

DIEGO
VASECCHI

JEAN-EMILE
FELLAY

MALI
VAN VALENBERG

BERNARD
MAY

BAPTISTE
MORISOD

DANIEL
JEANLOZ

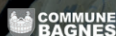
1818

—
La
débâcle
du
Giétro

FICHE PÉDAGOGIQUE
Secondaire I et II

UN FILM DE CHRISTIAN BERRUT

AVEC LES INTERVENTIONS DE CHRISTOPHE LAMBIEL MARTIN BENISTON EMMANUEL REYNARD ERIC BARDOU PASCAL TISSIÈRES JEAN-HENRI PAPILLOUD CHRISTINE PAYOT
DIRECTEUR DE LA PHOTOGRAPHIE PASCAL MONTJOVENT PREMIER ASSISTANT RÉALISATEUR JÉRÔME BRIÈRE MUSIQUE ORIGINALE GUY-FRANÇOIS LEUENBERGER EFFETS SPÉCIAUX FILMIC&SONS
DOCU-FICTION PRODUIT PAR FILMIC&SONS PRODUCTEUR EXÉCUTIF MICHAEL ROUZEAU SCÉNARIO ET RÉALISATION CHRISTIAN BERRUT



WWW.AARDVARKFILM.COM

TABLE DES MATIÈRES

Fiche technique	3
Résumé, commentaires	4
Venez, Perraudin et de Charpentier	5
Objectifs / Avant de voir le film	6
Après avoir vu le film	
La vie à l'époque / éducation aux médias	7
La théorie scientifique de Venetz	8
Les glaciers / le climat	9
Annexes:	
1 - Le Valais en 1818 et aujourd'hui	10-11
2 - L'hypothèse de Venetz, extraits	12-13
3 - Mesures: qu'est-ce qu'elles nous racontent ?	14
4 - Les glaciers, des ressources	15-16
5 - Les glaciers artificiels	17-18
6 - Les volcans	19-22
7 - Les volcans et le CO ₂	23
Références et sources	24

AUTEURS ET RECHERCHES

Christian Berrut, Julien Rapp,
Mark Pasquesi, Eric Bardou,
Merci à Jean-Henry Papilloud,
Emmanuel Reynard, Museng Fischer

CONTACT DISTRIBUTION

Aardvark Film Emporium
Chemin Paul-Robert 11
2502 Bienne
film@aardvarkfilm.com

MISE EN PAGE artimp.ch

FICHE TECHNIQUE

GENRE

Docudrama

SUISSE 2018

DURÉE

73 min

LANGUES

français avec sous-titres deutsch / english

SORTIE EN SALLE Mars 2019

SCÉNARIO ET RÉALISATION

Christian Berrut

PRODUCTEUR GÉNÉRAL

Michel Deslarzes

PRODUCTION

Filmic&Sons Sàrl

ÂGE LÉGAL / CONSEILLÉ: 6/12

LES ACTEURS

DIEGO VALSECCHI - Venetz

JEAN-EMILE FELLAY - J-P Perraudin

MALI VAN VALENBERG - Jeanne

DANIEL JEANLOZ - Simon

BAPTISTE MORISOD - Farquet

BERNARD MAY - Jean de Charpentier

INTERVENTIONS SCIENTIFIQUES

MARTIN BENISTON

professeur honoraire UNIGE, climatologue,
ancien vice-président du GIEC

EMMANUEL REYNARD

géographe UNIL

CHRISTOPHE LAMBIEL

géomorphologue UNIL

JEAN-HENRY PAPILOUD

historien

CHRISTINE PAYOT

historienne

PASCAL TISSIÈRES

ingénieur hydrologue

ERIC BARDOU

ingénieur hydrologue



BANDE ANNONCE

PLUS D'INFORMATIONS

www.aardvarkfilm.com

LIENS UTILES (FILM)

RTS 19H30 du 17 sept 2017

RTS 19:30 du 28.5.2018

RTS Forum du 9.08.2018

Nouvelliste, 5.08.18

Histoire du climat (www.science20.com - en anglais)

RÉSUMÉ ET COMMENTAIRES

RÉSUMÉ

En 1815, l'éruption du volcan indonésien Tambora provoque une baisse mondiale de températures d'un degré. Trois ans plus tard, en Valais, un glacier s'effondre dans la vallée de la Dranse et bloque le cours de sa rivière. Un lac immense se forme, barré par la glace. Le 16 juin, les glaces se rompent, et les eaux ravagent le Val de Bagnes, emportant tout sur leur passage jusqu'à Martigny. Grâce à un ingénieur, Ignatz Venetz, un désastre de plus grande ampleur a été évité.

"1818" documente ce drame. Il retrace aussi la naissance de la glaciologie. A sa base, la rencontre de deux personnages, l'ingénieur Venetz et le paysan chasseur Perraudin. Le film explique comment de cette rencontre est née l'une des plus grandes révolutions dans l'approche de l'évolution du climat.



COMMENTAIRES

"1818" permet de comprendre comment une variation minime de température peut provoquer une catastrophe naturelle. L'éruption du Tambora en 1815, la plus puissante de l'histoire, a fait baisser de trois degrés la température des Alpes, alors en plein "Petit âge glaciaire". Les glaciers se sont étendus.

La catastrophe du Giétro est le fruit de ce refroidissement. "1818" démontre ainsi la fragilité des activités humaines face à une évolution climatique.

Christian Berrut retrace cet épisode de trois manières différentes: il en met en scène les protagonistes (film d'époque), il le raconte dans un volet documentaire et au fil d'entretiens, il illustre la débâcle au moyen d'animations basées sur d'anciennes gravures.

Nous sommes en Valais en 1818. L'ingénieur Venetz fait un pari fou pour écarter le danger du lac qui risque de se rompre: creuser un tunnel dans la glace sur 100 mètres.

Avec des moyens de fortune (des chaussures dans lesquelles ils plantaient des clous, des pelles et des pioches, et des habits bien moins chauds qu'aujourd'hui) des habitants ont relevé le gigantesque défi de percer la glace pour que l'eau s'écoule peu à peu.

Le film donne ainsi l'occasion d'approcher les façons de vivre de l'époque. Il permet aussi de découvrir quelle image les gens avaient des hauteurs de la montagne et des glaciers. Des lieux hantés de superstitions.

Par ailleurs, reconstituer ce tunnel de glace est pour le réalisateur et son équipe un défi majeur.

À partir de cet événement précis, l'approche scientifique a fondamentalement changé. Car à l'époque, les idées et théories de nombreux scientifiques se construisent à l'abri de bureaux, ou de cabinets de curiosités*.

Autour des événements du Giétro, l'ingénieur Venetz rencontrera le paysan chasseur Perraudin. Ce dernier est un homme du peuple, investi dans la politique locale et fin observateur de son environnement. Il fait part de ses observations à Venetz. Il lui signale qu'il a observé des stries particulières sur des roches à proximité des glaciers et qu'on retrouve ces mêmes stries plus bas dans la vallée. Pour Perraudin cela veut dire que le glacier s'est jadis étendu plus loin. Une théorie impensable pour l'époque. Venetz va y être réceptif, et prouver, suite à ses recherches, qu'effectivement les glaciers ont varié dans le temps en fonction du climat, et donc que le climat évolue à travers les siècles.

**Les cabinets de curiosités étaient des pièces où étaient exposées des choses "rares, nouvelles, singulières", ici en occurrence des objets d'histoire naturelle (minéral, animal et végétal)*

LES TROIS PERSONNAGES-CLÉS DU FILM

Source: Dictionnaire historique de la Suisse



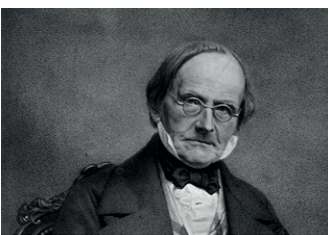
Ignatz
VENETZ

“Né en 1788 à Visperterminen, Collège de Brigue, Ingénieur cantonal valaisan (1816-1837)...

L'étude du glacier de Giétro et de sa débâcle en 1818, des moraines latérales et des blocs erratiques déposés jusque dans le Jura amena Venetz à penser que les glaciers avaient eu autrefois une bien plus grande extension. Il présenta cette idée lors de l'assemblée annuelle de la Société helvétique des sciences naturelles qui se tint en 1829 au Grand-Saint-Bernard. La théorie fut popularisée par Jean de Charpentier et Louis Agassiz.”

La découverte de la glaciation est restée jusqu'à nos jours la plus importante contribution de la Suisse à la géomorphologie.

