



# RENCONTRES MONTAGNES & SCIENCES

## Fiches pédagogiques - Collèges et lycées

### Les Rencontres montagnes & sciences

Initiées à Grenoble en 2014, les Rencontres montagnes & sciences sont organisées et coordonnées depuis 2015 par l'association Montagnes et sciences – association loi 1901. Cet événement a pour objectif de « parler des sciences et de la montagne autrement », à travers une sélection de films projetés gratuitement. Chaque année, une partie de ces films est dédiée au public scolaire, de la primaire au lycée. Fortes du succès de cette initiative, les Rencontres montagnes et sciences s'exportent désormais dans plusieurs autres villes de la Région Auvergne Rhône-Alpes. Des milliers d'élèves peuvent ainsi bénéficier des films, ainsi que des interventions en direct des protagonistes et des réalisateurs.

Plus d'informations sur : <http://www.montagnes-sciences.fr/>

### Le groupe d'experts pédagogiques

Depuis 2017, un groupe de travail a été créé au sein de l'association Montagnes et sciences, regroupant des membres du bureau de l'association et des enseignants (de la primaire au lycée), tous bénévoles. En amont des Rencontres, ces enseignants ont visionné les films destinés aux scolaires et en ont fait une analyse approfondie, en regard des programmes de l'Éducation nationale.

Ces fiches pédagogiques sont le fruit de leur travail. Elles vous permettront d'y trouver les liens entre films et programmes scolaires, des idées d'activités, etc.

### Sommaire :

- ✓ Écologie verticale
- ✓ Nouvelle-Zélande, Terres d'aventures
- ✓ Annexe : documents ressources à exploiter en classe



## ÉCOLOGIE VERTICALE

**Réalisation** : Emmanuel ROBLIN

**Durée** : 22 minutes

**Pays** : France

**Intervention d'un scientifique** : oui

**Présence de sous-titrage** : non

*Des plantes rescapées des grandes glaciations se sont réfugiées au sommet des plus hautes montagnes des Alpes. C'est la découverte que font deux botanistes partis explorer une montagne habitée insoupçonnée. Défiant les lois de la pesanteur, ils parcourent le Massif des Écrins, à la recherche de ces témoins de l'adaptation aux milieux extrêmes.*



### L'analyse :

Ce film nous permet de partager la passion et le métier de deux biologistes, Cédric DANTANT (Parc national des Écrins) et Sébastien LAVERGNE (Laboratoire d'écologie alpine - Grenoble), en mission sur le terrain. C'est ainsi que nous nous retrouvons dans le massif du Grand Galibier. Leur objectif ce matin-là, est d'atteindre un éperon rocheux où se trouve une des plus belles populations d'Androsaces helvétiques.

L'Androsace helvétique est une plante d'altitude. Sa présence sur ce type d'éperon rocheux est un héritage des anciennes glaciations... quand seul le sommet des montagnes permettait d'échapper aux conditions extrêmes qui régnaient sur le glacier. **Ces sommets sont des nunataks, sommets émergés des glaces.** La thèse défendue par nos deux scientifiques est que les plantes, présentes sur ces nunataks, colonisent peu à peu les vallées en contrebas. Ils pensent également trouver sur ces sommets rocheux des individus âgés de plusieurs centaines de milliers d'années....

Après une heure d'escalade, Cédric et Sébastien atteignent le sommet. Ils doivent équiper la paroi pour la sécuriser, avant de s'attaquer à la recherche d'individus à échantillonner. La double formation de ces biologistes est essentielle à leur mission scientifique. En collectant ainsi les échantillons, ils permettent à d'autres équipes de chercheurs qui ne peuvent pas se rendre en haute montagne, d'avoir accès à du matériel biologique.

### Échantillonner qu'est-ce que c'est ? A quoi ça sert ?

Dans ce film, on voit Cédric récupérer quelques échantillons de tissus végétaux (des feuilles, des fleurs...), afin d'effectuer plus tard des analyses moléculaires en laboratoire. Ces analyses, c'est le **séquençage partiel de l'ADN de chaque individu**. En comparant l'ADN des Androsaces d'altitudes et les séquences d'ADN obtenues à partir de leurs cousins des plaines, il est possible de réaliser des arbres de parenté (ou arbres phylogénétiques) et de retracer l'histoire évolutive de ces individus.



