



Pädagogisches Arbeitsblatt Nr. 5 :  
Wasser,  
eine erneuerbare Energiequelle



## LERNZIELE :

Diese Aktivität ermöglicht den Schülern, ihr eigenes Wasserkraftwerk zu planen, zu bauen und zu perfektionieren, und so eine wissenschaftliche Vorgehensweise zu praktizieren.

Bei dieser Aktivität erwerben die Schüler folgende Kompetenzen und Wissensinhalte :

- Die einzelnen Schritte der Energieumwandlung in einem Wasserkraftwerk identifizieren
- Die wichtigsten Etappen der Energieumwandlung in zwei unterschiedlichen Kraftwerkstypen vergleichen
- Ein dem Thema angemessenes Fachvokabular verwenden
- Ein Projekt positiv abschließen und verteidigen
- Einen Text zu Informationszwecken verfassen
- Die Regeln zu Aufbau und Gestaltung eines Artikels anwenden

## WICHTIGSTE LERNZIELE :

● UAA 20 : Energien: kluge Wahl und vernünftiger Umgang  
Lernziel: Die Entscheidung für oder gegen bestimmte Energieträger anhand wissenschaftlicher Argumente befürworten oder verstehen.

● Richtiges Schreiben: UAA 2: Informationen kürzen, zusammenfassen und synthetisieren, um sie anderen zu vermitteln.

Lernziel: einen Text zusammenfassen, aus mehreren Texten zu ein und demselben Thema eine Synthese erstellen.



4 ½ Unterrichtsstunden  
im Fach  
naturwissenschaftliche  
Ausbildung + 2 Stunden im  
Fach Deutsch



## SITUATIONSBESCHREIBUNG :

Earth Day Network ist die größte Umweltbewegung der Erde. Sie umfasst 50.000 Partner in 192 Ländern mit dem Ziel, die ökologische Demokratie zu stärken. Das Netzwerk funktioniert auf der Grundlage von Projekten, Programmen und Kampagnen zur Unterstützung des Schutzes und der Erhaltung der Umwelt. Seine Bemühungen, mit Kampagnen zum Schutz des Klimas und zur Förderung sauberer Energien, haben das Engagement lokaler Entscheidungsträger und Bürger jeden Alters aus allen Lebensbereichen zum Ziel.

Als wissenschaftliche Experten und Mitglieder des Earth Day Networks sollen die Schüler eine Kampagne gestalten, um ihre Mitschüler und Lehrkräfte für Umweltbelange, und insbesondere für einen vernünftigen Umgang mit Wasser, zu sensibilisieren.

Die Schüler werden somit zu Wasserbauspezialisten, Untersuchungsbeauftragten und Beratern in Umweltfragen, um zu beweisen, dass Wasser als saubere Energiequelle genutzt werden kann.



## GRUNDVORAUSSETZUNGEN :



- UAA 20 : Energieträger: wohlüberlegte Auswahl und rationelle Nutzung.  
Die Schüler sind in der Lage, die Funktionsweise eines klassischen Wasserkraftwerks zu erklären.
- Die Schüler sind in der Lage, einen Presseartikel zu analysieren. Sie kennen die Struktur und die typischen Merkmale eines Artikels (Inhalt, Form, Prinzip der umgekehrten Informationspyramide).



## ABLAUF DER AKTIVITÄT :

1 Unterrichtsstunde

### PHASE 1:

-  Vor der Verteilung der Dokumente verfassen die Schüler eine kurze **schriftliche Beschreibung** der Funktionsweise eines Wasserkraftwerks. Diese Etappe ermöglicht den Schülern, sich ihrer ursprünglichen Vorstellungen bewusst zu werden. Die Schüler müssen ihre Beschreibung aufbewahren, um später darauf zurück zu kommen<sup>1)</sup>.
- **Verteilung der Aufgabenstellung** ( 1). Die Schüler/Experten sollen ein System bauen, das ihnen ermöglicht, mit Hilfe von fließendem Wasser eine größtmögliche Menge an Strom zu erzeugen.  
Der Schüler muss :
  - Das geeignete Material auswählen,
  - Ein leistungsfähiges System bauen,
  - Sein „Kraftwerk“ testen,
  - - In der Lage sein, die Funktionsweise bei Bedarf zu optimieren.