Mémoire sur les variations de la température dans les Alpes de la Suisse, 1833 (Annexe 2, p.12-13)



Jean
DE CHARPENTIER

“En 1813 ... le gouvernement vaudois lui offrit **la direction des mines de sel de Bex** qui périclitaient.

Charpentier s'installa alors aux Dévens sur Bex, qu'il ne quitta plus. Il améliora la méthode d'extraction du sel (abattage du roc salé) et augmenta la production, sauvant ainsi les mines.

Membre fondateur de la Société helvétique des sciences naturelles (Genève, 1815). Professeur honoraire à l'académie de Lausanne (1829). Expert reconnu,

de Charpentier fut souvent mandaté pour l'étude de projets miniers ou de travaux de génie civil.

Mais ce fut surtout à ses recherches en géologie glaciaire (Essai sur les glaciers, 1841), botanique et malacologie qu'il dut sa renommée et l'amicale considération des meilleurs naturalistes européens qui vinrent le voir aux Dévens et animer ainsi une véritable “académie d'été”.



Jean-Pierre
PERRAUDIN

(ici: Jean-Emile Fellay)

“Conseiller communal (exécutif, 1803-1805) de Bagnes, député au Grand Conseil valaisan (1840).

Grâce à son esprit d'observation, Perraudin comprit que les blocs erratiques étaient des rochers arrachés aux montagnes et transportés par les glaciers, autrefois beaucoup plus étendus, et s'aperçut que les stries sur les roches étaient creusées par des cailloux enchâssés dans la glace en mouvement.”

En 1818, lors de la rupture d'un lac formé au glacier de Giétro, il partagea probablement ses observations avec l'ingénieur Ignaz Venetz. Celui-ci les mit en relation avec le climat, réussit à convaincre Jean de Charpentier qui, à son tour, persuada Louis Agassiz. Celui-ci put ainsi développer la théorie glaciaire (voir les textes sur les glaciers publiés en 1840 et 1841).



OBJECTIFS I AVANT DE VOIR LE FILM

La démarche du film cadre avec celle des sciences humaines et sociales, qui "organise l'acquisition de connaissances, de concepts, d'outils, et de compétences nécessaires à la compréhension du monde dans lequel on vit, pour s'y insérer et contribuer à son évolution dans une perspective de développement durable". (source: PER)

Le savoir du film est une pierre importante pour comprendre l'impact du réchauffement climatique aujourd'hui.

SHS 21 / SHS 22 / SHS 23

OBJECTIFS

- Observer et comparer: la vie à l'époque et de nos jours, légendes et images des Alpes – et aujourd'hui ?
- Définir les différents types d'images dans le film, quel est leur impact sur les spectateurs. Quel est le point de vue de l'auteur ?
- Identifier l'importance et l'impact des glaciers sur la société, aujourd'hui et hier (dangers, ressources).
- Identifier les éléments qui ont favorisé la naissance de la glaciologie et de la climatologie dans les Alpes.
- Enquêter sur l'évolution de la climatologie et la glaciologie, et comment les scientifiques travaillent aujourd'hui.
- Résumer et discuter les preuves et les arguments de Venetz sur les mouvements des glaciers et le changement climatique.
- Distinguer une observation personnelle d'une observation scientifique / une observation d'une hypothèse.
- Comprendre comment on construit une théorie scientifique.



AVANT DE VOIR LE FILM

Valais 1818 - comment les gens vivaient-ils à l'époque?

Réfléchir d'abord à vos propres activités quotidiennes, qu'est-ce que vous faites chaque jour, quels sont les moyens dont vous avez besoin, qu'est-ce que cela implique (production, organisation, connaissances, communication,...)? Imaginer ensuite quels éléments existaient déjà à l'époque et comment.

Vous pouvez vous servir du tableau de l'ANNEXE 1 p.10

Le climat aujourd'hui

On parle beaucoup du climat aujourd'hui, du réchauffement climatique, de la fonte des glaciers - des étudiants manifestent pour le climat...

Faire un tour de table sur la notion du climat et les thèmes qui préoccupent les étudiants. Demander aux étudiants de prendre des notes après le film sur le climat en 1818.

Qu'est-ce qui était différent à l'époque? Est-ce qu'il y a des similarités avec aujourd'hui? Est-ce que les activités humaines accélèrent le réchauffement climatique? Que faire?

L'homme, les catastrophes et le climat

La catastrophe du Giétro est un événement local. En une demi-heure, près de 20 millions de mètres cubes d'eau, soit l'équivalent de 5'000 piscines olympiques, se déversent dans la vallée de Bagnes. À la hauteur du pont de Mauvoisin, la vague noire atteint 32 mètres de haut. À Martigny, elle mesure 3 mètres.

Quel impact peut avoir une telle vague sur les humains? Quels autres exemples aujourd'hui indiquent qu'une variation infime de température peut entraîner des catastrophes? Comment pouvons-nous réagir et agir?

APRÈS AVOIR VU LE FILM

VALAIS 1818 - LA VIE À L'ÉPOQUE

Reprendre la liste des activités quotidiennes (*annexe 1*), compléter et discuter les différences entre 1818 et aujourd'hui. Quels éléments d'aujourd'hui vous manqueraient le plus?

Le rapport des humains à la haute montagne

Ils ne montaient guère plus haut que les alpages, sauf les chasseurs de chamois, car il n'y avait rien « d'utile » à y faire. Les sommets étaient menaçants car les équipements disponibles étaient peu performants pour affronter le froid et les vents. Et c'est de là qu'arrivaient les avalanches, les chutes de pierre, les torrents en crue, le mauvais temps, ... Qu'est ce qui était à l'origine de tout cela ? Des diables peut-être...

Connaissez vous d'autres légendes ? Est-ce qu'il y a des légendes modernes? Comment se sont-elles créées ? Existe-t-il des dangers aujourd'hui en haute montagne ?

Pour aller plus loin

Sur le site de l'Université de Fribourg vous pouvez consulter quelques autres légendes liées aux glaciers:

<http://www.unifr.ch/geoscience/geographie/ssgmfiches/glacier/2501.php>

Voici un extrait de la légende de la vache blanche - qu'est-ce qu'on peut considérer comme vrai dans cette légende ? Qu'est-ce qui est faux?

"... La vache blanche représente la réalité ambiguë du glacier, à la fois pourvoyeur d'eau et envahisseur d'alpages, source de vie et semeur de mort. Dans la tradition chrétienne, les catastrophes naturelles sont synonymes de punition divine...."

EDUCATION AUX MÉDIAS

Faire définir le genre du film. "1818" éclaire un événement historique, donc un fait réel, à l'aide de différents types d'images. Le réalisateur a décidé de reconstituer le passé, qu'est-ce qu'on entend par "reconstitution" ?

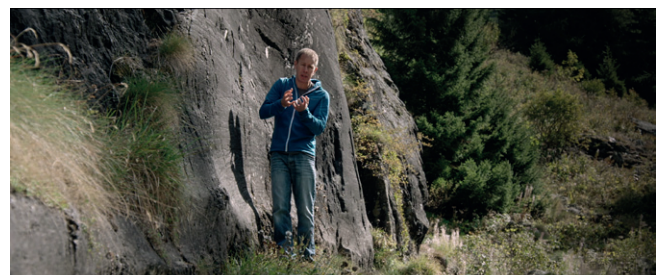
Connaissez-vous d'autres films "reconstitués"?

Nommer un film reconstitué par Hollywood, observations?

Pourquoi le réalisateur de "1818" a-t-il choisi de mélanger entretiens, reconstitutions et animations ?

Où est le point de vue du cinéaste, comment s'est-il impliqué ? Qu'est-ce qu'un point de vue ?

Identifiez ces trois images:



APRÈS AVOIR VU LE FILM

Lors de ces travaux Venetz rencontre un paysan de Lourtier : Jean-Pierre Perraudin. Ce dernier connaît bien les hauts de la vallée de Bagnes. Il a observé d'étranges stries sur les rochers. Ces stries se situent près des glaciers mais aussi plus bas dans la vallée et il conçoit l'hypothèse que les glaciers devaient être bien plus grands à une époque reculée. Cette hypothèse va à l'encontre des théories scientifiques de l'époque. On pensait alors que le climat n'avait pas varié depuis le Déluge. Certains, comme Buffon, émettaient l'hypothèse que la Terre se refroidissait lentement, auquel cas les glaciers auraient dû être plus petits auparavant !

