



FICHE D'ACCOMPAGNEMENT

## LES MAÎTRES DES ÉLÉMENTS - EAU

Un film de Elodie Fertil et Safaa Aboufares

COLLÈGE

**PARISCIENCE**

FESTIVAL INTERNATIONAL  
DU FILM SCIENTIFIQUE

15<sup>e</sup> édition du festival Pariscience - 10 au 18 octobre 2019

Institut de physique du globe de Paris - 5<sup>ème</sup>

Réservation obligatoire par formulaire en ligne pour le public scolaire

# PARISCIENCE

## FESTIVAL INTERNATIONAL DU FILM SCIENTIFIQUE

Le festival Pariscience est organisé chaque année par l'Association Science et Télévision, regroupement de producteurs indépendants qui contribue à promouvoir le documentaire scientifique à la télévision.

Le festival scolaire de la 15ème édition du festival international du film scientifique Pariscience aura lieu du 10 au 18 octobre 2019 à l'Institut de physique du globe de Paris (IPGP). Cette année, il sera indépendant du festival Grand public, qui aura lieu du 25 au 30 octobre à l'IPGP et au Muséum national d'Histoire naturelle.

En 2019, 21 séances sont de nouveau dédiées aux élèves franciliens, du CP au lycée.

Chaque projection de film est suivie d'un débat de 30 à 40 minutes avec des scientifiques et/ou les équipes des films.

## Voir, comprendre, découvrir et questionner !

L'équipe du festival Pariscience propose aux professeurs une fiche d'accompagnement du film. Ces fiches ne prétendent pas proposer un contenu exhaustif du contenu pédagogique de chaque film mais servir d'outils pour mieux préparer la venue des élèves au festival. Chaque enseignant.e est libre de l'utiliser comme bon lui semble : dans son intégralité ou en ne prenant qu'une ou plusieurs parties, en fonction de ses élèves.

Les enseignants y trouveront les grands concepts abordés et les informations essentielles développées dans le film.

Le cas échéant, des suggestions de sujets à aborder en classe avant ou après la venue de la classe au festival peuvent être proposées.

Des jeux peuvent également être fournis pour permettre aux élèves d'appréhender le documentaire et son sujet de manière plus ludique.

Comment inscrire ces élèves au festival ?

L'inscription d'une classe au festival est gratuite mais obligatoire par formulaire en ligne sur notre site.

### OUVERTURE DES INSCRIPTIONS

CYCLES 2 ET 3 : lundi 9 septembre à partir de 18h00 jusqu'au mardi 10 septembre à 13h00.

CYCLE 4 ET LYCÉES : mardi 10 septembre à partir de 12h00 jusqu'au mercredi 11 septembre à 14h00.

Pour tout renseignement, n'hésitez pas à nous contacter par téléphone ou par mail :

Téléphone : 06 82 58 01 96 / 07 81 90 37 41

Hélène Bodi, chargée de mission scolaire :

[helene.bodi@science-television.com](mailto:helene.bodi@science-television.com)

Inès Otmani, assistante mission scolaire :

[scolaire@science-television.com](mailto:scolaire@science-television.com)

Plus d'infos sur : [www.pariscience.fr](http://www.pariscience.fr)

© Festival Pariscience 2019



# LES MAÎTRES DES ÉLÉMENTS - EAU

© AB Productions - Docland Yard  
Avec la participation de Ici Explora



Écrit et réalisé par Elodie Fertil  
et Safaa Aboufares  
Durée : 52 min  
Pays de production : France  
Année de production : 2018

Lieu de projection :  
Institut de physique du globe de Paris

Dates de la séance scolaire :  
Mardi 15 octobre de 13h45 à 15h15



D'ici 2050, alors que les ressources de la planète ne suffisent déjà plus à assurer les besoins de tous, la Terre comptera près de 10 milliards d'habitants. Pollution, épuisement des énergies fossiles, changement climatique... il devient nécessaire de changer nos habitudes en matière d'énergie.

