

Par cet exposé je vous propose ce soir une autre façon de voyager. Avec les yeux dirigés vers le ciel. C'est d'autant vrai, qu'en général de retour d'un voyage à la poursuite d'aurores, on garde pendant quelques jours l'habitude de scruter le ciel et les étoiles.

L'objectif de cette conférence est de vous donner envie de regarder le ciel parce qu'il contient des phénomènes incroyables, magiques, mystérieux, magnifiques : les aurores boréales.

## Aurore phénomène céleste

Quand on est en présence d'un tel spectacle, on cherche forcément des explications ou des relations avec d'autres phénomènes. Les aurores ont toujours existé, avec des fréquences et des intensités plus ou moins importantes, mais il y a toujours eu ce phénomène dans le ciel. Durant des siècles ce ne sont pas les observations qui manquaient mais des théories solides pour expliquer le pourquoi de ces lumières nocturnes. Alors tout naturellement l'imagination des personnes qui voyaient les aurores se tournaient vers toute sorte de mythes, légendes ou superstition.

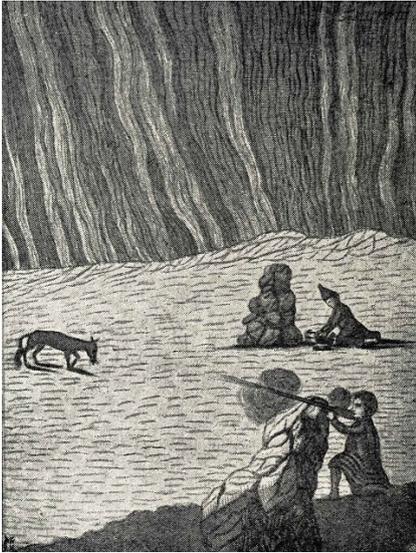
L'origine du nom aurore boréales, est attribuée au français Cassendri 1621, aurore du nord, ou encore à Galilei ou un étudiant Guidicci.

Ci-dessous une liste qui n'est pas exhaustive des noms qui ont été donnés aux aurores durant les millénaires. On y trouve des noms terrifiants d'autres sympathiques.

### Aurora borealis

- Chasmata – l'abîme (Grèce et Rome)
- Lumière de Bouddha (Sri Lanka)
- Pluie de sang (Grèce)
- Revontuli – renard de feu (Finlande)
- La lumière que l'on entend (Laponie)
- Chèvres dansantes (France)
- La lumière des danseurs du Nord (tribus des plaines Nord Amérique)
- Nuage sacré
- le feu de l'homme blanc
- Le feu mystérieux du nord
- Chu-Long - Dragon de flamme (Chine)
- Joueur à la balle (Esquimaux)

Cela correspond en fait à la perception des aurores selon la position géographique, ou pour être précis la latitude où l'on se trouve. Pour simplifier dans les régions les plus au nord, les couleurs sont souvent dominées par le vert et les aurores fréquentes, plus au sud le rouge domine et elles sont plus rares.

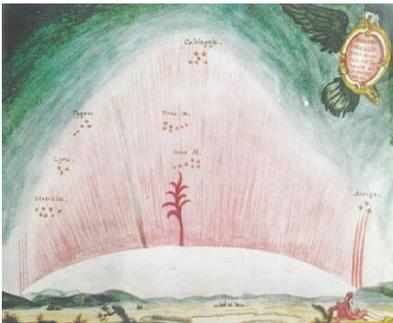


Ancien dessin Lapon chasse avec la lumière des aurores, Majestic Lights, R. H. Eather

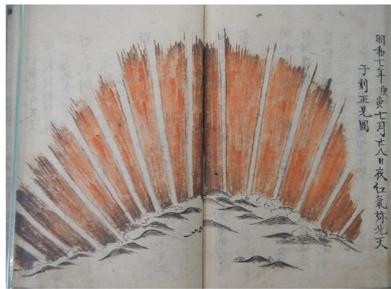


Frants Bøe's Sami on skis in northern lights, 1885

Là où les aurores sont fréquentes, les habitants se sont familiarisés avec elles et en tirent profit, pour aller chasser aux lueurs des aurores comme le montre la gravure à gauche, ou s'occuper d'un troupeau de rennes. C'est le cas des lapons ou même en Estonie.



Tyrnan, Hongrie, événement du 25.2.1778



Possible Cause of Extremely Bright Aurora Witnessed in East Asia on 17 September 1770



@bandion.it, 11.11.2003

Latitudes inférieures les aurores sont rares, et de dominante de couleur rouge. Comme présentés sur deux dessins du 18<sup>ème</sup> siècle en Europe et en Asie, ou photographié en Italie en 2003. L'association avec le sang, les morts est fréquente.



Repu, légende finlandaise (Eather 1980)



Zhulong, le dragon torche, The spirit of China's Purple Mountain, Japon 1780

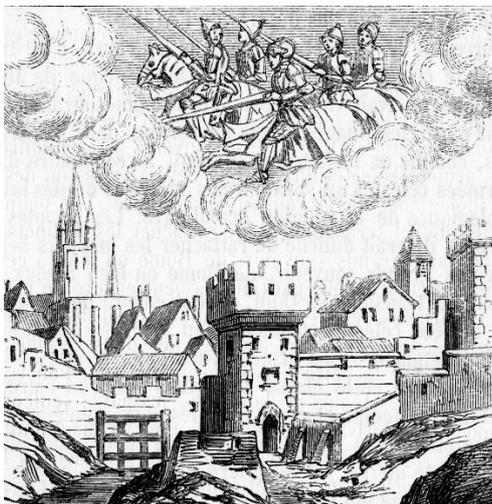
Dans les mythes et légendes on retrouve cette différence.