Diese Etappe ermöglicht den Schülern, bei der Nutzung unterschiedlicher Methoden wissenschaftlich vorzugehen.


### LERNZIELE :

- Bereichsübergreifende Strategie: Informationen verarbeiten und nutzen.
- Bereichsübergreifende Strategie: maßgebliche Elemente in einen Zusammenhang bringen.

1/2 Unterrichtsstunde  
pro Woche

### PHASE 2 :

- **Nachverfolgung der Entwicklung.** In jeder Woche sind Fragestunden vorgesehen :
  - 1. Woche: Wahl des Materials für den Bau der Anlage,
  - 2. Woche: Bau der Anlage,
  - 3. Woche: Ansätze zur Verbesserung der Anlage

In dieser Phase lassen sich die Fortschritte jedes Schülers verfolgen. Um Ihren Schülern bei der Planung und Entwicklung ihres Projekts Schritt für Schritt zu helfen, steht Ihnen als Lehrkraft ein Beispiel für eine mögliche Vorgehensweise zur Verfügung ( 2).

## PHASE 3 :

- **Ende der Konstruktionsphase.** Die Schüler/Experten bringen ihre Anlage zum Unterricht mit<sup>(2)</sup>. Alle Mini-Kraftwerke werden geprüft und das Leistungsvermögen jedes Kraftwerks (bei gleicher Durchlaufmenge) wird gemessen. Die Schüler müssen in der Lage sein, ihre Vorgehensweise bei der Planung und beim Bau ihres „Wasserkraftwerks“ zu erläutern.


## LERNZIELE :

- Bereichsübergreifende Strategie: Unter Verwendung eines bestimmten Fachvokabulars in einer angemessenen Sprache kommunizieren.

## PHASE 4 :

- **Strukturierung<sup>(3)</sup>.** Die Schüler erhalten ein Schema von einem Wasserkraftwerk. Sie ergänzen das Schema, erklären, wie dieses Kraftwerk funktioniert und identifizieren die verschiedenen Schritte der Energieumwandlung. Diese Etappe verdeutlicht, ob alle Schüler die Funktionsweise eines Wasserkraftwerks verstanden haben, und ermöglicht ihnen, das erworbene Wissen mit ihren ursprünglichen Vorstellungen abzugleichen. Außerdem ermöglicht sie den Schülern, ihren Artikel für den Deutschunterricht zu verfassen.


### Vergleich zwischen zwei Kraftwerken :

- Die Schüler auffordern, andere Kraftwerke aufzulisten.
- Ein Schema eines Kernkraftwerks verteilen und ein erklärendes Video dazu zeigen. 
- Die Schüler auffordern, das Schema zu ergänzen und die beiden Kraftwerke zu vergleichen.

Synthese (  3) der Merkmale.

- **Verteilung der Ausbildungsprogramme** für die in Verbindung mit dieser Aktivität kennen gelernten Berufe (verfügbar in der Box der Berufe).

## PHASE 5 :

- **Verteilung der Aufgabenstellung** (  4 et 5) zum Verfassen eines Artikels zur Information Dritter.
- **Verfassen eines Artikels<sup>(4)</sup>.** Dieser soll verschiedene Informationen zum Thema enthalten (Ursachen, Folgen und Lösungsansätze).

Bei dieser Etappe lernen die Schüler, worauf es beim Verfassen eines Artikels ankommt und erweitern zugleich ihr Wissen zum Thema.

## LERNZIELE :

- Bereichsübergreifende Strategie: Unter Verwendung eines bestimmten Fachvokabulars in einer angemessenen Sprache kommunizieren.

Bei dieser Aktivität schlüpfen die Schüler in die Rolle eines Start-up-Unternehmers und lernen dabei die nachstehend aufgelisteten Berufe kennen.

In der Box der Berufe finden Sie die Ausbildungsprogramme (Studien- und Ausbildungsgänge) für diese Berufe :

- Untersuchungsbeauftragte/-r in Umweltfragen (AP1, AP4, AP6, AP15)
- Umweltberater/-in (AP1, AP4, AP6, AP10, AP11, AP12)
- Hydrauliker/-in (AP9, AP16)



Weitere Informationen finden Sie in den Berufssteckbriefen auf der Webseite [metiers.siep.be](https://www.metiers.siep.be).