De l'Islande aux Canaries, en passant par les Pays-Bas ou encore Paris, cet épisode d'une série en quatre volets témoigne de différents projets d'ingénierie et de recherche. À la rencontre de professionnels engagés pour trouver des solutions durables, il nous dévoile comment mieux comprendre les environnements marins et aquatiques pour les exploiter de manière respectueuse.



## THÈMES ABORDÉS

Avant la venue de la classe au festival, une diversité de sujets et problématiques peut être abordée avec les élèves :

- Développement durable et consommation
- Energies renouvelables
- Ressources marines et aquatiques
- Recherche et Développement
- Changement climatique

## VOCABULAIRE

Quelques mots de vocabulaire présents dans le documentaire :

- Photobioréacteur
- Hydroélectrique
- Photosynthèse
- Bioluminescence
- Biomasse
- Générateur
- Membrane
- Hydrolienne / éolienne

## GÉOGRAPHIE

Ce documentaire itinérant nous amène dans six coins de la planète à la découverte de plusieurs projets d'ingénierie :

1. Barrage de Kárahnjúkar, face nord du glacier Vatnajökull, Islande
2. Île d'El Hierro, Canaries, Espagne
3. Start up Glowee, Paris, France
4. Algenhaus, Hambourg, Allemagne
5. Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER), Boulogne-sur-Mer, France
6. Rade de Brest, France

## PROFESSIONS RENCONTRÉES

- Directeur technique d'une centrale hydroélectrique
- Ingénieur
- Technicien auxiliaire en ressources hydrauliques
- Biologiste...

## SÉLECTION DE RESSOURCES

### CNRS



Vous trouverez, ci-dessous, en source documentaire pour les enseignants, une sélection de ressources en lien avec la programmation du festival et plus particulièrement l'eau :

- Du plastique dans la Garonne :  
[https://videotheque.cnrs.fr/index.php?urlaction=doc&id\\_doc=6586&rang=6](https://videotheque.cnrs.fr/index.php?urlaction=doc&id_doc=6586&rang=6) (2019)
- Spitzberg, les vigies du climat :  
[https://videotheque.cnrs.fr/index.php?urlaction=doc&id\\_doc=6577&rang=7](https://videotheque.cnrs.fr/index.php?urlaction=doc&id_doc=6577&rang=7) (2018)
- Océans de plastique :  
[https://videotheque.cnrs.fr/index.php?urlaction=doc&id\\_doc=6517&rang=18](https://videotheque.cnrs.fr/index.php?urlaction=doc&id_doc=6517&rang=18) (2018)

- Les gouttes qui pulsent (ZdS 10) :  
[https://videotheque.cnrs.fr/index.php?urlaction=doc&id\\_doc=6499&rang=23](https://videotheque.cnrs.fr/index.php?urlaction=doc&id_doc=6499&rang=23)
- La vie des caniveaux :  
[https://videotheque.cnrs.fr/index.php?urlaction=doc&id\\_doc=6420&rang=29](https://videotheque.cnrs.fr/index.php?urlaction=doc&id_doc=6420&rang=29) (2017)
- Océans, élévation et réchauffement :  
[https://videotheque.cnrs.fr/index.php?urlaction=doc&id\\_doc=4482&rang=66](https://videotheque.cnrs.fr/index.php?urlaction=doc&id_doc=4482&rang=66) (2015)
- La lagune et l'usine :  
[https://videotheque.cnrs.fr/index.php?urlaction=doc&id\\_doc=4458&rang=70](https://videotheque.cnrs.fr/index.php?urlaction=doc&id_doc=4458&rang=70) (2015)
- Un glacier sur écoute :  
[https://videotheque.cnrs.fr/index.php?urlaction=doc&id\\_doc=6509&rang=23](https://videotheque.cnrs.fr/index.php?urlaction=doc&id_doc=6509&rang=23) (2018)
- Des solutions pour une eau plus propre :  
<https://lejournel.cnrs.fr/articles/des-solutions-pour-une-eau-plus-propre> (article)
- L'épopée des eaux corses :  
<https://lejournel.cnrs.fr/articles/lepopée-des-eaux-corses> (article)
- Dossier "L'ingénierie passe au vert"  
<https://lejournel.cnrs.fr/dossiers/ingenierie-passe-au-vert>