Dans le premier cas. Plusieurs légendes racontaient qu'il s'agissait de monstres, baleines, saumons, qui créent des gouttelettes d'eau au-dessus de lointains océans. Gouttelettes qui réfléchissaient ensuite les rayons du soleil pour donner lieu à des aurores. Le dessin de gauche illustre la légende lapone pour laquelle ce sont des renards qui avec leur queue soulevaient la neige, la réflexion des rayons de soleil dans l'air humide ou les cristaux de glace donnant lieu à des aurores.

Mais il y a aussi des histoires de dieux, d'esprits de proches qui veulent communiquer. Comme au Groenland : on l'on dit qu'il s'agit d'un grand jeu de balle entre esprits d'enfants morts prématurément.

À l'opposé, en Asie, les aurores sont associées au feu et des dragons, dont la présence est annonciatrice d'événements spéciaux. On trouve la trace de la prédiction d'une naissance d'empereur en 2600 avant JC.

En Europe les aurores sont souvent liées à des guerres, des mauvais présages. Soit il s'agit d'âmes de guerriers qui continuent de se battre (Russie) soit il s'agit du présage d'un désastre, avertissement d'une guerre, famine. De quoi faire peur aux gens.



Prodigiorum, dessin ~935-982



Image of a coloured woodcut by Wolf Drechsel, showing an auroral display over the German town of Nuremberg on October 5, 1591

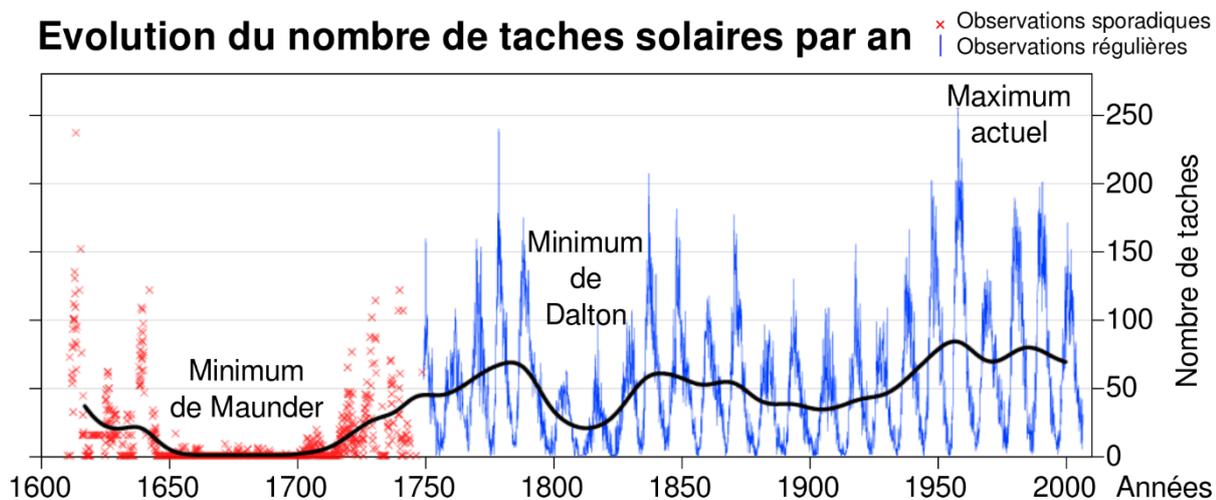
Une constante dans ces mythes : la difficulté d'estimer où se trouvent les aurores. Souvent interprétées comme la limite entre deux mondes, les cieux et la Terre. Parfois des effets du bout du monde, ou du début du ciel avec les esprits – les âmes. Ainsi les légendes décrivaient le lien entre ces mondes ; comme pour les vikings du moyen âge qui voyaient dans les aurores le scintillement et la réflexion des armures des Valkiries qui amenaient les guerriers morts dans le Valhala.

## Description scientifique

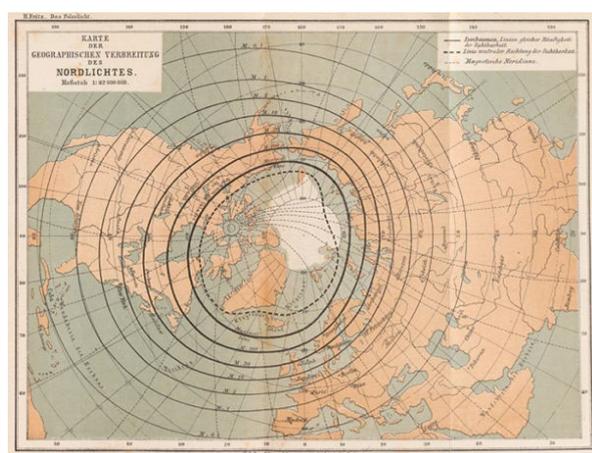
Il a fallu attendre jusqu'au 18-19 siècles pour des théories descriptives complètes, parce qu'au-delà d'observations systématiques il manquaient les mesures pour supporter les théories ; notamment les mesures des phénomènes électriques, du magnétisme, sans oublier la spectrométrie, et très important également les moyens de communication.

