique**, le **méthane**, les **oxydes nitreux**, l'**ozone** et les **CFC**. Certains de ces gaz sont produits à la fois par la nature et par les activités humaines.

Depuis les années 1800 et la révolution industrielle (époque où l'on a commencé à utiliser des machines et à produire dans des industries), les hommes envoient dans l'atmosphère certains gaz à effet de serre en trop grande quantité. La nature ne parvient pas à absorber (piéger) la totalité de ces gaz additionnels (supplémentaires). Du coup, ils s'accumulent (restent) dans l'air, épaississent la



Du gaz carbonique est rejeté chaque fois que l'on brûle du pétrole.

couche de GES naturellement présents dans l'air et font grimper la température.

● Le gaz carbonique

Du gaz carbonique (CO₂) est rejeté dans l'air chaque fois que l'on brûle du pétrole, du charbon, du gaz naturel... pour faire tourner les usines, se déplacer, se chauffer, transporter des marchandises, produire de l'électricité. La déforestation (le fait de couper des arbres) libère aussi du gaz carbonique dans l'air. Normalement, une grande partie du CO₂ est piégée par les océans et les forêts qui sont appelés puits de carbone. Mais ces puits ne parviennent pas à avaler tout le CO₂ rejeté par les

hommes. Ce gaz s'accumule dans l'air où il reste de 50 à 200 ans. La quantité de CO₂ présent dans l'air était de 500 milliards de tonnes avant la révolution industrielle (avant 1750). Ce chiffre est passé à 800 milliards de tonnes aujourd'hui (ce qui correspond à une augmentation de plus de 60 %). Le gaz carbonique est considéré comme le principal responsable du réchauffement climatique actuel.

● Le méthane

Moins abondant dans l'air que le CO₂, le méthane présente lui aussi un grand danger. Ce gaz est formé partout où de la matière organique (venant des êtres vivants)

pourrit à l'abri de l'air. C'est le cas dans les marécages, les rizières (champs de riz), les décharges (où l'on met les déchets). Les ruminants (vaches, moutons...) sont aussi de grands producteurs de méthane. Une vache produit plus de 200 litres de méthane par jour (pats, rots, bouses). Le nombre de ruminants ne cesse d'augmenter à travers le monde. Or, le méthane piège 20 à 30 fois mieux la chaleur que le gaz carbonique. Les oxydes nitreux, l'ozone et les CFC sont des gaz à effet de serre moins présents, en plus petite quantité dans l'air que le CO₂ et le méthane. Ils participent moins au réchauffement climatique actuel.

REPÈRES

- Les 3 gaz à effet de serre ci-dessous participent moins au réchauffement climatique que le CO₂ et le méthane :
- Les oxydes nitreux sont produits par les micro-organismes (minuscules êtres vivants) dans les sols agricoles, les forêts tropicales, les eaux. Leur augmentation dans l'air est causée par l'utilisation d'engrais (produits qui enrichissent les sols dans l'agriculture).
- L'ozone se forme dans les villes polluées par temps chaud.
- Les CFC étaient utilisés dans les bombes aérosol et les frigos. Ils ont créé un trou dans la couche d'ozone (couche supérieure de l'atmosphère) qui nous protège des rayons dangereux du soleil. Ils sont interdits depuis 1987 mais ils continuent à agir aujourd'hui.

LE CHIFFRE

25,9 %

Au niveau mondial, la production d'électricité est responsable d'un peu plus du quart (25,9 %) des rejets de gaz à effet de serre dans l'air. Environ 66 % de l'électricité mondiale est produite dans des centrales électriques qui fonctionnent au pétrole, au charbon et au gaz naturel. Ces énergies dégagent des GES en brûlant. L'agriculture émet 13,5 % des GES, l'industrie 19,4 %, le transport 13,1 %, la déforestation 17,4 %.

REPÈRES

- En 2050, près de 200 millions de personnes pourraient être obligées de quitter leur région à cause du réchauffement climatique. Et ce pour plusieurs raisons : parce que leur lieu de vie serait noyé par la montée du niveau des mers, que plus rien ne pousserait sur leurs terres, que l'eau ne serait plus potable (bonne à boire).
- 16 sur les 20 plus grandes villes du monde (dont New York aux États-Unis) se situent près des côtes. Elles seront menacées si le niveau des mers monte d'un mètre. Si la température du globe augmente encore de 5,8 °C d'ici 2100, le niveau des mers grimpera de 14 m.