L'observation des tissus végétaux permettra aussi de mieux comprendre comment ces plantes se développent dans des conditions aussi extrêmes. À 3 500m d'altitude, elles subissent le froid (-20 à -25°C), le vent fort, une haute luminosité et les U.V., la neige, la sécheresse (due au vent et aux roches qui ne retiennent pas l'eau de pluie) et le manque de matière minérale disponible. Comment font-elles ? Certaines espèces produisent des



pigments ou des molécules antioxydantes, ce qui leur permet de mieux résister à la forte luminosité et aux U.V. L'Androsace Helvétique **présente une organisation en coussin et des feuilles duveteuses**, ce qui la protège du froid. Le nanisme est également un caractère très répandu parmi les plantes d'altitude.

Fin août, nous retrouvons nos deux biologistes pour une dernière sortie de terrain dans le massif des Écrins. Parmi les espèces échantillonnées, voici des images de la Silène acaule et de l'Erythriche. Toutes les deux présentent aussi une organisation en coussins, nous offrant ainsi un bel exemple de convergence évolutive.



## Liens avec les programmes :

<p><b>Collège - EPI : SVT et Physique-chimie et/ou Géographie</b></p> <p>Conditions climatiques en altitude ; distribution géographique des végétaux en fonction de l'ensoleillement</p>	<p><b>Collège – SVT</b></p> <p>Reproduction des végétaux en altitude ; contraintes et avantage des reproductions sexuées et asexuées</p>
<p><b>Lycée – SVT en seconde</b></p> <p>Les modifications du corps en altitude ; raréfaction du CO<sub>2</sub> en altitude pour les plantes et la photosynthèse ; sol et ressources en matières minérales, végétaux pionniers</p>	<p><b>Lycée – SVT</b></p> <p>Évolution et relation de parenté entre les organismes (arbres de parenté, comparaison de séquences, histoire évolutive)</p>
<p><b>Lycée – SVT en Terminale S</b></p> <p>La vie fixée des plantes à fleurs et les adaptations à différents milieux de vie ; spéciation et mécanismes évolutifs</p>	

## Pistes d'activités et questions pour les élèves :

- expliquer en quoi la vie à 3 500m d'altitude constitue une **vie en milieu extrême**,
- l'Androsace helvétique présente des adaptations au froid. Or le froid touche également les **plantes à fleurs** en plaine. À partir de vos connaissances scientifiques, citer les **adaptations au froid ou à la sécheresse** que vous connaissez (quelques exemples dans le programme de Terminale S SVT : le bourgeon du marronnier, le tubercule de la pomme de terre, le repliement des feuilles de l'oyat),
- sur le site FLOREALPES<sup>1</sup>, possibilité de faire des recherches sur les différentes plantes évoquées dans ce reportage, afin de mettre en évidence les **caractères communs aux plantes d'altitude** (nanisme, feuilles duveteuses, forme en coussins, notion de convergence évolutive...),
- à partir des éléments du documentaire, expliquer en quoi le **nanisme en haute montagne présente des avantages sélectifs**,
- expliquer pourquoi ce documentaire fait un parallèle entre les espèces végétales au sommet de la Grande Ruine et des populations insulaires (notion de spéciation et d'**isolement reproducteur**).

**Pour compléter la projection : exposition temporaire au Muséum d'Histoire Naturelle de Grenoble « Sur les îles du Ciel. Et si Darwin avait été alpiniste ? »**

<sup>1</sup> <http://www.florealpes.com/>



# NOUVELLE-ZÉLANDE, TERRES D'AVENTURES

Réalisation : Bruno CÉDAT

Durée : 28 minutes

Pays : Nouvelle-Zélande

Intervention d'un scientifique : oui

Présence de sous-titrage : oui

*La Nouvelle-Zélande est une terre de légendes, où les éléments naturels se confrontent, façonnent et défont les reliefs au dessus et au dessous du niveau des mers. Pour les scientifiques, c'est un laboratoire à ciel ouvert et un terrain d'exploration immense, qui se donnent encore à découvrir.*

## L'analyse :

« Nous voilà au bout du monde... [...] au cœur d'un laboratoire vivant pour les géologues ». C'est ainsi que commence le documentaire de Bruno CÉDAT, qui nous emmène au cœur des volcans de la Nouvelle-Zélande.