Le rôle du soleil, est vite ressorti comme primordial. Des observations de l'activité solaire ont montré une relation très étroite avec la présence et l'activité des aurores.

## Evolution du nombre de taches solaires par an



Le nombre de tâches solaires étant un marqueur de l'activité solaire. Car le soleil bouillonne à des milliers de degrés, les tâches solaires traduisent l'activité du soleil par la création de champs magnétiques intenses à la surface du soleil.



Un autre ingrédient important est le champ magnétique terrestre.

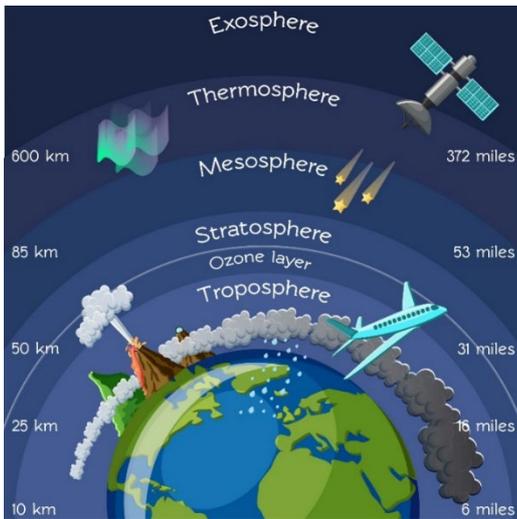
Dont l'apport pour les aurores est mis en avant par une compilation des observations des aurores.

Ici une carte effectuée en collaboration avec le poly de Zürich en 1881.

Courbes de fréquences d'observations. On y voit que le centre de ces ovales n'est ni le pôle de rotation de la Terre ni le pôle magnétique.

Verzeichnis beobachteter Polarlichter ETH Zürich. *Distribution des observations d'aurores, Hermann Fritz, 1881*

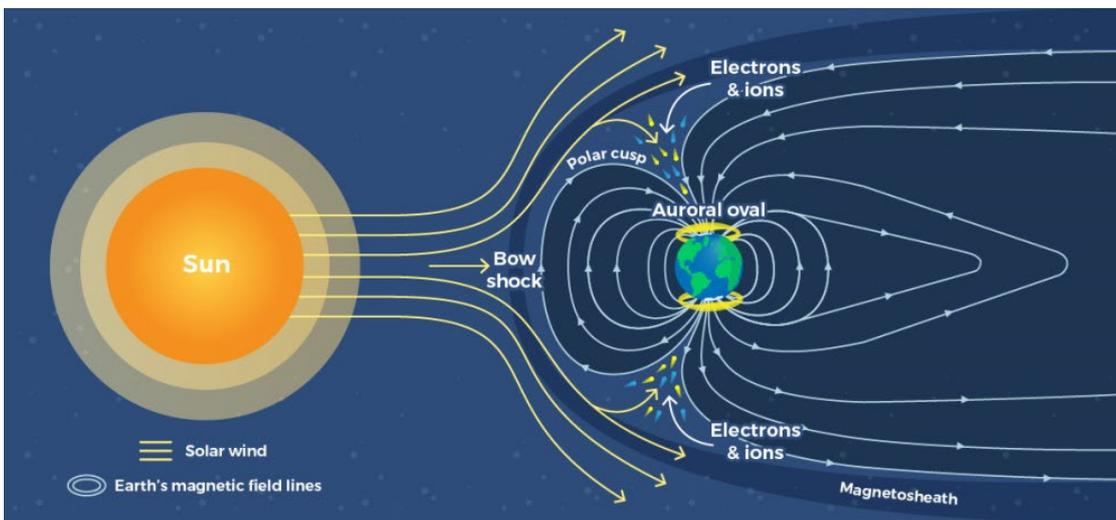
Les mesures complémentaires ont démontré, par la suite, que le champ magnétique terrestre jouait un rôle primordial mais à très hautes altitudes.



L'estimation de l'altitude des aurores a été longtemps un casse-tête par manque de moyens de communication efficaces, comme on l'a vu une aurore est fluctuante et les premières triangulations donnaient des altitudes très vagues entre 10 et 1500 km.

Avec les moyens actuels on les situe généralement entre 90 et 150 km.

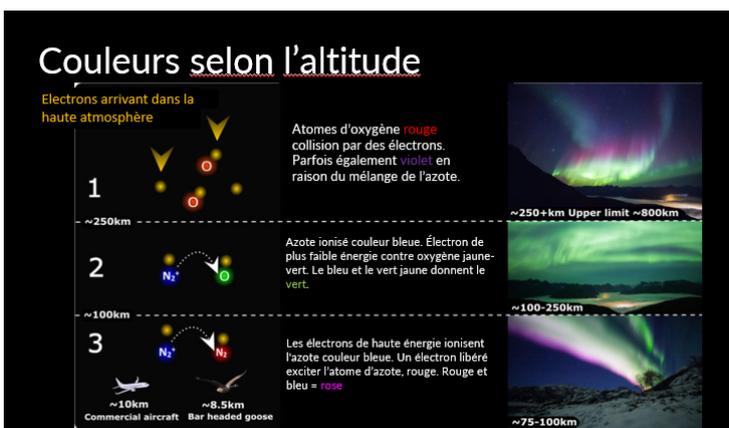
C'est-à-dire qu'elles se situent dans la haute atmosphère, très peu dense, formée de gaz de particules d'azote et d'oxygène.