Déjà des changements

Le réchauffement climatique, ce n'est pas un problème que l'humanité va découvrir dans 10, 20 ou 30 ans. Non, le réchauffement est en cours. Les signes se multiplient dans la nature. Entre 1906 et 2005, la température moyenne de la Terre s'est élevée de 0,74 °C. Partout sur le globe, la glace fond. Les glaciers rétrécissent. La calotte de glace (glace d'eau douce) du Groenland (île située au pôle Nord) perd chaque année plus de glace qu'elle n'en fabrique. Au pôle Nord toujours, la banquise (étendue de glace de mer qui flotte sur l'océan Arctique) se réduit d'année en année. Elle se compose d'une partie gelée toute l'année et d'une partie qui gèle en hiver et fond en été. Ces dernières années, on constate que la fonte des glaces démarre de plus en plus

tôt dans l'année. La surface de la banquise gelée en permanence (tout le temps) ne cesse de diminuer aussi : elle est passée d'environ 7 millions de km² en 1980 à moins de 5 millions de km² en 2007. Si la glace du pôle Nord continue à fondre à ce rythme, des scientifiques pensent qu'il n'y aura plus de banquise en été dès 2030.

● Les océans chauffent

Depuis le début du 20^e siècle (les années 1900), la température des océans a augmenté de 0,6 °C. La hausse de la température dilate l'eau (l'eau « gonfle » et augmente son volume). Résultat : les océans occupent plus de place et leur niveau monte. Depuis 1961, le niveau moyen des océans s'est élevé d'environ 11 cm. La montée des eaux s'est accélérée durant les 15 dernières années.



Le réchauffement climatique qui fait fondre la banquise menace les ours polaires.

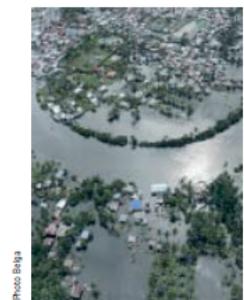
Quels effets plus tard ?

La hausse du thermomètre de la Terre va causer de grands bouleversements.

La température moyenne de la Terre augmente mais la situation actuelle n'est qu'un début. Comme les gaz rejetés dans l'atmosphère mettent des dizaines d'années à disparaître, le GIEC (groupe d'experts du monde entier qui étudie l'évolution du climat) prévoit que la température moyenne de la Terre va continuer à augmenter au cours du 21^e siècle. Et cela, même si on arrêtait brusquement de rejeter trop de GES dans l'air. Les spécialistes prévoient une élévation de la température de la planète de 2 à environ 7 °C d'ici 2100. L'importance de la hausse dépendra du niveau de pollution.

● Quel futur ?

Ces degrés supplémentaires vont dérégler le climat et bouleverser le monde. Il est impossible de prévoir tous les changements dans les détails car le climat dépend de beaucoup de phénomènes qui agissent les uns sur les autres. Toutefois, les scientifiques dégagent de grandes tendances. Le réchauffement sera différent d'un endroit à l'autre du globe. Les mers et les océans vont continuer à monter. Des régions côtières (Bangladesh, Japon, Pays-Bas...) et certaines îles (dans l'océan Pacifique notamment) ris-



quent d'être noyées sous la mer. Le fait que la mer envahisse les côtes va rendre salées certaines terres agricoles et une partie de l'eau douce du sous-sol. Plus rien ne poussera sur les terres et l'eau ne sera plus bonne à boire. Les événements climatiques extrêmes comme les sécheresses, les inondations, les tempêtes... seront plus fréquents. Ces catastrophes causeront des morts supplémentaires. Toutes les régions du monde vont voir leur climat se modifier. Ces changements auront des effets sur tous les êtres vivants : plantes, animaux et êtres humains. Comment la faune (animaux) et la flore (plantes) vont-elles s'adapter aux changements de climat qui vont modifier l'endroit où elles vivent ? Selon le GIEC, 20 à 30 % des espèces végétales et animales sont menacées de disparition si la température augmente de 1,5 à 2,5 °C par rapport à celle des années 1980 à 1999.