Sie können diese Berufe im Rahmen von Technosphère 2.0 auch bei der Installation des städtischen Abwassersystems und bei der Dimensionierung der Kläranlage genauer kennen lernen

- (1) Diese Phase kann mündlich erfolgen; Schlüsselworte können an die Tafel geschrieben oder, zur späteren Wiederverwendung im Rahmen der Aktivität, auf einem DIN A3-Blatt notiert werden.
- (2) Die Präsentation kann an einem Tag der offenen Tür in der Schule stattfinden, um die Öffentlichkeit zu sensibilisieren.
- (3) Ein Erklärungsvideo über Wasserkraftwerke kann die Informationen ergänzen.
- (4) Der Artikel kann mit Hilfe eines Textverarbeitungssystems verfasst werden, um auch den Umgang mit IKT einzubauen.



## PÄDAGOGISCHE RESSOURCEN :

### VORGEHENSWEISE EXPERIMENT

- **Cm1Cm2. Modell einer Talsperre zur Erzeugung von Strom [online]. 2008.**  
Verfügbar unter : <http://cm1cm2.ceyreste.free.fr/barrages.html> (27/05/2019).
- **Hydro Power at Home/Hydroelectric Generator DIY [online]. 2017.**  
Verfügbar unter : <https://www.youtube.com/watch?v=V3NtSp6aAbs> (27/05/2019).

### CENTRALE HYDRAULIQUE :

- **Connaissance des énergies. Hydroélectricité [online]. 2016.**  
Verfügbar unter : <http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/hydroelectricite> (27/05/2019).
- **Innergex. L'eau : un choix sensé du point de vue économique, social et environnemental [online]. 2016.**  
Verfügbar unter : <http://www.innergex.com/energies/hydroelectricite/> (27/05/2019).
- **EDF. Le fonctionnement d'un barrage [online]. 2016.**  
Verfügbar unter : <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 [online].**  
Verfügbar unter : <https://monelectricite.pro/les-centrales-hydroelectriciques/> (25/07/2019).

### CENTRALE NUCLÉAIRE :

- **EDF. Le fonctionnement d'une centrale nucléaire [online]. 2016.**  
Verfügbar unter : <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 [online]. 2016.**  
Verfügbar unter : [https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Centrale\\_\\_nucleaire\\_\\_REP.png](https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Centrale__nucleaire__REP.png) (27/05/2019)



## PÄDAGOGISCHES TOOL 1 : ANWEISUNGEN

Dein Ziel besteht darin, eine Vorrichtung zu konstruieren, die mit Hilfe eines Wasserlaufs (einer Wasserdurchlaufmenge) elektrische Energie erzeugen kann. Dein System muss möglichst leistungsstark und außerdem transportfähig sein.

Dazu musst du :

- Dich über die Funktionsweise von Wasserkraftwerken informieren,
- Das geeignete Material finden,
- Die Anlage bauen.

Du hast einen Monat Zeit, um dein Mini-Kraftwerk so zu perfektionieren, dass es möglichst viel Strom erzeugt. Lass dir nicht bis zur letzten Minute Zeit.

Du hast jede Woche die Möglichkeit zum Austausch über die Probleme, mit denen du beim Bau und bei der Bedienung deiner Anlage konfrontiert wirst.

Die Fragestunden entsprechen folgendem Schema :

- 1. Woche: Wahl des Materials für den Bau der Anlage,
- 2. Woche: Bau der Anlage,
- 3. Woche: Ansätze zur Verbesserung der Anlage,
- 4. Woche: Vorstellung der Anlage.