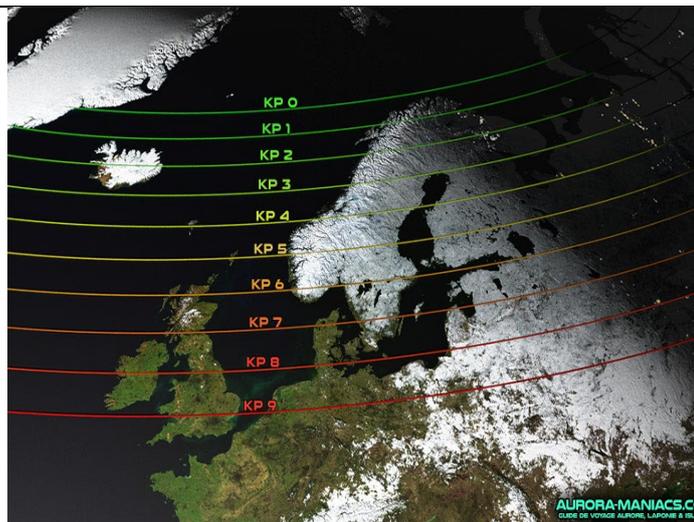
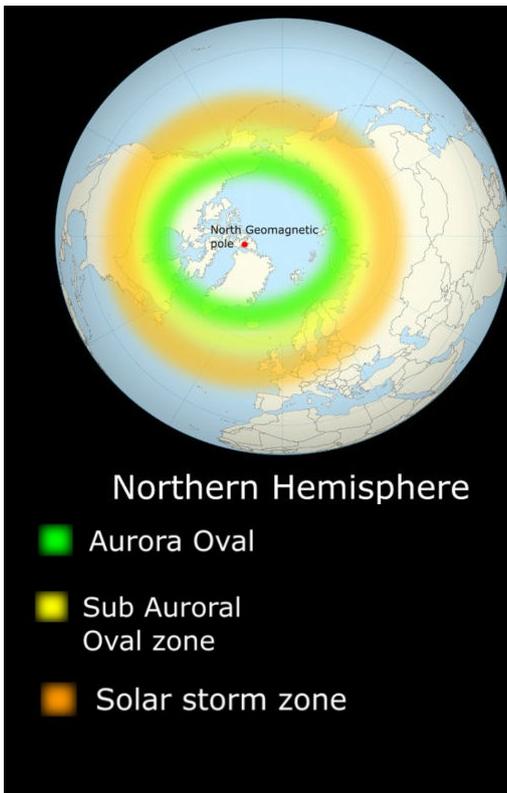
Voici un schéma explicatif comprenant les trois éléments nécessaires pour créer des aurores.

Dans le schéma ci-dessus, il y a

- le soleil : des jets de plasma sont dirigés à haute vitesse et atteignent la terre typiquement 5 jours plus tard : vent solaire.
- Champ magnétique terrestre : comme on le voit sur cette image, le champ magnétique terrestre s'étend à des milliers de km de la surface de la terre. Il agit comme bouclier, empêchant les particules solaires d'atteindre la terre directement en les déviant.
- Finalement l'interaction des particules. Le champ magnétique guide les électrons et ions envoyés par le soleil, ils collisionnent les atomes de la haute atmosphère en dégageant de la lumière



Les réactions en chaîne des électrons qui rentrent en collision avec les atomes d'oxygène ou d'azote donnent naissance à diverses couleurs en fonction de l'énergie des électrons.