Au secours de la Terre

À partir du 7 décembre, 190 pays se réunissent à Copenhague (Danemark) pour sauver le climat. D'autres conférences ont eu lieu par le passé.

Le seul moyen de limiter le réchauffement climatique et d'éviter les catastrophes liées au climat, c'est de changer la manière de produire dans les usines, de cultiver, de se déplacer... afin de diminuer les rejets de gaz à effet de serre. Les spécialistes le disent depuis les années 1980. L'humanité a démarré son combat contre le réchauffement climatique en 1992. Cette année-là, 189 pays signent un accord international où ils s'engagent à ce que la quantité de GES présente dans l'air n'augmente plus.

● Accords à Kyoto

En 1997, les pays vont plus loin. Ils signent un nouvel accord (appelé protocole) à Kyoto. Cet accord dit qu'il faut diminuer la quantité de gaz à



Des accords internationaux sont signés pour réduire les rejets de CO₂ dans l'air.

Photo: Belgia

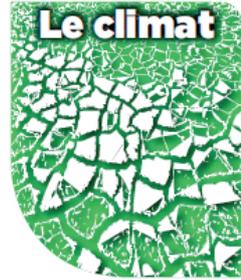
effet de serre présents dans l'atmosphère et que ce sont les pays industrialisés (riches) qui doivent faire cet effort. C'est normal, ce sont eux avec leurs usines, leurs voitures... qui ont émis la quasi-totalité des GES depuis les années 1800. Le protocole de Kyoto prévoit que pour la période 2008 à 2012, les pays industrialisés devront diminuer leurs émissions de gaz à effet de serre de 5 % par rap-

port à ce qu'ils rejetaient en 1990.

● Copenhague

Le protocole de Kyoto engage les pays jusque 2012. Du 7 au 18 décembre, les 190 pays réunis à Copenhague (Danemark) vont discuter de la suite à donner aux accords de Kyoto. Le but de ce nouvel accord sera de parvenir à ne pas dépasser une hausse de la température de la

Terre de 2°C par rapport à la température d'avant la révolution industrielle (les années 1800). Beaucoup de scientifiques pensent que 2°C, c'est déjà trop pour la Terre. Depuis la révolution industrielle, la température du globe a déjà augmenté de presque 1°C. Si on ne fait rien pour réduire la pollution, d'ici 2100, ce chiffre pourrait atteindre 7°C. Il est grand temps d'agir.



LE CHIFFRE

3 %

Chaque année, les rejets de gaz carbonique (CO₂) dans l'air augmentent en moyenne de 3 %. Mais en 2009, les émissions de CO₂ ont baissé de 3 %. Et ce, à cause de la crise économique (quand il y a moins de richesses et d'emplois). Quand l'économie va mal, les usines vendent moins. Du coup, elles produisent moins et utilisent moins de pétrole, de charbon, de gaz. Les gens aussi font des économies. Ils achètent moins de choses, voyagent moins. Quand l'économie ira mieux, les rejets de CO₂ risquent d'augmenter à nouveau.

REPÈRES

- Les 20 % les plus riches de la population mondiale consomment 59 % de l'énergie mondiale. Ils possèdent aussi 87 % des voitures. Les 20 % les plus pauvres du monde consomment moins de 5 % de l'énergie et ils possèdent aussi moins de 5 % des automobiles.

- Selon les spécialistes du GIEC (groupe intergouvernemental d'experts du climat), pour parvenir à rester en dessous d'une hausse de température de la Terre de 2°C en 2100, il faudrait que d'ici 2020 les pays industrialisés diminuent leurs émissions de gaz à effet de serre de 25 à 40 % par rapport à 1990. Ce chiffre devrait atteindre 50 % d'ici 2050. Enfin, en 2015, les rejets de GES ne devraient plus augmenter au niveau mondial. Pour l'instant, ce n'est pas le cas.