## CANAL U



En source documentaire complémentaire pour les enseignants (accessibles pour des lycéens confirmés), vous trouverez ci-dessous plusieurs liens vers une sélection de ressources abordant des thématiques liées à la gestion de l'eau :

- Sécheresse et ressources en eau à l'échelle de la France  
[https://www.canal-u.tv/video/canal\\_uved/2\\_secheresse\\_et\\_ressources\\_en\\_eau\\_a\\_l\\_echelle\\_de\\_la\\_france.19873](https://www.canal-u.tv/video/canal_uved/2_secheresse_et_ressources_en_eau_a_l_echelle_de_la_france.19873)
- Y a-t-il assez d'eau sur terre pour 10 milliards d'hommes ?  
[https://www.canal-u.tv/video/universite\\_rennes\\_2\\_crea\\_cim/y\\_a\\_t\\_il\\_assez\\_d\\_eau\\_sur\\_terre\\_pour\\_10\\_milliards\\_d\\_hommes.5525](https://www.canal-u.tv/video/universite_rennes_2_crea_cim/y_a_t_il_assez_d_eau_sur_terre_pour_10_milliards_d_hommes.5525)
- Entre recherche et actions : le cas de la ressource en eau dans une zone semi-désertique  
[https://www.canal-u.tv/video/canal\\_uved/entre\\_recherche\\_et\\_actions\\_le\\_cas\\_de\\_la\\_ressource\\_en\\_eau\\_dans\\_une\\_zone\\_semi\\_desertique.45885](https://www.canal-u.tv/video/canal_uved/entre_recherche_et_actions_le_cas_de_la_ressource_en_eau_dans_une_zone_semi_desertique.45885)
- L'agriculture sur les marges de la réserve : pratiques intensives fondées sur la ressource en eau  
[https://www.canal-u.tv/video/canal\\_uved/l\\_agriculture\\_sur\\_les\\_marges\\_de\\_la\\_reserve\\_pratiques\\_intensives\\_fondees\\_sur\\_la\\_ressource\\_en\\_eau.45867](https://www.canal-u.tv/video/canal_uved/l_agriculture_sur_les_marges_de_la_reserve_pratiques_intensives_fondees_sur_la_ressource_en_eau.45867)

Educ'Arte est une plateforme pédagogique en ligne regroupant une variété de ressources (films, séries, courts métrages...) et d'outils au service des enseignants et de leurs élèves. À la suite du festival, chaque enseignant.e se verra attribuer un code qui lui permettra de découvrir son contenu gratuitement pendant un mois. Vous trouverez ci-après plusieurs liens vers une sélection de ressources liées à la programmation 2019 de Pariscience, et plus particulièrement au développement durable et aux énergies.

- Xenius - Electricité : comment nos foyers sont-ils alimentés ?, vidéo, Educ'arte, 2015, 26min

<https://educ.arte.tv/program/xenius-electricite-comment-nos-foyers-sont-ils-alimentes->

- Le dessous des cartes - Biocarburants, une alternative, vidéo, Educ'arte, Alain Jomier, 2009, 10min

<https://educ.arte.tv/program/le-dessous-des-cartes-biocarburants-une-alternative>

- Mindmap - Les ressources naturelles exploitées par l'Homme, Educ'arte

<https://educ.arte.tv/mindmap/8>

- Xenius - Exploiter l'énergie du soleil, épisode de Xenius, 2017, 26 min

<https://educ.arte.tv/program/xenius-exploiter-l-energie-du-soleil>

- Le Dessous des cartes - Sauver les océans, épisode, 2017, 12 min

<https://educ.arte.tv/program/le-dessous-des-cartes-sauver-les-oceans>

## AUTRES RESSOURCES

- Demain, quelles solutions ? Les énergies marines renouvelables / Ressources pédagogiques / Dossier, IFREMER (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer)