## PÄDAGOGISCHES TOOL 2 : VORGEHENSWEISE

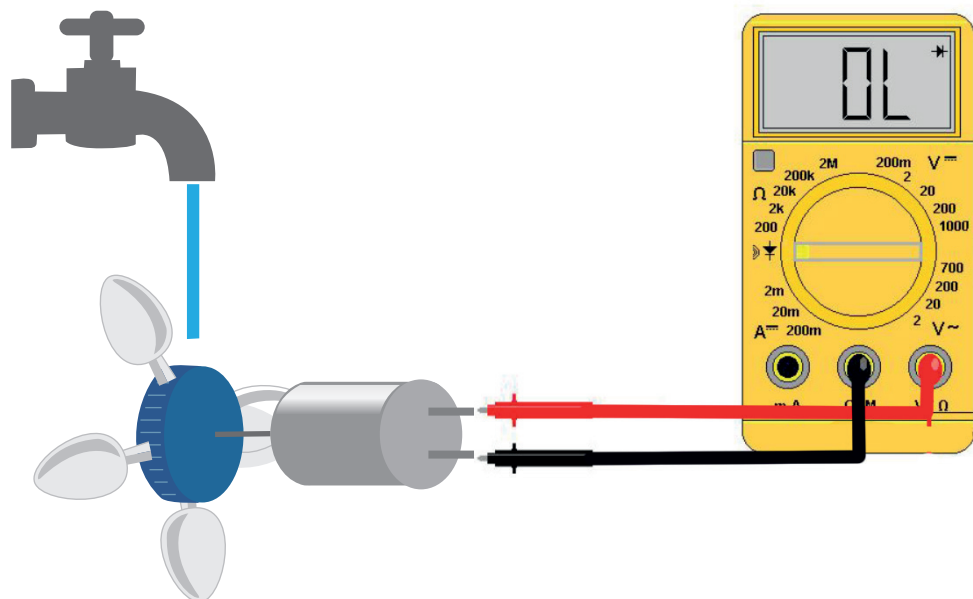
### Material :

- Mehrere Löffel aus Hartplastik
- Eine dünne Platte aus Hartplastik
- Starken Leim
- Legosteine (ein Rad und eine Achse) oder einen Metallstab, der mit einem runden Metallteil verbunden ist
- Ein Elektromotor
- Ein Zahnriemen oder ein Stück Schnur
- Zwei Drähte mit Krokodilklemmen
- Eine Schere
- Eine Platte
- Ein elektronisches Multimeter

### Vorgehensweise :

- Schneide aus der dünnen Kunststoffplatte zwei Kreise von 4-5 cm Durchmesser aus.
- Klebe die 8-10 Plastiklöffel mit der Stielseite auf einen der Kreise
- Klebe den zweiten Kreis an der anderen Seite der Löffelstiele fest
- Klebe das Lego-Rad mit der Achse oder mit dem Metallstab auf einen der Kunststoffkreise
- Lege den Stab auf eine Lego-Halterung (der Stab muss sich drehen können)
- Verbinde den Stab über den Zahnriemen oder die Schnur oder über einen direkten Kontakt mit dem Motor
- Setze den Motor auf eine Halterung
- Klebe die Halterungen auf eine Platte
- Verbinde die Drähte über die Krokodilklemmen mit dem Motor, um das Potenzial zu messen

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



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





## PÄDAGOGISCHES TOOL 3 : SYNTHESE

### WASSERKRAFTWERK

#### · Funktionsweise

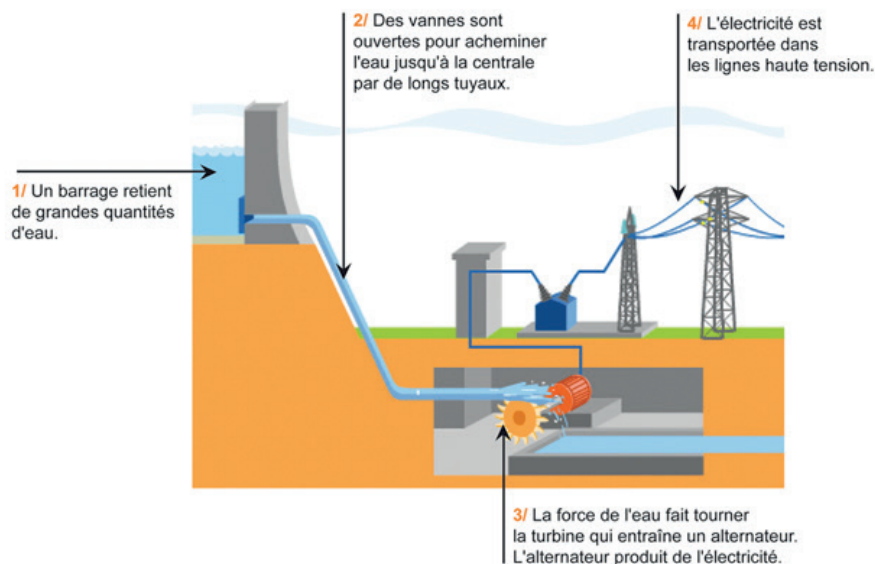
Ein Wasserkraftwerk nutzt die Kraft des Wassers, um Strom zu erzeugen. Wasserkraftwerke sind eine erneuerbare Energiequelle (genau wie Windräder oder Fotovoltaik-Paneele).