- D'ici 2020, l'Union européenne (union de 27 pays d'Europe) promet une diminution de 20 % de l'ensemble de ses rejets par rapport à 1990. Certains pays européens font de plus gros efforts que d'autres. La Norvège annonce une réduction de 40 % de ses rejets.

- Les États-Unis n'ont jamais accepté d'appliquer le protocole de Kyoto. Ils annoncent cependant une réduction de leurs émissions de GES de 20 % par rapport à celles de 2005 (et pas par rapport à 1990!). Comparée à 1990, la diminution ne sera que de 7 %.

- La Chine et les États-Unis émettent ensemble 40 % de tout le CO₂ rejeté dans le monde entier.

Discussions pour le climat

À Copenhague, les 190 pays auront du mal à trouver un accord efficace sur le climat.

Les 190 pays présents à Copenhague arriveront-ils à un accord qui permettra de limiter la hausse de la température de la Terre à 2°C ? Ce ne sera pas facile. Il y a de grandes différences entre les pays et chacun essaiera de défendre ses intérêts. Quand on parle climat, on distingue 3 groupes de pays : les pays industrialisés (riches), les pays en développement (pauvres) et les pays émergents (des pays autrefois pauvres qui s'enrichissent de plus en plus).

● Les riches

Les pays riches (Union euro-

péenne, Japon, Australie, États-Unis...) sont les principaux responsables du réchauffement actuel et ce sont les plus gros pollueurs. Ce sont eux qui doivent réduire le plus leurs émissions de gaz à effet de serre. Tous les pays riches, à part les États-Unis, appliquent déjà le protocole de Kyoto. À l'avenir, ils devront faire des efforts de réduction de pollution bien plus importants qu'aujourd'hui. Accepteront-ils de le faire ? Autrement dit, vont-ils changer en profondeur leur manière de vivre, de cultiver, de se chauffer, de produire dans les usines, de se déplacer... pour brûler moins de pétrole, de charbon et de gaz naturel ?

On sait déjà que les Américains, qui sont les plus gros pollueurs parmi les pays ri-

ches, ne feront sans doute pas autant d'efforts que d'autres (pays d'Europe, Japon...). Or, sans une forte réduction des rejets de gaz à effet de serre des États-Unis, les pays riches dans leur ensemble ne parviendront pas à diminuer suffisamment leurs émissions de GES pour limiter la hausse de température à 2°C.

● Les pauvres

Par rapport aux pays industrialisés, les pays en développement sont de moins grands pollueurs. Ils ne sont quasiment pas responsables du réchauffement actuel (ils n'ont pas beaucoup d'usines, de voitures...). Par contre, ce sont eux qui subiront le plus les effets du changement climatique. On ne peut pas demander à ces pays qui n'ont déjà pas assez d'argent pour améliorer la vie de leur population de consacrer de l'argent à la lutte contre la pollution. On ne peut pas non plus les empêcher de se développer (de produire de la richesse) sous prétexte qu'ils vont émettre plus de gaz à effet de serre.

Les pays industrialisés, qui sont responsables en grande partie du réchauffement de la planète, doivent aider financièrement (en donnant de l'argent) les pays pauvres à se protéger des effets du changement climatique. Ils doivent aussi les aider à se développer sans trop polluer (payer l'installation de centrales électriques moins polluantes par exemple). Les pays riches aideront-ils suffisamment les pays



Les pays pauvres souffriront le plus des changements climatiques.

Photo: AFP

pauvres ? Ce n'est pas sûr car les sommes nécessaires sont énormes.

● Les pays émergents

Quand on parle des pays émergents, on pense surtout à l'Inde, au Brésil et à la Chine qui deviennent de plus en plus riches. Autrefois, ces États étaient pauvres. Ils ne sont pas les grands responsables du réchauffement actuel. Mais ils rejettent de plus en plus de GES pour produire de la richesse (ils construisent des usines, utilisent beaucoup de pétrole, de charbon...). Si ces pays continuent à se développer en polluant comme ils le font actuellement, on ne parviendra pas non plus à limiter la hausse de la température de la Terre à 2°C. Ils doivent eux aussi limiter leur pollution. Accepteront-ils de faire des efforts ?



Les pays industrialisés devront faire le plus d'efforts pour réduire leur pollution.

Photo: Belgia