<https://wwz.ifremer.fr/L-ocean-pour-tous/Nos-ressources-pedagogiques/Comprendre-les-oceans/Ocean-et-climat/Demain.-quelles-solutions-.Les-energies-marines-renouvelables>

- Dossier "Océans, des labos géants" de l'Institut de Recherche pour le Développement, 2019

<https://lemag.ird.fr/fr/dossier/oceans-des-labos-geants>

- Site officiel de Glowee

<https://www.glowee.com>

- Site officiel de l'artiste Daan Roosegaarde

<https://www.studioroosegaarde.net>

- Daan roosegaarde, l'art et l'environnement, vidéo ARTE, 7min

<https://www.arte.tv/fr/videos/089734-000-A/daan-roosegaarde-l-art-pour-l-environnement/>

- Dossier « énergies renouvelables », Sciences et Avenir

[https://www.sciencesetavenir.fr/tag\\_defaut/energies-renouvelables\\_8441/](https://www.sciencesetavenir.fr/tag_defaut/energies-renouvelables_8441/)

- L'île d'El Hierro aux canaries : bataille pour une énergie 100% verte à base de vent et d'eau, article de Sciences et Avenir, 2016

[https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/developpement-durable/l-ile-d-el-hierro-aux-canaries-bataille-pour-une-energie-100-verte-a-base-de-vent-et-d-eau\\_18082](https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/developpement-durable/l-ile-d-el-hierro-aux-canaries-bataille-pour-une-energie-100-verte-a-base-de-vent-et-d-eau_18082)

### Centrale hydroélectrique

Localisation : Barrage de Kárahnjúkar, face nord du glacier Vatnajökull, Islande

Principe : Ces centrales créent de l'énergie grâce à l'eau des glaciers. Cette eau est récoltée par un barrage (l'un des plus grands d'Europe). Elle est ensuite transportée grâce à des tunnels de 40km de long jusqu'à une centrale se trouvant à 400m plus bas (l'équivalent de la hauteur de l'Empire State Building). C'est la pression engendrée par la chute de l'eau vers les six turbines de cette centrale qui va générer de l'énergie électrique.

Résultat : chaque turbine produit 115 MW (mégawatts) soit assez d'électricité pour alimenter une ville de 500 000 habitants.

Problématique science-société : débat citoyen sur la construction du barrage de Kárahnjúkar et la finalité de la centrale :

-- Hydroélectricité et espaces protégés en Islande / Article du 16/09/2016 / Geoconfluences.ens-lyon.fr : <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/a-la-une/image-a-la-une/image-a-la-une-karahnjukar-islande>

### Centrale Hydro-éolienne

Localisation : Île d'El Hierro, Canaries, Espagne

Principe : Cette centrale associe un parc éolien et une station hydraulique avec deux réservoirs d'eau : un bassin inférieur et un bassin supérieur. Fonctionne en deux temps :

- il y a du vent : l'énergie éolienne permet de pomper l'eau du bassin inférieur jusqu'au bassin supérieur.
- il n'y a plus de vent : l'eau du bassin supérieur est relâchée vers le bassin inférieur et vient activer les turbines de la station hydraulique pour générer de l'électricité.

Résultat : la centrale peut prendre en charge 100% de la consommation électrique de l'île. Son objectif est de maintenir ce résultat maximal de manière permanente.

## Usine de dessalement du Crabe

Localisation : Île d'El Hierro, Canaries, Espagne

Principe : cette usine est alimentée en électricité par la centrale hydroéolienne. Le dessalement se fait par la technique de l'osmose inverse : en faisant passer de l'eau salée par une membrane, on transforme l'eau salée en eau douce par filtration osmotique.

- 1<sup>ere</sup> étape : eau salée puisée par une pompe et filtrée de tous ses déchets pour éviter d'abimer les membranes.
- 2<sup>eme</sup> étape : eau répartie à travers de longs tubes comportant chacun sept membranes semi-perméables.
- 3<sup>eme</sup> étape : pulvérisation de l'eau. Sous la pression exercée sur les membranes, l'eau pure est extraite de l'eau salée.