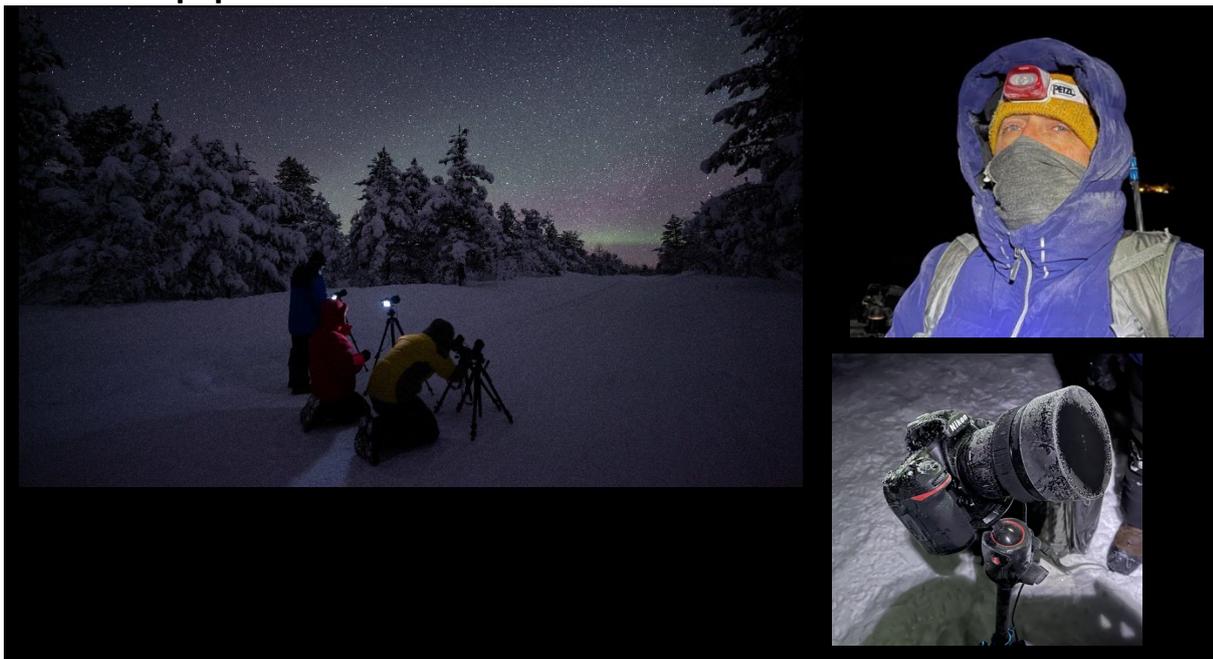
Indice Kp : mesure de l'activité géomagnétique mondiale exprimée sur une échelle de 1 à 9. En dessous du niveau 4, "calme", tandis qu'à 4 elle est "agitée" et au-dessus de 5 tempête magnétique.

Dernière notion, l'intensité des aurores et leur localisation. L'activité aurorale est caractérisée comme calme, elle est présente dans l'ovale auroral en vert. Lorsqu'il y a une activité solaire très importante, appelée CME (corona mass éjection), il y a de forts vents solaires qui apportent un surplus d'énergie dans la magnétosphère terrestre en la déformant. Cela crée des aurores actives et très brillantes, l'ovale auroral grandit (ovale orange).

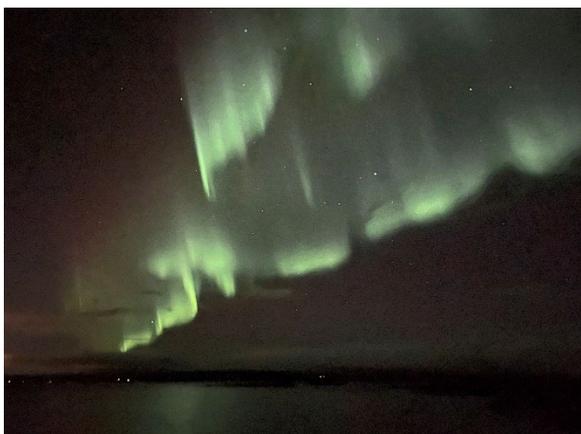
Tempête aurorale peut atteindre la puissance de 1000 centrales nucléaires. Entre deux les aurores actives se situent dans la bande jaune.

On caractérise l'activité géomagnétique par un indice : kp de 1 à 9.

## Matériel équipement



Quelques mots sur l'équipement nécessaire pour faire des photos. Il convient de prendre un trépied, une commande filaire pour les pauses (même courtes 1- 10 sec), des vêtements adaptés au froid, une lampe frontale, de bonnes chaussures, des chaufferettes, du thé ou chocolat chaud ... Attention au dépôt de givre sur les optiques.



Iphone 12, 1.1 sec f 1.6, obj 42 mm, ISO 6400



Plein format 24x36, obj 14 mm, 4 sec f 1.8, commande filaire, trépied, ISO 2000, 4 sec

Concernant les appareils photographiques, la comparaison ci-dessus entre un iPhone 12 photo prise à main levée et un Nikon plein format, démontre que si l'aurore est assez intense on arrive à la capturer, certes avec des qualités différentes (Islande nov. 2021)



*Balance des blancs : Lumière naturelle, tungstène, fluorescent*

Dernier mot technique pour les connaisseurs. Il n'y a pas de vraie couleur des aurores, l'option de la balance des blancs permet au photographe d'ajouter sa propre sensibilité.

## Stratégie du chasseur

On rentre maintenant dans le vif du sujet, comment faire pour voir des aurores.

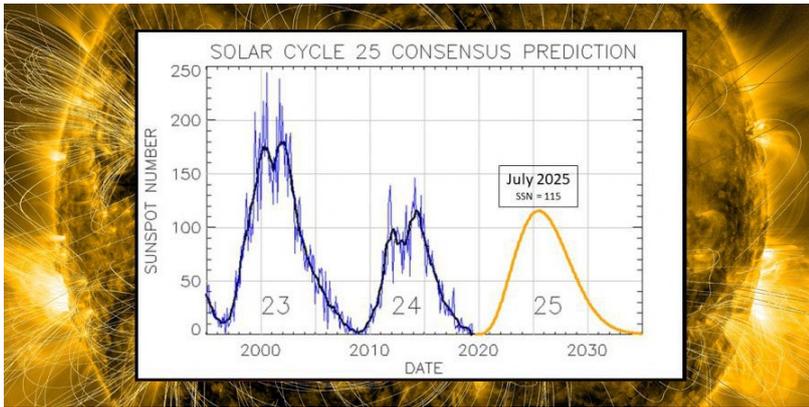
### Stratégie pour observer des aurores

- ✓ Bonne localisation espace, période
- Activité solaire et magnétique
- ✓ Absence de couverture nuageuse
- ✓ Pas de pollution lumineuse
- ✓ Beaucoup de patience
- ✓ Un matériel adapté (froid)