Au Nord de l'île, nous retrouvons une chaîne de volcans appelés l'arc des Kermadecs. Des prospections sous-marines, commencées il y a une dizaine d'années au large de la Nouvelle-Zélande, ont montré que 85% des volcans étaient sous-marins. Cependant, certains sont tellement actifs et ont accumulé tellement de roches volcaniques au cours du temps, que leur sommet émerge au-dessus de la surface. C'est le cas du **volcan White Island**. Ce volcan est l'un des volcans les plus étudiés en Nouvelle-Zélande. Non seulement parce qu'il est l'un des plus actifs, surtout depuis les 25 dernières années, mais aussi parce qu'il est l'un des plus accessibles. Ainsi, les variations observées à White Island permettent de mieux comprendre des volcans comme le Ruapehu ou le Ngauruhoe et d'anticiper leurs éruptions.



## Quand l'étude des volcans mène à l'étude des microorganismes...

Les explorations sous-marines ont permis de mettre en évidence une série de fumeurs noirs : de grandes cheminées d'où s'échappe une sorte de fumée. Mais est-ce vraiment de la fumée au fond des océans ?

Au niveau du plancher océanique, sous l'effet de la pression et au niveau de failles, de l'eau s'infiltré et se réchauffe (on parle d'hydrothermalisme). Cette eau, chauffée à 300°C, solubilise les ions métalliques présents dans les roches qu'elle traverse. Lorsque cette solution chargée d'ions métalliques remonte

au niveau du plancher océanique, elle entre en contact avec une eau de mer à 3-4°C. Ce choc thermique entraîne la précipitation des ions métalliques, ce qui forme cette épaisse fumée noire. Ces fumeurs noirs font l'objet de nombreuses recherches en biotechnologies, ainsi qu'en exobiologie<sup>2</sup>, afin de comprendre comment la vie peut se développer dans un milieu aussi extrême. L'industrie minière s'intéresse également aux filons d'or et de cuivre qui se forment dans ces cheminées...



<sup>2</sup> Science qui étudie la possibilité de la vie extra-terrestre



## Géothermie et Nouvelle-Zélande : une ressource naturelle exploitée par l'Homme



L'eau qui s'infiltré dans le sol est réchauffée au contact des sources de chaleur, puis remonte à la surface en créant des sources chaudes, des geysers, des mares de boue et des fumerolles. Dans ces sources chaudes, c'est un véritable écosystème qui se développe, contenant de nombreuses bactéries et microalgues extrémophiles.

Matt STOTT est microbiologiste et s'intéresse de près à ces microorganismes extrémophiles. Nous le suivons à la découverte d'une nouvelle source chaude, dont la température s'élève à plus de 65°C. Dans ces sources, les microorganismes extrémophiles ont développé des métabolismes originaux à base de sulfate, bien loin de la respiration cellulaire ou de la photosynthèse. Matt STOTT est particulièrement intéressé par la couverture huileuse qui se forme en surface. **Quel est le lien entre les microorganismes de cette source et les hydrocarbures ?** Est-ce qu'ils les produisent<sup>3</sup> ou est-ce qu'ils les dégradent ? Dans les deux cas, de nombreuses applications sont possibles, comme la dégradation des hydrocarbures lors des marées noires à l'aide de microorganismes extrémophiles, ou la production d'hydrocarbures...



Le contexte géodynamique de la Nouvelle-Zélande (zone de rift, subduction) entraîne la remontée de magmas dans la croûte continentale, à l'origine d'un **flux géothermique élevé** dans cette zone du globe (les roches en profondeur sont globalement plus chaudes). Ce potentiel géothermique, la Nouvelle-Zélande l'exploite dès les



C'est la zone qui a été développée en premier.

années 1950, en créant **des centrales géothermiques productrices d'électricité**. Comment ça marche ? Les fluides injectés en profondeur, le long de failles ou de forages, remontent à haute température. La vapeur récupérée, ainsi que l'eau chaude, sont utilisées pour faire fonctionner des turbines, ce qui crée de l'électricité. Malgré son potentiel, la Nouvelle-Zélande ne produit ainsi que 15 à 20% de son électricité. L'enjeu majeur de ces prochaines années sera donc de développer la géothermie dans le Nord de la Nouvelle-Zélande.