Résultat : en moyenne 45% d'eau douce filtrée, 2400 mètres cubes d'eau douce par jour.

« Nous sommes fiers de voir que la centrale fonctionne, que la production d'énergie nous offre la lumière dans nos maisons, que notre électricité provient de la nature sans créer de pollution, qu'elle est propre et qu'en plus, elle sert à dessaler l'eau et nous offre de l'eau potable. »

Tomas Padron, ingénieur et fondateur de la centrale hydroéolienne

## Le filet attrape brouillard

Localisation : Île d'El Hierro, Canaries, Espagne

Principe : Le garoé, ou arbre fontaine, récupère la vapeur d'eau de l'air à l'aide de ses branches. Les premiers habitants de l'île ont imaginé, il y a cinq siècles, un système de canaux pour acheminer cet excédent d'eau vers des réservoirs qui sont encore utilisés aujourd'hui.

Des ingénieurs espagnols ont su reproduire, de façon artificielle, les propriétés de cet arbre avec plusieurs filets placés sur toute la hauteur de l'île.

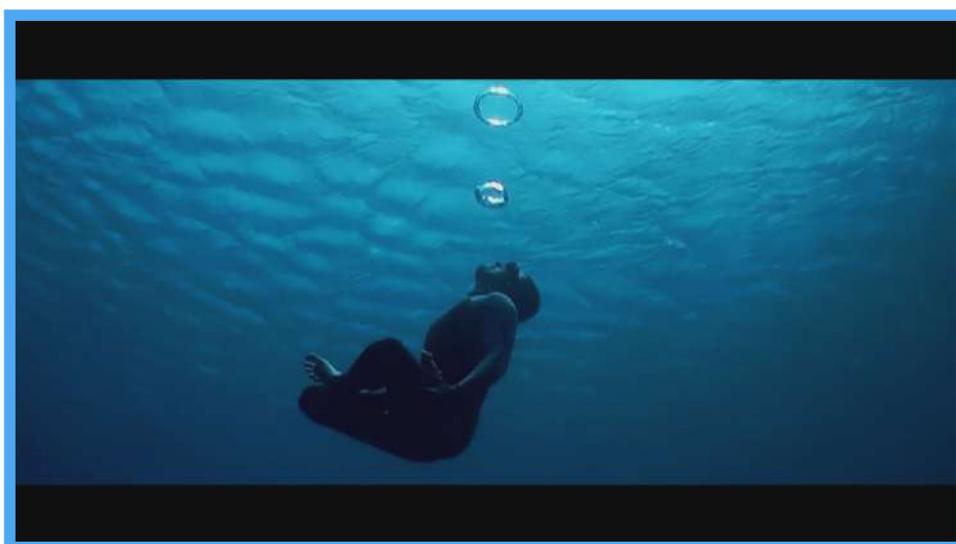
Résultat : Aujourd'hui, récolte de 30 litres d'eau douce par jour et par mètre carré.

## Réservoir volcanique

Localisation : Île d'El Hierro, Canaries, Espagne

Principe : l'île possède des chambres volcaniques qui piègent l'eau des océans. Le milieu poreux de la roche permet l'écoulement et la filtration de l'eau de pluie venant des couches supérieures. Une galerie a été creusée juste au dessus du niveau de l'océan pour pouvoir y accéder. On perfore la poche du volcan en y ajoutant un robinet qui régulera les écoulements de l'eau jusqu'au réservoir. Plus on se rapproche des cheminées volcaniques, plus la pression est importante et plus on récupère d'eau filtrée.

Résultat : des réservoirs contenant 1 million de mètres cube d'eau à l'année, utilisation de cette eau pour l'agriculture et la consommation.



© Mediawan

## La Bioluminescence

Localisation : Start-up Glowee, Paris, France

Principe : développement d'un système de lumière biologique qui fonctionne grâce au phénomène de bioluminescence, générée naturellement par beaucoup d'êtres vivants marins (poissons, méduses, bactéries...).