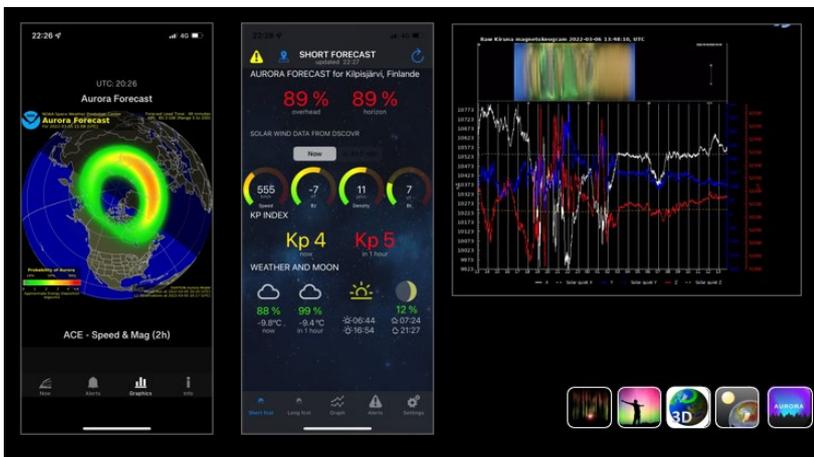
Les éléments à tenir compte pour observer des aurores sont cités ci-dessus.

Pour la localisation, évidemment bien au nord, pour voir des aurores lorsque l'activité solaire n'est pas exceptionnelle. La période idéale se situe entre octobre et mars, septembre et avril possible mais les nuits sont courtes.

Parmi tous ces éléments seule l'activité solaire ne peut être dominée par le bon chasseur !



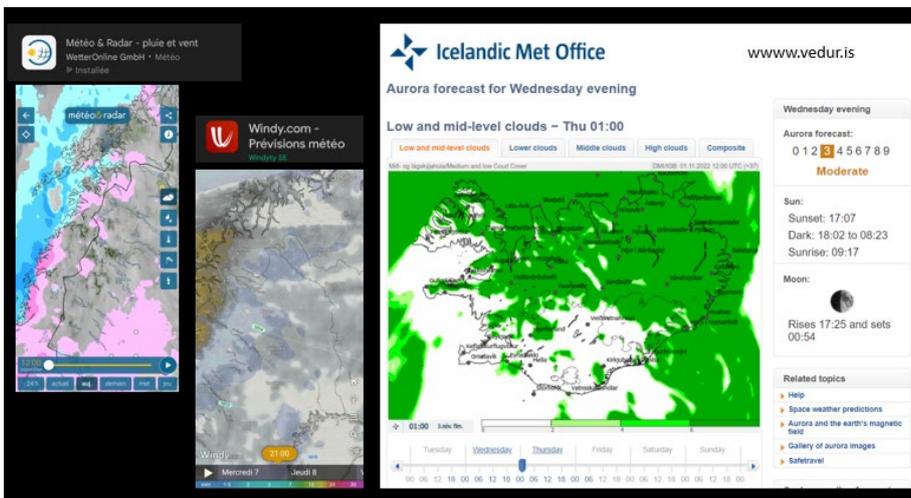
Concernant l'activité solaire, difficile d'avoir des prévisions précises mais on a une tendance qui montre une augmentation du nombre de taches solaires, ce qui signifie une augmentation de l'intensité et fréquences des aurores boréales jusque vers mi-2025



Plusieurs applications sont à disposition pour suivre et parfois prévoir avec succès l'activité aurorale.

Des images de l'application « aurora now ».

Les prévisions météorologiques sont évidemment essentielles. On peut les utiliser pour se positionner de manière idéale pour des observations nocturne. Le service météorologique d'Islande propose même un produit qui donne (à partir de la couverture nuageuse) les régions propices à l'observation d'aurores.



## Une sélection de photographies



A quoi on s'attend.

Brillance : Lueur d'une aurore, fond auroreal, le minimum que l'on puisse voir, par rapport à la voie lactée, les bandes aurorales sont ici diffusent, sud de l'Islande.



Bande aurorale active, Finlande Kilpisjarvi, Présence de pilier de lumière – faisceaux verticaux de lumière dus à la réflexion de sources de lumière par les cristaux de glace.

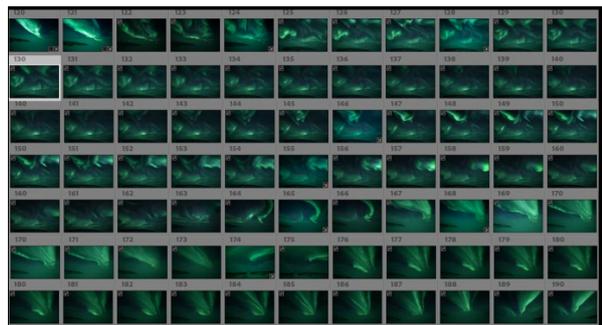


Kilpijärvi : différence entre nuages et aurore, on distingue très bien que l'aurore se situe au-dessus des nuages (type alto cumulus).