<sup>3</sup> Les hydrocarbures sont de la matière organique



## Liens avec les programmes :

<b>Collège - SVT</b> Mouvement des plaques ; volcanismes effusif et explosif ; séismes, risques naturels ; exploitation des ressources naturelles par l'Homme (géothermie)	<b>Lycée – SVT en seconde</b> La vie en condition extrême, l'exobiologie ; métabolisme et conditions du milieu ; chaîne alimentaire et écosystème, notion de producteurs primaires
<b>Lycée – SVT en Première S</b> La tectonique des plaques, mouvements des plaques à partir des données GPS ; subduction	<b>Lycée – SVT en Terminale S</b> Magmatisme en zone de subduction ; géothermie ; géodynamique d'une région (rift et subduction en Nouvelle-Zélande)
<b>Lycée – SPC</b> Précipitation des métaux, dissolution des ions métalliques	<b>Lycée – SVT en Terminale S spécialité</b> Notions de microorganismes extrémophiles, métabolismes aérobie ou anaérobie

## Pistes d'activités et questions pour les élèves :

- pourquoi parle-t-on de **fumeurs noirs** ? Est-ce vraiment de la fumée qui se dégage de ces cheminées au fond de l'océan ?,
- expliquer pourquoi l'étude des fumeurs noirs permet de mieux comprendre si **une vie extraterrestre peut se développer sur Europe**, un des satellites de Jupiter. Deux missions spatiales, l'une américaine et l'autre européenne, espèrent survoler Europe à la recherche de vie extraterrestre. La surface d'Europe présente des « motifs » qui laissent penser qu'un océan liquide de plusieurs kilomètres d'épaisseur se trouve piégé sous une épaisse couche de glace. La proximité de Jupiter pourrait entraîner une intense activité volcanique sous cet océan. Europe présente donc les conditions nécessaires à l'émergence de la vie telle qu'on la connaît sur Terre, de l'eau liquide, du carbone et de l'énergie,
- quel type de **chaîne alimentaire** peut-on retrouver au niveau des fumeurs noirs ? Comment fonctionnent les producteurs primaires dans cet environnement extrême (haute pression, haute température, absence de lumière) ? À l'aide de l'article de Pierre VAUCLARE<sup>4</sup>, chercheur CNRS à l'Institut de Biologie Structurale de Grenoble<sup>5</sup>, identifier les réactions chimiques à l'origine de la vie dans ces milieux extrêmes,
- à l'aide du logiciel *Sismolog* (ou *Tectoglob* ou *Tomographie sismique*), relever les **manifestations géologiques** que l'on retrouve au niveau de la Nouvelle-Zélande (vecteurs GPS, volcans, séismes, anomalies thermiques en profondeur),
- **volcanisme effusif ou explosif** ? Dans ce documentaire, la volcanologue Gill JOLY nous décrit les volcans et nous dit qu'ils sont de nature explosive. Relever dans les images du film, un ou plusieurs arguments confirmant la nature explosive des volcans,
- lac Taupo ou super-volcan : **les super-volcans est-ce que ça existe vraiment** ? À l'aide d'une recherche internet ou bibliographique, retrouver les caractéristiques des super-volcans (taille de la chambre magmatique, volume de cendres émises, etc.).