L'ADN de bactéries marines est copié sur des bactéries terrestres plus faciles à cultiver en laboratoire. Elles sont capables de produire enzyme et substrat qui forment une réaction qui produit de la lumière.

Les boîtes, contenant des bactéries et un gel nutritif, donnent des lampes naturelles.

Objectif : changer notre perception de la lumière et modifier nos paysages urbains nocturnes. Remplacer les lumières électriques par des lumières à consommation d'énergie naturelle.

## Les Photobioréacteurs

Localisation : Ecoquartier de Wilhelmsburg, Hambourg, Allemagne

Principe : Algenhaus, la maison des algues, est une habitation dont la façade comporte des microalgues qui produisent, grâce à la photosynthèse, de la biomasse avec pour seuls besoins : soleil, eau, engrais et CO<sub>2</sub>. En absorbant l'énergie du soleil et le CO<sub>2</sub>, les cellules de ces algues se divisent en libérant cette biomasse et en produisant de la chaleur. La chaleur libérée est extraite puis distribuée à tout l'immeuble pour le chauffage des foyers grâce à un échangeur thermique se trouvant au RdC.

Résultat : les 129 photobioréacteurs fournissent chauffage et eau chaude à tout l'immeuble toute l'année. Une seule maintenance par an suffisante.

## Hydrolienne

Localisation : Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, Boulogne-sur-Mer, France

Principe : Fabriquer de l'énergie électrique à partir de courant marin. Plusieurs générateurs sont positionnés sur une plaque déformable. Le mouvement de la plaque, provoqué uniquement par le courant marin, va générer de l'électricité. Le projet est encore au stade d'expérimentation.

Objectif : A terme, un parc d'hydroliennes pourra fournir 1MW, l'énergie nécessaire pour alimenter un village de 500 à 1000 habitants.

" Grâce à toutes ces inventions, on peut penser que pour le futur plus personne n'aura soif. C'est la solution, nous avons la capacité de donner de l'eau à toute la planète. Tout dépendra de la volonté qu'on y mettra »  
Francisco del Rosario Pinilla, Apnéiste et vidéaste

## CITATIONS À TROUS

« Le vent est déjà utilisé ailleurs pour produire de l'..... mais c'est une ..... La grande nouveauté qui a été introduite sur l'île d'El Hierro, c'est l'eau. Ainsi, avec le vent qui est variable et l'eau qui est ....., on peut produire une énergie ..... C'est le ..... que l'on a produit ici. »  
énergie instable - permanente - projet innovant - stable - électricité

Réponse:

« Le vent est déjà utilisé ailleurs pour produire de l'électricité mais c'est une énergie instable. La grande nouveauté qui a été introduite sur l'île d'El Hierro c'est l'eau. Ainsi, avec le vent qui est variable et l'eau qui est stable, on peut produire une énergie permanente. C'est le projet innovant que l'on a produit ici. »

Tomas Padron, ingénieur et fondateur de la centrale hydroéolienne de l'île d'El Hierro

« La ..... associe un parc ..... et une station ..... avec deux réservoirs d'eau : un bassin ..... et un bassin ..... L'..... permet de pomper l'eau du bassin inférieur jusqu'au bassin supérieur. Et quand il n'y a plus de vent, l'eau du bassin supérieur est relâchée vers le bassin inférieur et vient activer les ..... de la station hydraulique pour générer de l' ..... »

turbines - éolien - centrale hydroéolienne - inférieur - électricité - supérieur - énergie éolienne - hydraulique

Réponse:

«La centrale hydroéolienne associe un parc éolien et une station hydraulique avec deux réservoirs d'eau : un bassin inférieur et un bassin supérieur. L'énergie éolienne permet de pomper l'eau du bassin inférieur jusqu'au bassin supérieur. Et quand il n'y a plus de vent, l'eau du bassin supérieur est relâchée vers le bassin inférieur et vient activer les turbines de la station hydraulique pour générer de l'électricité.»