Une nuit bien active au niveau aurores correspond à environ 500-1000 photos par boîtier.

Je vais montrer avec les images suivantes, une soirée de plus de 3 heures avec les différentes formes d'aurores que nous avons observées.

Il s'agit du 5 mars 2022, séquences d'images qui résume une nuit très active avec Kp 4-5. Lac Kilpisjärvi Finlande, 5 mars 18h – 21h30

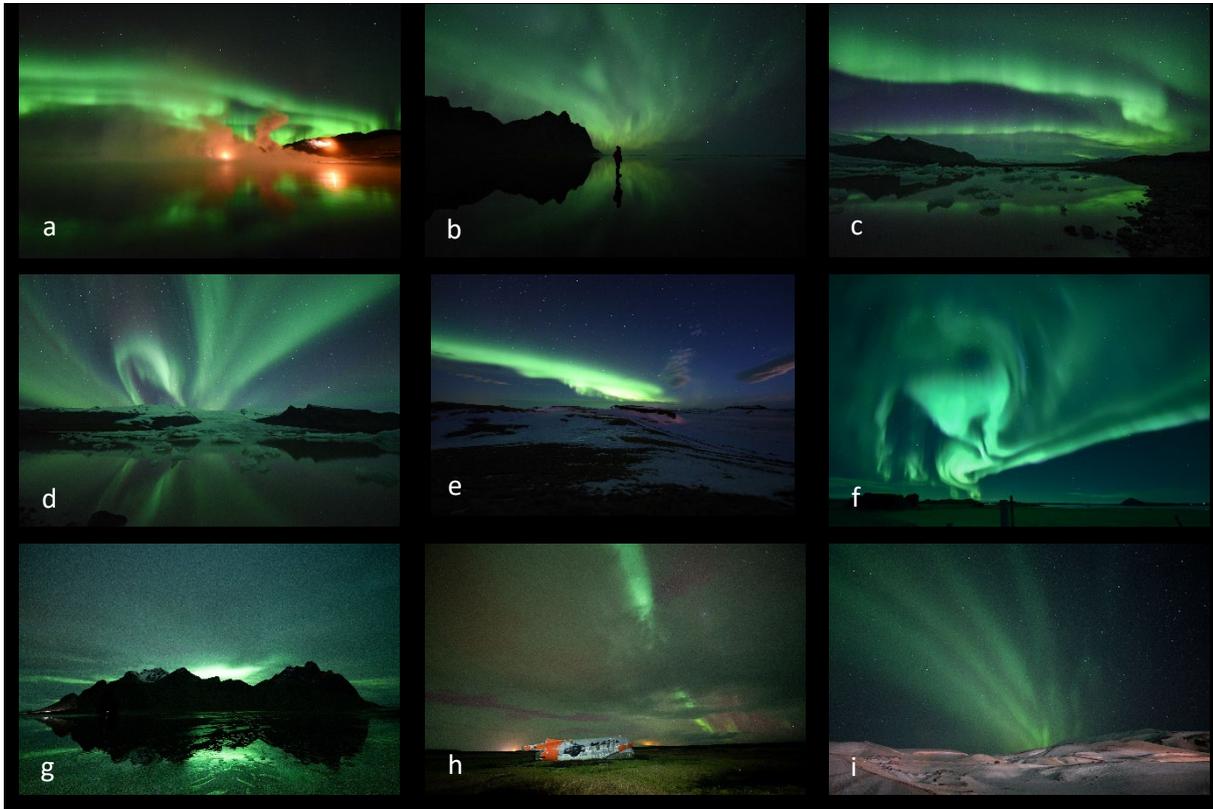




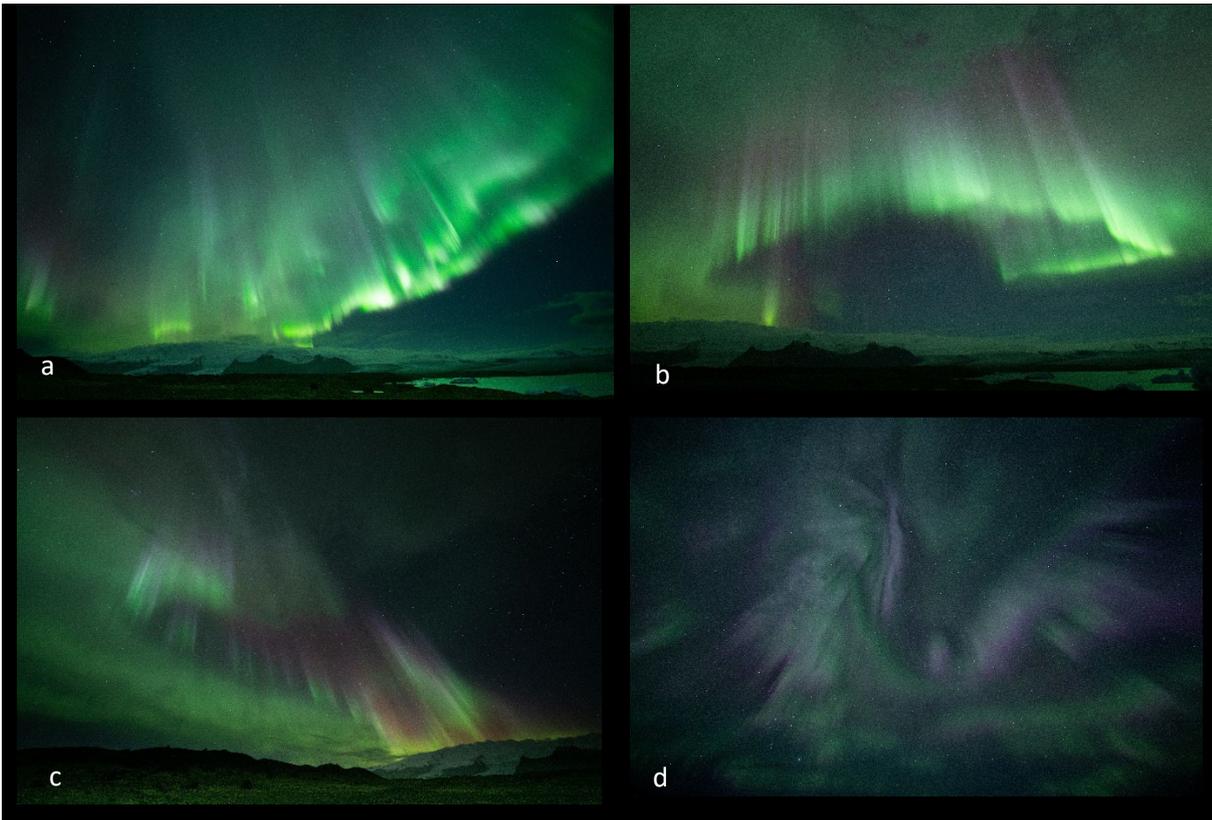
- a) 18:00 Première image, on voit les premières bandes de lueur d'aurore dans un ciel encore éclairé par la lumière du jour et la lune qui est présente.
- b) 18:20 Les bandes d'aurore s'élargissent, le ciel s'assombrit, nous sommes sur un lac gelé et on commence à voir du brouillard qui se forme.
- c) 18:30 Les lignes lumineuses montent dans le ciel au-dessus de nous, et elles commencent à s'activer.
- d) 18:35 Sur cette photo, la dernière qui a été prise sur cette portion du lac, on retrouve le brouillard qui nous va nous obliger à partir.
- e) 19:10 Déplacement un peu plus à l'Est toujours proche d'un lac gelé, les aurores se sont activées, elles sont composées de rayons lumineux de plusieurs couleurs. On voit aussi en marge de la bande principale un rideau de rayons lumineux.
- f) 19:10 Sommet de l'agitation, paroxysme de l'aurore avec toute sorte de formes présentent et un effet de convergence au-dessus de nous, appelé couronne.
- g) 19:30 Cela se calme un peu, mais on distingue toujours des structures qui bougent rapidement dans la bande lumineuse et en marge de cette large bande.
- h) 20:30 Alors qu'on voit un fond auroral diffus prendre place sur l'horizon, une structure avec des ligne et des rayons apparaît rapidement.
- i) 20:38 Dans l'autre direction, comme des volutes de fumée s'agitent dans le ciel.
- J,k) 21:10 Deux photos prises avec un objectif œil de poisson pour montrer l'étendue de l'aurore qui domine tout le ciel.