<sup>4</sup> « Écosystèmes des fumeurs noirs », Pierre VAUCLARE, disponible sur :

<http://www.encyclopedie-environnement.org/zoom/lecosysteme-sources-hydrothermales-abysales-fumeurs-noirs/>

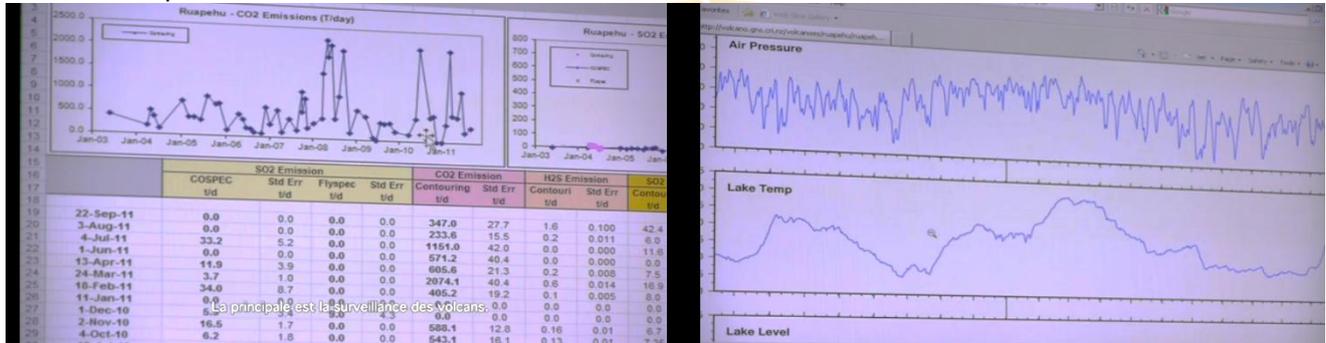
<sup>5</sup> Voir page de présentation du groupe de recherche sur :

<http://www.ibs.fr/recherche/groupe-de-recherche/groupe-extremophiles-et-grands-assemblages-moleculaires-b-franzetti/>

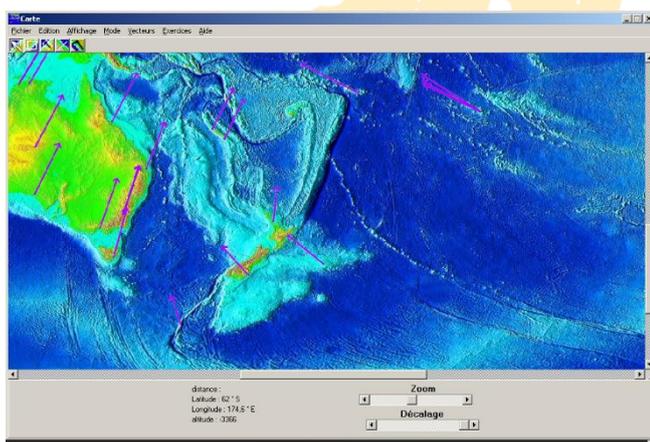


# Annexe : documents ressources à exploiter en classe

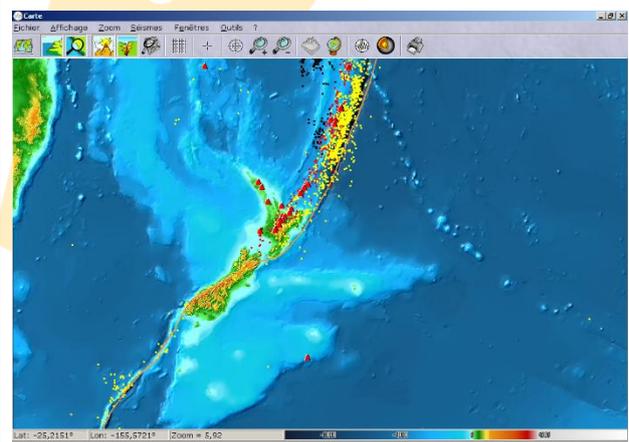
La surveillance des volcans, quelques paramètres contrôlés par la volcanologue Gill JOLY : les émissions de CO<sub>2</sub> et la température du lac dans le cratère.



Données GPS et mouvements des plaques au large de la Nouvelle-Zélande : capture d'écran des résultats obtenus avec le logiciel TectoGlob.



Activités volcaniques et sismiques en Nouvelle-Zélande : capture d'écran des résultats obtenus avec le logiciel Sismolog.



Comparaison de la distribution des séismes au Nord et au Sud de la Nouvelle-Zélande : captures d'écran obtenues à partir du logiciel Sismolog.

À gauche, coupe WE au Nord de l'île (encart en bas à droite de la coupe). À droite, coupe NW-SE au Sud de l'île (encart en bas à droite de la coupe).