Wasserkraft nutzt die **potentielle Gravitationsenergie** von Wasserströmen. Die **kinetische Energie** des Wasserlaufs wird durch eine Turbine in mechanische Energie, und dann durch einen **Stromgenerator** in elektrische Energie umgewandelt. Ein Wasserkraftwerk umfasst eine Talsperre, die einen natürlichen Flusslauf staut (wobei ein **Stausee** mit Wasserspeicher entsteht), und eine Stromerzeugungsanlage. Je größer der Höhenunterschied zwischen dem Stausee und dem frei fließenden Wasser (dem Fluss hinter dem Staudamm), desto mehr potentielle Energie wird erzeugt, d.h. desto größer die erzeugte Strommenge.

Im natürlichen Flussbett bleibt dabei eine minimale **Durchflussmenge** erhalten, um die Wasserumwelt zu schützen. Über lange Metallrohre, so genannte Druckleitungen, wird das Wasser zur Kraftwerksanlage geführt. Die Kraft des Wassers setzt eine **Turbine** in Bewegung, die wiederum einen **Generator** aktiviert. Durch die Interaktion zwischen den Elektromagneten des Rotors, die von der Turbine in eine Drehbewegung versetzt werden, und den Kupferdrahtspulen des feststehenden Stators, wird im Innern des **Generators** elektrischer Strom erzeugt. Dieser fließt durch einen Transformator, der die elektrische Spannung auf 225.000 V erhöht. Nach seiner Umleitung durch die Turbine fließt das Wasser über einen Unterwasserkanal in das **Flussbett** zurück.

Je nach Fallhöhe, also je nach **Durchflussmenge**, werden verschiedene Kraftwerkstypen unterschieden :

- Laufwasserkraftwerke, an Flussläufen mit geringem Durchfluss oder sehr geringer Fallhöhe,
- Schwellkraftwerke, an großen Flüssen mit hoher Durchflussmenge oder mittlerer Fallhöhe,
- Talsperrenkraftwerke (oder Kraftwerke mit großer Fallhöhe), an sehr großen Flüssen mit hoher Durchflussmenge oder großer Fallhöhe.



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

Abbildung: Funktionsweise eines Wasserkraftwerks.

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

Funktionsweise eines Talsperrenkraftwerks

- 1/ Eine Staumauer hält große Mengen an Wasser zurück
- 2/ Ventile werden geöffnet, um das Wasser über lange Rohre zum Kraftwerk zu leiten
- 3/ Die Kraft des Wassers aktiviert die Turbine, die wiederum einen Generator antreibt. Der Generator erzeugt Strom.
- 4/ Der Strom wird über Hochspannungsleitungen transportiert.

- **Ziel: Erzeugung von elektrischer Energie.**
- **Leistungsoptimierung :**
  - Zur Optimierung der Stromerzeugung :
    - Die Fallhöhe zwischen dem oberen Staubecken und dem natürlichen Flusslauf hinter der Staumauer vergrößern: So lässt sich die potentielle Energie und damit auch die erzeugte Strommenge steigern.
    - Den Wasserlauf konzentrieren und gezielter auf die Turbine ausrichten, um die Energieausbeute zu verbessern.
    - Hochwertiges Material verwenden und die Schaufelblätter der Turbine gut befestigen.
- **Liste andere Möglichkeiten der Stromerzeugung auf :**
  - Fotovoltaik-Paneele
  - Windkraftanlagen
  - Heizkraftwerke
  - Gas-und-Dampfkraftwerke (GuD)
  - Kernkraftwerke
  - Meeresströmungskraftwerke / Gezeitenkraftwerke
  - Biomasse-Kraftwerke

### KERNKRAFTWERK

- **Funktionsweise**

Ein Kernkraftwerk produziert Strom mit Hilfe der thermischen Energie, die bei der Spaltung von Uran freigesetzt wird. Die Spaltung dieser Atome erzeugt Hitze, die Wasser zum Verdampfen bringt. Der Dampf treibt eine Turbine an, die mit einem Stromgenerator verbunden ist.

Kernkraftwerke umfassen drei voneinander unabhängige Wasserkreisläufe.