Les idées de Perraudin sont considérées comme farfelues par la plupart des scientifiques. Venetz l'entend tout de même, car lui-même est en train d'étudier le climat dans les Alpes et commence à penser qu'il n'est pas stable.

Il prend en compte les observations de Perraudin. Il consulte des documents historiques dans les archives, pour savoir si l'environnement s'est modifié au fil du temps. Il découvre alors notamment qu'un peu plus loin, un glacier s'étend là où une ancienne forêt a existé quelques siècles auparavant. Il en conclut que le climat était plus chaud à un moment de l'Histoire, alors que les stries sur les pierres et les blocs erratiques démontrent qu'il était plus froid à une autre époque.

Venezz convainc Charpentier du bien-fondé de ses hypothèses. Charpentier, alors directeur des mines de sel de Bex, mène ses propres recherches pour expliquer les blocs erratiques.

Charpentier en convaincra à son tour Louis Agassiz, qui publiera en 1840 sa célèbre étude qui imposera la nouvelle théorie glaciaire : les glaciers ont recouvert une bonne partie de l'Europe il y a fort longtemps parce que le climat était plus froid que maintenant.

Autour de la catastrophe du Giéthro vont donc se rencontrer les personnages essentiels qui vont bouleverser les paradigmes scientifiques sur le climat. Ainsi sont nées la climatologie et la glaciologie.

Comment Venetz a prouvé le changement climatique en lien avec les mouvements des glaciers ? Quels éléments lui manquaient pour une preuve définitive ?

L'influence d'Ignaz Venetz

Il écrit un des premiers (peut-être le premier) travail scientifique démontrant que le climat est changeant.

Venezz démontre (après la catastrophe) qu'un filet d'eau peut faire fondre de la glace. Et il empêchera le cône de glace de se reformer en détournant un torrent pour "scier" le glacier.

ANNEXE 2, p. 12-13

Lire et discuter les extraits tirés du mémoire de Venetz. Comment indiquent-ils les distances ? Qu'est-ce que cela nous raconte ?

Spécialiste actuel :

Eric Bardou (*notre intervenant / annexe 7 p.23*) l'un des meilleurs spécialistes des débâcles en Suisse, sillonne le monde pour tenter de résoudre ces problèmes. Souvent mandaté par le DFAE (Département fédéral des affaires étrangères). *Site de Eric Bardou*

Pour aller plus loin

Depuis 1818, les technologies et les appareils pour mesurer les glaciers ont évolué. On a mis en place des organisations dédiées à des mesures annuelles de températures, de la longueur, du volume et de la masse des glaciers.

Quelles sont les nouvelles techniques et technologies appliquées pour obtenir des mesures? (*Caméras automatisées, webcams, images satellite, radars*)

Le réseau des relevés glaciologiques suisse (GLAMOS) a pour but l'étude à long terme des changements des glaciers et du permafrost dans les Alpes suisses.

ANNEXE 3, p.14

Rechercher et comparer les valeurs mesurées de quatre glaciers, sur www.glamos.ch.

Qu'est-ce que ces mesures nous montrent? Quoi d'autre peut-on observer (mesures interrompues par moment) ?

APRÈS AVOIR VU LE FILM

LES GLACIERS

Nos glaciers sont alimentés par les précipitations neigeuses. Ils constituent une réserve d'eau essentielle à notre économie. Ils fournissent l'eau d'irrigation des cultures. Ils alimentent aussi les barrages qui produisent de l'hydroélectricité.

Les glaciers avancent, en coulant lentement sur la roche. Ce faisant, ils modifient le paysage en polissant des roches, en laissant des stries, et en déposant des moraines.

La masse de glace est variable en fonction du climat. Actuellement, elle diminue parce que le climat est plus chaud que par le passé. On dit que les glaciers « reculent », et leur épaisseur diminue.

Collectionner et comprendre les termes scientifiques correspondant aux glaciers, entendus dans le film (ou ailleurs): Qu'est-ce qu'une débâcle ? Un lac glaciaire ? Une moraine ? Des laves torrentielles ? Un bloc erratique ?

RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE / dangers aujourd'hui

Le climat se réchauffe depuis 1850 environ, mais cela s'est accéléré ces 20 dernières années. La fonte des glaciers, la baisse de l'eau dans les rivières et lacs suite à des étés très secs, et globalement la montée des eaux suite à la fonte des calottes glaciaires, ou les typhons et incendies de forêts qui se multiplient à travers le monde, témoignent de la fragilité des activités humaines face au réchauffement climatique.

Pour une introduction simple et visuelle sur le climat, consulter le dossier "Le climat et nous" par Sophie Hulo Vesely, UNIGE (secondaire I)

Quels sont les nouveaux dangers auxquels nous devons faire face ? Quels sont les impacts sur les populations, les villes, la communication aujourd'hui ? (Perte de logement, perte de terres agricoles, des morts - répercussions familiales, transports/ acheminement interrompu...) Quelles sont les techniques utilisées pour protéger (ou prévenir) la population aujourd'hui ?

LE GLACIER COMME RESSOURCE NATURELLE

ANNEXE 4, p.15-16 - Analyser la photo:

Qu'est-ce qu'elle raconte? Pourquoi faisons-nous ces actions? Est-ce que vous avez entendu d'autres actions comparables à celle-ci?

INNOVATION ET HISTOIRE: DES GLACIERS ARTIFICIELS

ANNEXE 5, p.17-18: Deux images qui représentent quoi ?

Vous pouvez découvrir l'histoire des glaciers artificiels en Inde, et la reprise suisse dans les Grisons. Réflexions et débats.

UN BARRAGE REMPLACE LE GLACIER

Le lac de Mauvoisin se trouve au fond du val de Bagnes à une altitude de 1975 mètres et s'étend sur 4,9 km. Sa superficie est de 2,08 km² et sa profondeur est supérieure à 200 mètres. Avant d'être une retenue artificielle, le lac de Mauvoisin était naturel et se formait parfois lorsque le Glacier du Giétro bloquait le cours de la Dranse de Bagnes. La construction du barrage-voûte, commencée en 1951, est achevée en 1958. L'ouvrage mesure alors 237 m de hauteur ; il sera cependant encore surélevé de 13,50 m en 1991.

Que nous apporte un barrage ? Quels sont les risques liés à un barrage ? Quel est l'intérêt de l'énergie hydraulique par rapport aux autres sources d'électricité ?

Pour aller plus loin

La catastrophe du Giétro était liée à un refroidissement climatique. C'est un événement local avec peu de répercussions à l'échelle mondiale. Quelles leçons pouvons-nous tirer aujourd'hui de la débâcle du Giétro?

ANNEXE 6 - LES VOLCANS, p19-22

L'impact de l'éruption du volcan Tambora en Europe.

1816 - l'année sans été: qu'est-ce qui suit une année sans été ? Recherches et hypothèses sur les éruptions volcaniques et le SO₂.

ANNEXE 7 - LES VOLCANS ET LE CO₂, p.23

ANNEXE 1 - LE VALAIS EN 1818 & AUJOURD'HUI

Exemples	2019	1818
Alimentation		
Habitat		
Transport / routes		
Communication		
Alarmes		
Outils		
Sciences naturelles		

ANNEXE 1 - LE VALAIS EN 1818 ET AUJOURD'HUI

	2019	1818
Alimentation	manger une banane par jour, se chauffer une pizza congelée, faire un smoothie à l'avocat,...	La quasi-totalité des aliments étaient produits sur place.
Habitat	jouer sur la playstation, chauffer son repas dans le micro-ondes, laver son linge à la machine,	Le feu de bois était le seul moyen de chauffage
Transport / routes	prendre le bus scolaire, se faire sauver par la Rega en hélicoptère (ou Air Glaciers), faire de l'interrail pendant les vacances d'été,	À cheval (attelé ou non) ou à pied. Les voies de communications étaient sommaires. Le col du Grand-Saint-Bernard n'était pas carrossable, par ex.
Communication	téléphone, email	lettre, de vive voix
Alarmes	prévention des dangers et information de la population (radio, télé, internet), sirènes	feux, coups de feu,
Outils	pelles mécaniques, camions,	pioches, pelles, brouettes, scies, haches,...
Sciences naturelles	caméra, satellite, glacier-app	documents historiques, gravures, observations

DÉBATTRE

Est-ce que les activités humaines ont une influence sur le réchauffement climatique ?

Comment diminuer notre impact ?

Notre économie touristique dépend en grande partie de l'enneigement de nos stations d'hiver:

Que peut-on imaginer pour s'adapter à des hivers à venir moins enneigés et plus courts ?

Quels autres exemples de catastrophes récentes sont liées au réchauffement climatique ?

Y-a-t-il des avantages au changement climatique ?

Quel type de modification de la végétation et de la faune risque-t-il d'engendrer ?

ANNEXE 2 - VENETZ ET SA RECHERCHE SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Mémoire sur les variations de la température dans les Alpes de la Suisse.

Venez, I. (1821). [Suisse] : [s.n.]. Collation 38 p. ; 25 cm No RERO - R004728617

http://doc.rero.ch/record/19750/files/SN_1846.pdf <http://doc.rero.ch/record/19750>

VENETZ RÉSUME SES PREUVES SUR LE REFROIDISSEMENT AVEC 3 EXEMPLES (p.15-16)

“Voilà vingt-deux faits qui tendent à prouver un refroidissement. Il nous aurait été facile d’en citer davantage. Si nous avions eu le temps de faire les recherches nécessaires, et si nous voulions ajouter foi à des traditions populaires, nous citerions une infinité de cas pareils. ”

“C’est ainsi qu’on dit, que la commune de Visperterminen payait des dîmes de raves à la cure de Viège, pour une place maintenant occupée par le glacier d’Ans;

celle de Moerel à la cure d’Ernen, un impôt pour des vignes situées au-dessus de la Blauen-Egguen, dans un endroit stérile;

qu’en Allelin, vallée de Saas, on cultivait des vignes dans un emplacement, où le glacier de Distel touche maintenant; ...”

“La plupart des faits que nous avons cités sont rapportés sur la foi de particuliers de probité, et dont nous avons nommé plusieurs. Ces faits gagnent cependant d’autant plus de confiance qu’ils s’accordent à étayer la même cause, malgré leur variété et l’éloignement des lieux où ils ont été observés. ”

UNE FORÊT N’EXISTE PLUS (p.6-7)

“**Monsieur le Chanoine de Rivaz** a trouvé, parmi les écrits de la commune de Bagnes, plusieurs titres qui constatent que cette commune possédait le droit de libre commerce avec le Piémont, en passant par la Charmontanaz.

Dans les dites archives, ce même M. de Rivaz, a aussi trouvé un acte qui parle d’un procès, que la commune de Bagnes eut avec celle de Liddes relativement à une forêt, située sur le territoire de Bagnes, et dont Liddes revendiquait la propriété.

Cette forêt n’existe plus; un énorme glacier y a succédé et la communication entre Liddes et Bagnes est entièrement détruite dans cet endroit. ”

LES OBSERVATIONS DE M. MOREN (p.11)

“XII. Vers le glacier de la Valsorée qui domine le Bourg St.-Pierre, vallée d’Entremont, on a vu, à une grande distance au-dessus des forêts les plus élevées, un tronc d’arbre d’une grosseur extraordinaire...”

„En 1811 M. Jean Etienne Moren, président de la commune de Bagnes, a rencontré „en Boussina, à une portée de fusil du glacier de Breuney, un tronc de mélèze de douze pieds de circonférence. Maintenant les derniers arbres languissent à deux lieues du dit „endroit.”

„On croit que ce témoin d’une température élevée faisait partie d’une forêt qui jadis „existait plus haut au-dessous des rochers de Lombard...”

ANNEXE 2 - VENETZ ET SA RECHERCHE SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

DESTRUCTION DES PÂTURAGES (p.14)

“XXI. ... Nous avons pareillement observé que le gazon et l’azalée couchée [azalea procumbens) sont morts dans toutes les hautes montagnes, comme à Pierre-à-Vire, sur le Mauvoisin, à Bagnes ; sur les alpes d’Albinen, près des bains de Louèche; dans les sommités de Tion, près de Sion, et ailleurs. Cette destruction est cependant récente et provient des années froides de 1815, 1816 et 1817. ”

“XXII. La destruction, dont nous venons de parler, a singulièrement influé sur les pâturages des Alpes; la seule montagne de Charmontana dans la vallée de Bagnes, qui nourrit en été cent et vingt vaches, a perdu la nourriture d’une journée à chaque chalet qu’elle a à Tzanrion, à la grande et petite Charmontana : chalets où les vaches restent périodiquement pendant l’été. ”

VENETZ ET SES EXEMPLES DE PREUVES SUR LE RÉ-CHAUFFEMENT (p.16 et suivants)

“Essayons maintenant, si nous ne trouverons pas des faits qui tendent à prouver une élévation de la température...”

“**Monsieur Perraudin**, conseiller de la commune de Bagnes, habile chasseur de chamois, et amateur de ces sortes d’observations, nous a assuré que les glaciers de Sévereu, de Loui et de la Chaux-de-Sarayer, tous dans la vallée de Bagnes, ont des moraines fort reconnaissables, qui sont environ à une lieue de la glace actuelle; il dit, que les chalets situés près du glacier de Corbassière sont bâtis sur des moraines composées de débris de pierres calcaires, transportées dans ces lieux par le glacier de Corbassière venant du Combin. Les rochers qui composent la montagne des environs des dits chalets, sont verdâtres, appartenant à une autre formation que celle du calcaire du Combin. ” (p. 24)

Conclusions de Venetz sur le réchauffement:

“Voici de quelle manière nous tâcherons d’appuyer cette hypothèse” (p.38) ”

“... Il est à présumer que les passages des hautes alpes, dont nous avons fait mention dans ce mémoire, étaient tous ouverts à la même époque. D’après M. Zurbriggen, ce n’est que dans le commencement du 17ème siècle que les passages de montagnes sont devenus difficiles. Il ne dit cependant point qu’ils aient été interceptés ; et ce n’est que dans le dix-huitième siècle qu’ils sont devenus inaccessibles aux chevaux. Mais comme la plupart des moraines dont nous avons parlé, indiquent un froid bien plus intense que celui de nos jours, il nous semble que l’histoire en devrait faire mention, si ce temps froid était arrivé à cette époque ; puisque, dans ce cas, les chemins devoient être alors encore plus fermés qu’aujourd’hui. ”

“Nous sommes donc en quelque manière autorisés à croire:

- 1) Que les moraines qui se trouvent à une distance considérable des glaciers, datent d’une époque qui se perd dans la nuit des temps.
- 2) Que les faits que nous avons cités pour prouver un abaissement de température, sont plus récents que les dites moraines.
- 3) Que celles qui se trouvent près des glaciers peuvent être des deux derniers siècles.
- 4) Que la température s’élève et s’abaisse périodiquement, mais d’une manière irrégulière.
- 5) Que selon les apparences, le refroidissement de cette époque est arrivé à son terme.
- 6) Que les glaciers parviendront difficilement à la hauteur gigantesque, dont nous trouvons tant de vestiges, et que nous pouvons nous tranquilliser sur l’extension présumée de la région des glaces en général. ”

ANNEXE 3 - Mesures: qu'est-ce qu'elles nous racontent ?



Le glacier du Rhône vu de Gletsch à son maximum de 1855, puis en 1885, © JHV



1) Regarder les quatre liens et comparer les données des glaciers suivants (www.glamos.ch). Discuter les changements: Depuis quand fait-on des mesures ? Les bilans de masse ?

Glacier du Giétro

Grosser Aletschgletscher (Glacier d'Aletsch)

Rhonegletscher (Glacier du Rhône)

Glacier de la Plaine Morte

2) Sur le site du World Glacier Monitoring Service WGMS**, vous pouvez consulter les mesures dans d'autres pays (en anglais). Ils vous proposent une application, à installer sur votre portable: <https://wgms.ch/glacierapp/>
Vos observations ?

** Le professeur François-Alphonse Forel mesure systématique des glaciers depuis 1880. Forel était l'initiateur et le premier président de la Commission internationale des glaciers CIG 1894, aujourd'hui connu comme le World Glacier Monitoring Service (WGMS). WGMS fête son 125ème anniversaire en 2019.

3) Regarder la vidéo "Le futur du Glacier" par Guillaume Juvet, ETHZ (mesures et modélisation)

Les mesures et l'évolution des glaciers

https://sciencesnaturelles.ch/topics/snow-glaciers-permafrost/glaciers/length_variation

https://sciencesnaturelles.ch/topics/snow-glaciers-permafrost/glaciers/mass_balance

Pour aller plus loin

<http://www.unifr.ch/geoscience/geographie/ssgmfiches/glacier/2101.php>

Comment utilise-t-on ces mesures pour des prédictions et la modélisation ? Comment peut-on tester les prédictions qui découlent d'un modèle ? Peut-on tirer du passé des éléments utiles pour le futur ?