Im Herzen des **Reaktors** setzt die Spaltung der Uran-Atome eine große Menge Hitze frei und erwärmt die Rohrleitungen im unmittelbaren Umfeld des Reaktors. Das darin zirkulierende Wasser des **primären Kreislaufs** wird so auf 320° C erhitzt. Dabei wird das Wasser ständig unter Druck gehalten, damit es nicht zu kochen beginnt und flüssig bleibt.

Dieses Wasser wird zu einem **Dampfgenerator** geleitet. In diesem erhitzt das Wasser aus dem primären Kreislauf das Wasser eines zweiten, „sekundären Kreislaufs“ und bringt es zum Verdampfen. Der entstandene Dampf setzt eine Turbine in Bewegung, die ihrerseits einen **Stromgenerator** antreibt. Mit Hilfe der Energie aus der Turbine kann der Generator Wechselstrom erzeugen. Dieser fließt in einen Transformator, um die elektrische Spannung zu erhöhen.

Beim Austritt aus der Turbine verflüssigt sich der Wasserdampf aus dem sekundären Kreislauf in einem Kondensator und wird anschließend zum Dampfgenerator zurückgeführt. Gespeist wird dieser Kondensator entweder mit kaltem Wasser aus einem Fluss oder aus dem Meer, oder mit Wasser, das durch einen kalten Luftstrom in großen Kühltürmen, **Naturzug-Nasskühlturm** genannt, gekühlt wird. Dies ist der dritte Kreislauf: der **Kühlkreislauf**.

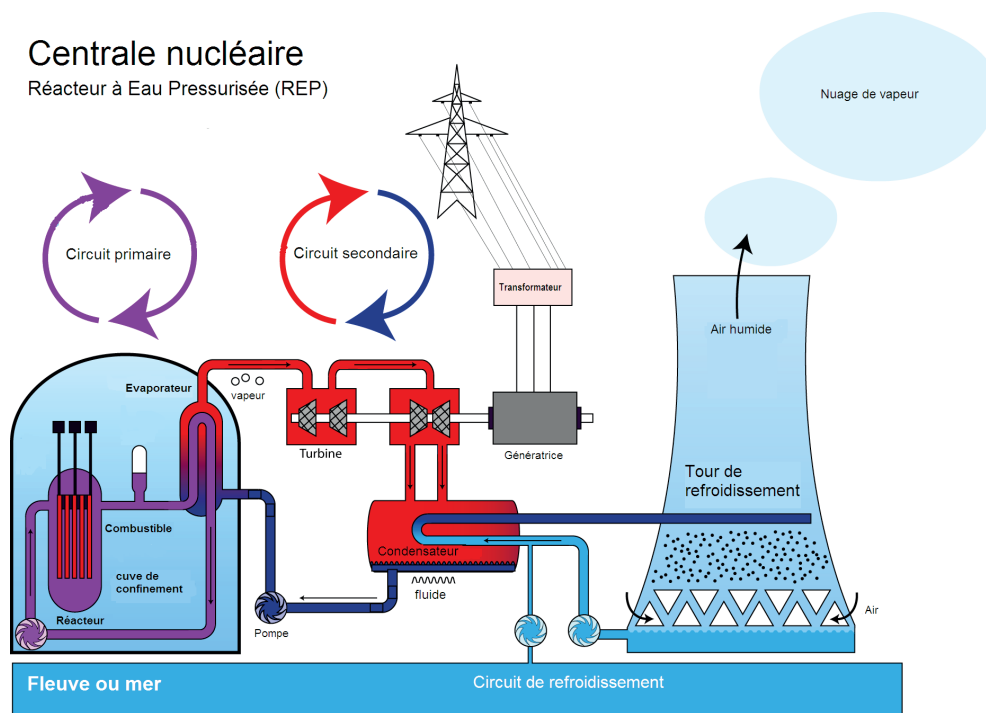


Abbildung: Funktionsweise eines Kernkraftwerks

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

### WELCHE GEMEINSAMKEITEN UND WELCHE UNTERSCHIEDE GIBT ES ZWISCHEN DIESEN BEIDEN KRAFTWERKSTYPEN ?

Beide verwenden eine Turbine, einen Generator und einen Transformator, um Strom zu erzeugen.