Mesurer le passé

Comment pouvons-nous estimer que le glacier du Rhône arrivait si proche de Genève il y a 23,500 ans ?

UNIGE.CH/FOREL p.20-21

(les pierres du Niton dans la rade de Genève / des reliefs évoquant des moraines autour du lac Léman / les sédiments lacustres sont-ils des témoins du climat ?)

ANNEXE 4 - LES GLACIERS -DES RESSOURCES COMMENT LES PRÉSERVER ?



ANNEXE 4 - LES GLACIERS - DES RESSOURCES COMMENT LES PRÉSERVER?



The enormous white blankets draped over the Rhône Glacier in the Swiss Alps are not a cozy courtesy but rather a means to keep the ice cold.
Credit: Urs Flietner/EPA-EFE/Reuters/Shutterstock

Sauver les glaciers

Fonte des glaciers:

Samuel Nussbaumer, un scientifique du Service de surveillance mondial des glaciers (WGMS) à l'Université de Zurich, a déclaré que les glaciers du monde fondaient aujourd'hui deux ou trois fois plus vite que durant le XXe siècle.

Le WGMS, qui est constitué de chercheurs de plus de 30 pays, a publié leur découverte dans le *Journal of Glaciology* en août dernier (2018). Les résultats étaient basés sur des données mondiales regroupées sur les 120 dernières années, ce qui a permis une comparaison entre la fonte du XXe et celle du XXIe siècle. Le résultat - selon lequel le niveau actuel de la fonte des glaciers est sans précédent à un niveau mondial - est fondé sur des données numériques aussi bien que sur des documents écrits et illustrés.

La Suisse cache un glacier sous une couverture, pour le garder au frais 28.09.2015, www.vice.com

Chaque été, le glacier du Rhône est recouvert de bâches pour résister au réchauffement climatique 28.06.2013, maxiscience.com

Mesurer vous-mêmes - pour les petits:

Préparer 4 tas de 10 glaçons de même taille, du matériel pour les recouvrir (feuille d'aluminium, tissu de coton blanc, tissu synthétique blanc), accès à une pelouse.

Couvrir les tas avec 1) aluminium 2) tissu de coton blanc 3) tissu synthétique blanc 4) ne pas recouvrir le tas

Mesurer le temps de fonte / observations

Les couvertures

Les couvertures qui protègent la glace des radiations du soleil durant les jours d'été les plus chauds, ont prouvé leur utilité pour réduire la fonte de 50 à 70 pour cent, explique David Volken, un glaciologue qui travaille avec l'Office fédéral de l'environnement.

Débat:

Alors que les couvertures peuvent être une solution efficace sur le court terme et de façon hyperlocale pour remédier à la fonte, la Fondation mondiale pour la nature a critiqué cette pratique parce qu'elle ne fournit pas de solution sur le long terme, selon Pierrette Rey, une porte-parole de la section suisse de l'organisation.

« De plus, nous ne connaissons pas les effets de cette pratique sur l'écosystème général. »

Le canton d'Uri se lance en 2005:

Les remontées mécaniques d'Andermatt, dans le canton d'Uri, essayent de retarder la fonte d'un glacier en le couvrant partiellement d'un tissu synthétique

Pour et contre:

Swissinfo 10.05.2005

Critique de Martin Beniston (intervenant dans le film):
Le Temps, 20.05.2005

ANNEXE 5 - Des glaciers artificiels / les stupas



Une idée ingénieuse - pourquoi construire des glaciers artificiels ?
Où se trouvent les structures sur les deux images ?
À quoi servent-elles ?
Beauté ? Préservation ? Logement ?

ANNEXE 5 - Des glaciers artificiels, les stupas

Ladakh, Inde



L'IDÉE DE DÉPART, EN 1990

Chewang Norphel fait la fierté du Ladakh. Le parcours de cet ingénieur civil à la retraite, âgé de 79 ans, se mêle aux tourments de sa région natale, située en Inde, dans l'est de l'Etat de Jammu-et-Cachemire. Et surplombée de glaciers himalayens qui, selon le dernier rapport du GIEC, devraient disparaître d'ici à 350 ans.

Dans les vallées de cette région désertique, les paysans ont longtemps été dépendants de la régularité des cycles de fonte. Au printemps, ils arrosaient leurs cultures avec l'eau dévalant des glaciers, puis pompaient les nappes phréatiques pendant les semaines précédant la récolte. Mais aujourd'hui, la sécheresse s'intensifie et les phénomènes de fonte deviennent de plus en plus violents, provoquant des inondations.

A partir des années 1960, Chewang a participé à la construction de barrages et d'immenses réservoirs en béton afin de domestiquer l'eau de fonte des fameux glaciers. "Mais de tels ouvrages posent des problèmes environnementaux et sociaux, et ce sont des gouffres financiers", reconnaît-il.

Alors, quand il a pris sa retraite, au milieu des années 1990, il a mis en pratique "une idée aussi simple qu'économique" : à partir des rivières glaciaires, il a conçu des canaux destinés à remplir des réservoirs situés dans les lieux ombragés – et donc les plus soumis au gel – des vallées. Il a entouré ces bacs à glace de barrages de pierres afin de contrôler leur fonte et exploiter l'eau au mieux. Celle-ci, au printemps, permet d'irriguer les semences d'orge, de blé, de pois et de moutarde. Contrairement aux vrais glaciers des hauteurs, ceux de Chewang, montés sur les ubacs des vallées, fondent plus tôt, assurant

Pontresina, Suisse



de l'eau aux paysans dès le début des semailles. A la clé, de meilleures récoltes et la possibilité d'élargir les surfaces cultivées. Les nappes phréatiques, elles, sont moins sollicitées.

Vidéo et texte sur www.geo.fr 08.12.2015

Chewang Norphel, inventeur de glaciers artificiels

L'homme qui ralentit le recul des glaciers:

24heures 07.08.2015

Puis en août 2010, c'est le désastre. Les pluies torrentielles de la mousson déclenchent des inondations sans précédent en Inde et au Pakistan. Les rivières sortent de leur lit. **Les ouvrages de Chewang Norphel sont balayés.**

Une mousson dévastatrice pour l'Asie

Libération 12.08.2010

L'ÉVOLUTION DE L'IDÉE, LES STUPAS

Sonam Wangchuk, natif de la région, s'est inspiré de l'idée de villageois Chewang Norphel...

Les ingénieurs d'Ice Stupa ont élaboré un stratagème très ingénieux afin d'équilibrer l'approvisionnement en eau des villages. Ceux-ci sont parvenus à congeler de l'eau verticalement, c'est-à-dire sous forme de cônes de glace d'une taille de 30 à 50 mètres de hauteur. Ceci a été rendu possible par l'installation de pipelines souterrains dont la mission est de capter l'eau plus haut dans la montagne afin d'assurer une pression suffisante....

ET EN SUISSE ?

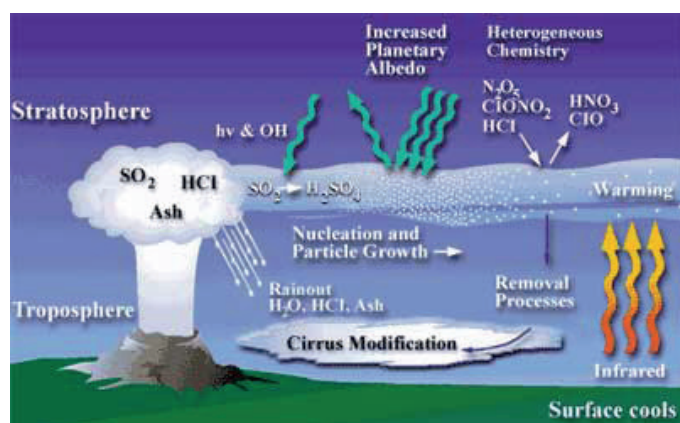
Dans les Grisons, à Pontresina, une association crée des stupas - et vous ?

Website icestupa.net (en/de)

ANNEXE 6 - LES VOLCANS

Le film commence avec l'éruption du volcan Tambora, Indonésie 1815: "... la plus puissante éruption volcanique de toute l'Histoire, 10000 fois la bombe d'Hiroshima... Les cendres se répandent dans la haute atmosphère et l'obscurcissent. Les rayons solaires peinent à pénétrer cette couche de poussière et l'atmosphère terrestre va se refroidir. En l'espace de quelques mois, la température planétaire baisse de 1 degré. Ce refroidissement a été surtout important en Europe de l'Ouest. On dit qu'à Paris, il n'y a eu que 13 jours de beau temps durant les mois de juin à août 1816. Cet été a été particulièrement humide avec des précipitations quasiment ininterrompues. Les glaciers ont gagné du volume car la neige tombée durant l'hiver n'a pratiquement pas fondu."

Que sont ces nuages ? Comment vont-ils de l'Indonésie en Europe ?



LES POUSSIÈRES ET LE SO₂ DU TAMBORA

Un nuage de cendres se répand à travers le continent et retombe rapidement. En revanche, le dioxyde de soufre (SO₂) contenu dans la colonne de 40 km de haut est pris dans les courants stratosphériques. Les particules de sulfate deviennent de petits écrans solaires. L'impact climatique est considérable. En Europe occidentale, la température moyenne chute de 3 degrés en 1816. C'est l'«année sans été».

Le Temps, 08.4.2015, Tambora, autopsie d'une éruption monstre

Les impacts les plus importants des grandes éruptions volcaniques explosives (volcans de subduction) viennent de la conversion de l'anhydride sulfureux (SO₂) en acide sulfurique (H₂SO₄). Les aérosols restent en suspension longtemps après que les particules de cendre soient retombées.

Ils séjournent dans la stratosphère pendant de longs mois, augmentent la réflexion du rayonnement du soleil vers l'espace et refroidissent ainsi l'atmosphère de la terre.

<http://climatetvolcans.canalblog.com/archives/2013/11/28/28536196.html>

Pour aller plus loin:

Effet des éruptions volcaniques sur le climat, openedition.org

L'EUROPE ET LE TAMBORA - L'ANNÉE SANS ÉTÉ

L'été 1816 fut en Suisse 2.5°C plus frais que la moyenne... Entre mai et juillet (environ 90 jours), on enregistre plus de 50 jours de pluie. Les raisins furent cueillis début novembre – ils n'étaient pas encore mûrs. La grande famine au Nord-Est de la Suisse a conduit à des scènes dramatiques: en effet, les hommes furent contraints de se nourrir d'herbe.

Famine en Suisse après une éruption volcanique en 1815 – que signifierait une telle catastrophe aujourd'hui? - Sciencesnaturelles.ch 01.06.2015

En 1816, les annales de chimie et de physique publient un extrait du "Journal of the Royal Institution" intitulé "sur les éruptions volcaniques de l'île de Java et les îles voisines". Dans le tome III figurent les tableaux météorologiques de l'observatoire de Paris, qui montrent un été pourri. Deux ans plus tard, en 1818, les deux éléments sont reliés par Constantin-François Volney dans le *Mercure de France*. Mais son hypothèse n'est pas prise en considération.

Meteofrance.fr, Climat: 1816, l'année sans été, 29.08.2016

Gay-Lussac et Arago, 1816. Résumé des observations météorologiques de l'année 1816. *Annales de chimie et de physique*, année 1816, tome III, p. 438-444.

Gay-Lussac et Arago, 1816. Sur des éruptions volcaniques de l'île de Java et les îles voisines. *Annales de chimie et de physique*, année 1816, tome II, p. 389-393.

ANNEXE 6 - LES VOLCANS

CENT ANS PLUS TARD, EN 1912, L'ÉRUPTION DU MONT KATMAI EST BIEN OBSERVÉE:

Charles Greeley Abbot mesure la réduction de la lumière du soleil. Le météorologue américain William Jackson Humphreys relit les rapports du Krakatoa et du Tambora et démontre en 1913 que le Tambora était responsable du refroidissement.

Nasa, The year without a summer, 07.10.2009, Erik Conway

www.scientificamerican.com, 23.08.1913: Volcanic Dust as a Factor in the Production of Climatic Changes

Mais ce n'est pas encore accepté par la communauté scientifique... Malgré les recherches qui ont commencé déjà en 1783.

L'ÉRUPTION DU LAKI (ISLANDE) EN 1783

En 1783, 'Annus Mirabilis', l'été de l'éruption du Laki en Islande, Paris était couvert par ses nuages quelques jours plus tard. Cet été, 20000 personnes meurent en Grande-Bretagne et 20% de la population islandaise dans les années suivantes.

BBC, The eruption that changed Iceland forever, 11.04.2010

Mourgue de Montredon sur l'éruption du Laki

Recherches sur l'origine & sur la nature des vapeurs qui ont régné dans l'atmosphère pendant été de 1783, Histoire et mémoires de l'Académie Royales des sciences, Année 1781, Paris, Imprimerie Royale, 1784, p. 754-773 <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k35800/f888>

Mourgue de Montredon était doué d'un sens remarquable de l'observation et d'un esprit critique affiné. Passionné de météorologie, il notait méticuleusement chaque jour la température, l'état du ciel, la direction et la force des vents (pour cela il avait mis au point sa propre méthode de mesure) et la pluviométrie. Il remarque des modifications inhabituelles du temps à partir de la mi-juin 1783 ; son tableau du mois de juillet note des vapeurs épaisses les 1er et 2 juillet, un retour de ces vapeurs les 4 et 5, même par beau temps, et à nouveau pendant quatre jours, du 16 au 19. De juin à septembre, Mourgue de Montredon constate des températures anormales, et la répétition de ces épisodes d'épaisses vapeurs, dont il observe qu'elles sont sèches et parfois associées à une odeur de soufre.

Il est alors le premier à soutenir la théorie de l'activité du Laki en se demandant s'il ne faut pas « attribuer à cette [...] éruption des volcans de l'Islande, [l'] apparition de ces vapeurs ? ». *Source La Terre du Futur 25.05.2010*

En dehors de son origine, les savants s'interrogent sur les conséquences de l'exposition au brouillard. Quelques expériences permettent de soupçonner sa nocivité. De nombreux médecins y détectent alors l'explication de différentes pathologies répandues durant la saison. À Lille, le docteur Saladin considère que « ce petit nombre de maladies inflammatoires [est peut-être dû] au brouillard fumeux qui s'est montré cette année presque par toute l'Europe ». A Poitiers, le docteur de La Mazière signale également des « fièvres putrides malignes dont les symptômes étaient un pouls élevé, la langue sèche, aride couvert d'un sédiment jaune brun » suggérant ainsi l'inhalation de soufre présent dans l'air. À cela viennent s'ajouter dans les mémoires des différents médecins des maladies de peau qui prennent la forme de pustules ou d'infection du derme et de l'épiderme.

www.unicaen.fr / Les Brouillards d'Islande évènements extrêmes et mortalités

Benjamin Franklin sur l'éruption du Laki

Benjamin Franklin (1706-1790) émet l'hypothèse que l'hiver très froid de 1783 et les mauvaises récoltes sont liés à ces nuages. Il propose qu'on étudie d'autres éruptions, pour mieux comprendre. *Source: La Terre du Futur 25.05.2010*

Finnsson sur l'éruption du Laki

La première étude du Laki par Finnsson en 1796 examine les effets des vapeurs sur les animaux, la végétation et le temps pour mieux comprendre les famines en Islande.

www.wired.com, Local and Global Impacts of the 1783-84 Laki Eruption in Iceland, 2003

200 ans plus tard, ces hypothèses sont confirmées, pas seulement pour le Laki, mais aussi pour le Tambora et pour d'autres éruptions. Grâce à des carottes de glaciers prises dans les années 1970, et grâce aux observations de l'éruption du Pinatubo en 1991.

ANNEXE 6 - LES VOLCANS

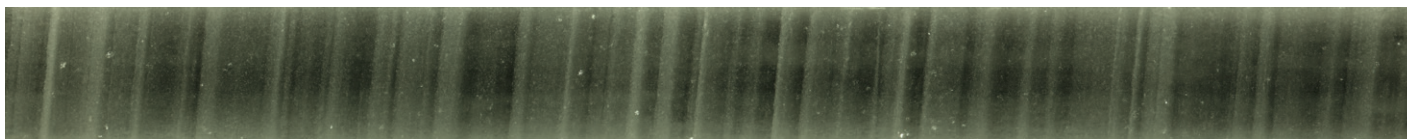


Image 1 - une carotte de glace

Image 2 - banque de carottes de glace

DES MODÈLES ET DES MESURES

Les traces de l'éruption du Samalás (Indonésie 1257) dans la glace

La Mise en évidence dès le milieu des années 1970 par l'étude de carottes de glace prélevées au Groenland puis en Antarctique, quelques années plus tard, cette mystérieuse éruption marqua le Moyen Âge de son empreinte: « L'analyse de ces échantillons de glace polaire révéla que le plus important pic de concentration en aérosols sulfatés de ces 2300 dernières années avait eu lieu autour de 1259. »

Jean-Christophe Komorowski, volcanologue à l'Institut de physique du globe de Paris (IPGP).