Der Unterschied liegt in der Antriebsweise der Turbine. Im Wasserkraftwerk wird sie durch fließendes Wasser in Bewegung gesetzt. Im Atomkraftwerk dreht sie unter der Einwirkung von Wasserdampf, erzeugt durch die bei der Kernreaktion (Uranspaltung) freigesetzte Wärme.

Im Gegensatz zu Kernkraftwerken, die zwar auch keine Treibhausgase verursachen, dafür aber große Mengen an radioaktiven Abfällen produzieren, sind Wasserkraftwerke erneuerbare Energiequellen.

Kernkraftwerke erzeugen sehr große Mengen Strom. In Belgien erzeugen sie wesentlich mehr Strom als Wasserkraftwerke.

Centrale nucléaire: Kernkraftwerk

Réacteur à eau pressurisée (REP): Druckwasserreaktor (DWR)

Circuit primaire: primärer Kreislauf

Circuit secondaire: sekundärer Kreislauf

Transformateur: Transformator

Nuage de vapeur: Dampf Wolke

Air humide: Feuchte Luft

Evaporateur: Verdampfer

Vapeur: Dampf

Turbine: Turbine

Génératrice: Generator

Tour de refroidissement: Kühlturm

Combustible: Brennstoff

Cuve de confinement: Containmentbehälter

Réacteur: Reaktor

Pompe: Pumpe

Condensateur: Kondensator

Fluide: Flüssigkeit

Fleuve ou mer: Fluss oder Meer

Circuit de refroidissement: Kühlkreislauf



## PÄDAGOGISCHES TOOL 4 : ANWEISUNGEN ZUM VERFASSEN DES ARTIKELS

**Verfasse auf der Grundlage des Unterrichts im Fach Naturwissenschaften und deiner eigenen Kenntnisse einen Presseartikel über Wasserkraftwerke.**

- Bevor du mit dem Schreiben beginnst, ist es wichtig, mit Hilfe der nachfolgenden Fragen einen Plan deines Artikels zu erstellen :
  - Wer ?
  - Was ?
  - Wann ?
  - Wo ?
  - Wie ?
  - Warum ?
- Bereite anhand der umgekehrten Informationspyramide den Inhalt deines Artikels vor.
- Erstelle das Profil deines Artikels unter Einhaltung der Präsentationsregeln für einen Presseartikel.

**Dieser enthält :**

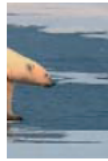
- Einen Titel: Dieser besteht aus einer kurzen Formulierung, die Neugier wecken soll;
- Einen Untertitel: Dieser umfasst eine oder zwei Zeilen zur Ergänzung der Informationen des Titels;
- Einen Einleitungstext: Gibt eine kurze Einführung in das Thema des Artikels (das „Wer-Was-Wo-Wann“);
- Den Ausbau (Haupttext): Dieser wird, oft unter Einfügung von Zwischentiteln (Hervorhebung eines Gedankens), in mehrere Absätze gegliedert;
- Der Schluss (Schlussfolgerung, Fragestellung...);
- Eine Illustration: Veranschaulicht, ergänzt, unterstreicht das Geschriebene (mit einer erläuternden Bildunterschrift).

Achtung: Die Länge des Artikels darf eine DIN A4-Seite nicht überschreiten. Vergiss außerdem nicht, das Fachvokabular des behandelten Themas zu verwenden.



## 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.

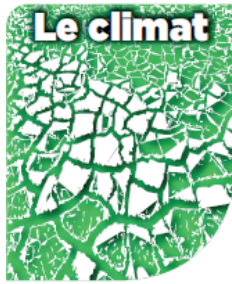
3. La Terre ainsi chauffée émet (rejette) la chaleur sous forme de rayons infrarouges.

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<sup>e</sup> 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 (CO<sub>2</sub>) 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 CO<sub>2</sub> est piégée par les océans et les forêts qui sont appelés puits de carbone. Mais ces puits ne parviennent pas à avaler tout le CO<sub>2</sub> rejeté par les

hommes. Ce gaz s'accumule dans l'air où il reste de 50 à 200 ans. La quantité de CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 km<sup>2</sup> en 1980 à moins de 5 millions de km<sup>2</sup> 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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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 CO<sub>2</sub> 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 (CO<sub>2</sub>) dans l'air augmentent en moyenne de 3 %. Mais en 2009, les émissions de CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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