Enquête sur l'éruption qui a marqué le Moyen Âge, 17.11.2017

L'ÉRUPTION DU VOLCAN PINATUBO (1991)

Survenue aux Philippines en juin 1991, cette éruption est considérée comme la plus importante du XXe siècle. Elle a injecté 20 millions de tonnes de dioxyde de soufre dans la stratosphère et provoqué un refroidissement global moyen de 0,4 °C.

Comment l'observation et les mesures d'une éruption en 1991 peuvent nous aider à mieux comprendre le passé ?

Les analyses et les mesures du Pinatubo en 1991 donnent une base pour mieux comprendre la force et les émissions des éruptions du passé.

Pour quantifier le refroidissement temporaire induit par les grandes éruptions ces 1500 dernières années, les scientifiques ont généralement recours à deux approches : la **dendroclimatologie**, basée sur l'analyse des cernes de croissance des arbres, et la **simulation numérique** en réponse à l'effet des particules volcaniques.

- **Les dendrochronologues** ont réalisé une nouvelle reconstitution des températures estivales de l'hémisphère nord pour les 1500 dernières années. Ils ont analysé la largeur, mais surtout la densité des cernes d'arbres.

- **Les physiciens du climat** ont, quant à eux, calculé le refroidissement engendré par les deux plus grandes éruptions du dernier millénaire, les éruptions du Samalás et du Tambora, toutes deux survenues en Indonésie en 1257 et 1815, à l'aide d'un modèle climatique sophistiqué. Ce modèle prend en compte la localisation des volcans, la saison de l'éruption, la hauteur d'injection du dioxyde de soufre et il intègre un module microphysique capable de simuler le cycle de vie des aérosols volcaniques depuis leur formation, suite à l'oxydation du dioxyde de soufre, jusqu'à leur sédimentation et élimination de l'atmosphère.

« Cette approche inhabituelle permet de simuler de façon réaliste la taille des particules d'aérosols volcaniques et leur espérance de vie dans l'atmosphère, ce qui conditionne directement l'ampleur et la persistance du refroidissement provoqué par l'éruption », explique Markus Stoffel, chercheur à l'Université de Genève.

Comment les volcans refroidissent le climat, 02.09.2015, www.futura-sciences.com

Estimates of volcanic-induced cooling in the Northern Hemisphere over the past 1,500 years, www.nature.com, 31.08.2015

ANNEXE 6 - LES VOLCANS

ET L'ÉRUPTION DU LAKI EN 1783 ?

Les experts du Laki Thorardson et Self ont utilisé les observations des scientifiques de l'époque, notamment la première étude par Finnsson en 1796 qui a examiné les effets des vapeurs sur les animaux, la végétation et le temps pour mieux comprendre les famines en Islande.

The Laki (Skaftár Fires) and Grímsvötn eruptions in 1783–1785, Bulletin of Volcanology, 2013

Atmospheric and environmental effects of the 1783–1784 Laki eruption: A review and reassessment, p. 2, Thordarsun & Self, 08.01.2003

Utilisant des modèles basés sur les données de leur prédécesseurs, les chercheurs ont trouvé que les éruptions du Laki de 1783-84 ont un impact sur les températures et les précipitations, jusqu'au Nil.

Historic Volcanic Eruption Shrank the Mighty Nile River, 21.11.2006, nasa

Emmanuel Garnier a publié en 2011 une étude sur les brouillards nocifs du Laki en 1783 et la crise sanitaire en Europe. Sa publication se base sur les rapports de l'époque, et l'utilisation de statistiques pour mesurer les augmentations de maladies et de morts suite aux éruptions.

Emmanuel Garnier - Les brouillards du Laki en 1783. Volcanisme et crise sanitaire en Europe, 10.05.2011

DISCUTER: *Les modèles ont besoin de données qui viennent des observations et des mesures. Comment la rigueur des observations aujourd'hui peut-elle nous aider à comprendre notre passé, et nous préparer pour l'avenir ?*

Comment la technologie a-t-elle changé notre manière d'organiser l'information, et de tester des hypothèses ?

LES PARASOLS DE PARTICULES - DES INJECTIONS DE SO₂ POUR REFROIDIR LA PLANÈTE ?

Réfléchir sur le Laki et le Tambora, et leur effet sur la vie humaine. Lire l'article de Florence Rosier, qui cite un étude critique de 2018.

Voiler le soleil pour refroidir la planète? Florence Rosier, 09.08.2018, Le Temps

“Est-ce un rêve d'ingénieur, un remède audacieux contribuant à sauver la planète du péril climatique? Ou un délire d'apprenti sorcier? L'injection, dans la haute atmosphère, d'aérosols – de fines particules en suspension dans l'air – pourrait contrecarrer l'effet des gaz à effet de serre. Ces particules agiraient «un peu comme une ombrelle qui vous protège du soleil», expliquent les scientifiques, en réfléchissant le rayonnement solaire, et en «ralentissant ainsi le réchauffement global».

Une étude publiée le 8 août dans la revue *Nature* apporte de l'eau au moulin de ceux qui prônent la plus grande prudence. Elle montre, en effet, l'inefficacité d'une telle méthode pour réduire les dégâts des chaleurs extrêmes sur la baisse des récoltes des cultures les plus importantes – riz, soja, blé, maïs...”

Estimating global agricultural effects of geoengineering using volcanic eruptions, www.nature.com, 08.08.2018

DES INJECTIONS DE SO₂:

<https://www.technologyreview.com/s/511016/a-cheap-and-easy-plan-to-stop-global-warming/>

DES SCIENTIFIQUES QUI SUGGÈRENT DES INJECTIONS DE SO₂:

David Keith 2013, http://www.geoengineeringmonitor.org/2018/06/stratospheric_aerosol_injection

Paul Crutzen 2006, <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-006-9101-y>

Wake Smith, Gernot Wagner 2018, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aae98d/meta>

DES SCIENTIFIQUES QUI REJETTENT CETTE IDÉE:

Jonathon Proctor, <https://www.nature.com/articles/s41586-018-0417-3>

Alan Robock, https://www.wcrp-climate.org/images/modelling/WGCM/WGCM15/210ct/ROBOCK_GeoMIP.pdf

Alan Robock, <http://climate.envsci.rutgers.edu/pdf/GeoengineeringJGR9inPress.pdf>

Mike Hulme, https://www.academia.edu/1577460/Climate_engineering_through_stratospheric_aerosol_injection_a_review

Raymond Pierrehumbert, <https://dotearth.blogs.nytimes.com/2016/02/15/oxfords-halley-professor-on-how-the-climate-challenge-could-derail-humanitys-destiny/>

ANNEXE 7 - LES VOLCANS ET LE CO₂ (proposé par Eric Barou)

Les éruptions volcaniques étaient connues depuis l'antiquité. Pour le moins qu'on puisse dire ce ne sont pas des événements très discrets.

Les ravages de l'éruption du Laki en Islande ont montré que les retombées, cendres et pluies acides (issues du mélange de SO₂ dans l'atmosphère) pouvaient s'étendre sur de grandes surfaces du globe. Les calottes glaciaires par leur composition simple vont devenir l'un des terrains favoris de scientifiques intéressés à l'historique des éruptions volcaniques (comme entre autres des météorites d'ailleurs).

En effet, les dépôts de particules atmosphériques s'accumulent à la surface de la glace, puis sont recouvertes par les nouvelles neiges emprisonnant les particules, dans notre cas les cendres, dans une couche donnée. La plupart des volcans ayant une "signature" chimique caractéristiques, il est possible de voir lequel est responsable des dépôts.

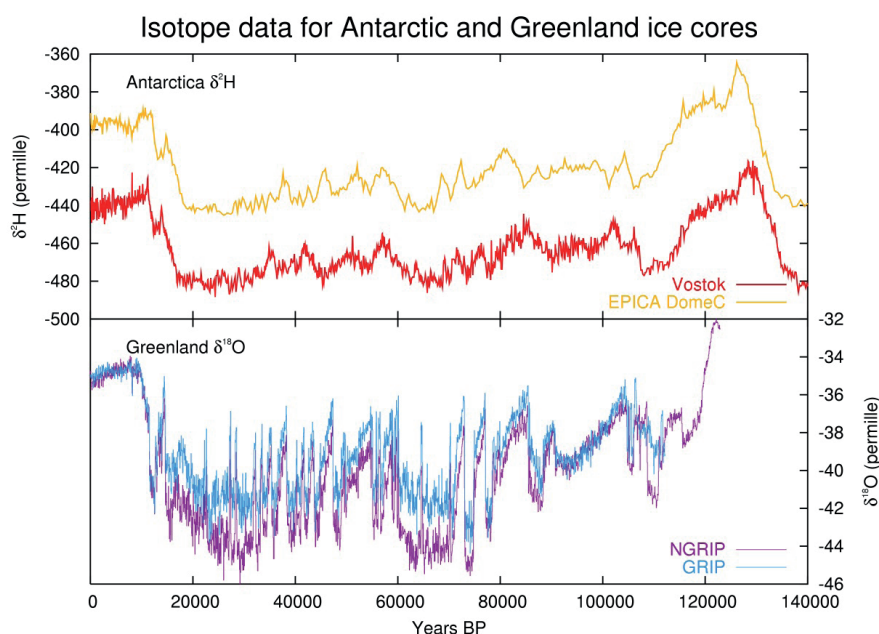
Très vite, même dans les glaciers des Alpes, les chercheurs vont analyser ces dépôts en fines strates qui sont parfois visible au front des glaciers. Dès les années 1950', et surtout à la fin des années 1960', les projets de forage dans les calottes glaciaires vont mettre en avant les impacts globaux des volcans.

Ces forages vont permettre de remonter dans le temps et de comprendre les changements intervenus dans l'atmosphère.

En effet, de par sa formation, la glace, par compression de cristaux de neige, emprisonne l'air ambiant dans des bulles à l'intérieur de la glace (bulle devenant ainsi de réservoir étanche). Ainsi une équipe américano-dano-suisse va analyser le contenu de ses bulles dans une carotte de glace du Groenland. Dansgaard (le danois) et Oeschger (le suisse, les américains fournissant la logistique) s'intéressaient aux isotopes de l'oxygène qui est un marqueur de la température du globe. Ils vont rapidement mettre en évidence une série de changements climatiques rapide, appelés depuis les événements Dansgaard-Oeschger.

Dès ces résultats la tentation fut grande d'analyser les autres composants chimiques de ces bulles, le SO₂, produit lors des éruptions volcaniques, mais aussi le CO₂ dont on venait de découvrir qu'il augmentait aussi dans l'atmosphère. La tentation était aussi de forer plus profond pour remonter plus loin dans l'histoire. Aujourd'hui on connaît avec précision le contenu de l'atmosphère grâce aux carottes glaciaires sur 800'000 ans. Les volcans ont servi de marqueur temporel dans les carottes de glaces permettant de reconstituer l'âge de la glace en un endroit donné, comme un code barre.

Si vous êtes curieux, vous pouvez aller sur <https://www.dsm-consulting.ch/climate/premices> pour lire quelles autres méthodes ont permis de comprendre que le climat changeait.



Températures reconstituées dans quatre carottes glaciaires couvrant les 140 000 dernières années, indiquant l'ampleur des événements de Dansgaard-Oeschger dans l'hémisphère nord / wikipedia CC

RÉFÉRENCES ET SOURCES “1818-LA DÉBÂCLE DU GIÉTRO”

L'histoire des événements de la Débâcle a été tirée des quelques sources écrites contemporaines de la catastrophe. Les événements sont notés avec précision. Il n'y a toutefois que relativement peu de noms cités en dehors de Venetz.

Comment vivait-on à l'époque ? La vie dans les vallées des Alpes a très peu changé entre le Moyen-Âge et le milieu du 20e siècle. Les anciens de la vallée de Bagnes ont donc connu une vie très proche de celle du début du 19e siècle et ont constitué une source de renseignements.

On trouve aussi des éléments importants dans l'ouvrage « Bagnes imaginée, Bagnes vécue, 1150-2000 »

Le récit filmique de la débâcle met en scène Venetz tel qu'il ressort des archives mais l'accompagne d'autres personnages fictifs pour donner vie aux événements. Les événements sont toutefois précisément ceux décrits dans les archives.

Les intervenants, scientifiques et historiens ont apporté un éclairage important pour enrichir le propos.

HISTOIRE DES SCIENCES

- Ignatz Venetz, Begründer der Eiszeit-Theorie 1788-1859 : *Vortrag des Jahrespräsidenten Siegfried Escher (Jahrbuch der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Wissenschaftlicher und administrativer Teil 158 (1978))*

- Pierre Corboz , *Reconstitution géo historique de la débâcle du glacier du Giétro le 16 juin 1818 / Sous la co - direction du Prof. E. Reynard et du Dr . C. Lambiel (UNIL juin 2015)*

- Ignatz Venetz, *Apologie des travaux du glacier du Giétroz*, contre les attaques réitérées de M. le chanoine Blanc., Chapelain de Bagnes, A SION, Chez A. ADVOCAT, imprimeur du Gouvernement, 1825. (Archives de l'Etat du Valais, Sion)

- Ignatz Venetz , *Note sur le glacier du Giétroz* Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft 28, 1843. (ETH-Bibliothek ZH)

- Ignatz Venetz : *Mémoire sur les variations de température dans les Alpes de la Suisse*, par M. Venetz, ingénieur en chef du canton du Valais, rédigé en 1821 (Archives de l'Etat du Valais, Sion)

- Glacier du Giétro : *Versuchsanstalt für Wasserbau, hydrologie und Glaziologie der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich.* (Auszug aus dem Inventar gefährlicher Gletscher der Schweiz : ETH-Bibliothek ZH)

- Jean de Charpentier: *Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du bassin du Rhône*, Lausanne, imprimerie et librairie de Marc Ducloux, éditeur, 1841 (Bibliothèque cantonale universitaire de Lausanne)

- Louis Agassiz: *Études sur les glaciers*, aux frais de l'auteur (Neuchâtel) 1840 (ETH-Bibliothek ZH)

INTERVENANTS SCIENTIFIQUES

- Emmanuel Reynard, géographe, professeur ordinaire UNIL
- Eric Bardou, Ingénieur spécialiste des dangers naturels et chercheur dans le domaine de la gestion des risques
- Martin Beniston, climatologue, professeur honoraire UNIGE
- Christophe Lambiel, géomorphologue, maître d'enseignement et de recherches UNIL
- Pascal Tissières, hydrogéologue

L'HISTOIRE DE LA DÉBÂCLE

- Gazette de Lausanne et journal Suisse N° 46,47,48, juin 1818 (Bibliothèque cantonale universitaire de Lausanne)
- Conrad Escher de la Linth, dessins du glacier du Giétro et du lac de Mauvoisin (ETH-Bibliothek ZH)
- lettres de l'ingénieur Venetz et de la commission cantonale lors des travaux du Giétro (Archives de l'Etat du Valais, Sion)
- Décisions de l'Etat du Valais après la catastrophe du Giétro (Archives de l'Etat du Valais, Sion)
- Philippe Sirice Bridel ; *Course à l'éboulement du Glacier du Gietroz et au lac de Mauvoisin, au fond de la vallée de Bagnes*, 16 mai 1818, Vevey, chez Loerstcher et fils, Imp. Libraires
- Philippe Sirice Bridel: *Seconde course à la vallée de Bagnes, et détails sur les ravages occasionnés par l'écoulement du lac du Mauvoisin*, 21 juin 1818 *Etrennes helvétiques* 28, 1819, p 346-381
- collectif ; *16 juin 1818, débâcle du Giétro*, collection du musée de Bagnes N°1, 1988
- *Bagnes imaginée*, Bagnes vécue, 1150-2000 Par Sandra Deslarzes-May, Christine Payot, Bertrand Deslarzes (Ed musée de Bagnes, 2000)
- Hans Conrad Escher de la Linth ; *Notice sur le Val de Bagnes dans le Bas Valais, et la catastrophe qui en a dévasté le fond en juin 1818*, extrait de la « Bibliothèque Universelle », vol 8, N°4, août 1818 (Genève, J.J. Paschoud, imprimeur libraire, 1818)
- Rapport sur l'état actuel de la vallée de Bagnes, dans le Canton du Valais, relativement aux mesures propres à la prémunir de l'effet destructeur du glacier inférieur du Gietroz Zürich, 1821 (Archives de l'Etat du Valais, Sion)

CONSULTANTS HISTORIQUES

- Jean-Henry Papilloud, historien
- Christine Payot, historienne