- l) 21:30 Le ciel a pratiquement une couleur verdâtre, mais toujours des structures qui s'agitent dans le ciel. La photo est prise au milieu de la route principale.

## Images d'Islande

Ou quand d'autres effets se mélangent, avec les lumières des aurores et le paysage grandiose de l'Islande.



- a) Petit lac d'eau chaude proche du lac de Myvatn, dont la vapeur illuminée par des sources de lumière rouge donne un effet mystérieux combinée aux bandes d'aurore.
- b) Au pied du Vestrahorn. Aurores type pulsée, comme de la buée. Elles apparaissent par tâches puis disparaissent rapidement.
- c,d) Par ciel clair, une composition avec les reflets dans les lacs au pieds des glaciers. Lac du Fjallsárlón
- e) Près du lac de Myvatn, de faux cratères, une bande aurorale avec un peu d'activité en rideau sur la partie inférieure. Voir une aurore ce n'est pas (jamais) gagné d'avance. Mars 2019, ciel clair et activité aurorale intéressante (au-delà d'une ligne verte à l'horizon), la plus spectaculaire et bien visible sur un voyage de 10 jours.
- f) Pratiquement au même endroit. Octobre 2018. La seule nuit active sur 12 jours. Mais ici l'activité a été remarquable, et d'une durée de 20-30 minutes.
- g) Novembre 2021. Sur cette image on ne voit plus la structure de l'aurore, mais le ciel est complètement vert, cette couleur se reflète dans l'eau peu profonde au pied des montagnes du Vestrahorn.
- h) Composition avec une carcasse d'avion à la pointe nord-est de l'Islande
- i) Belles lignes d'aurores proche du cratère de Krafla.



- a) Photo prise en novembre 2021, près du Jökulsárlón. Rayons d'aurores, au-dessus d'un glacier
- b,c) Couleurs rouge, dans la plupart des rayons, ce qui signifie que l'énergie du vent solaire était plutôt faible
- d) Phénomène de couronne au-dessus de nos têtes

### Images récentes de Finlande

Mars 2022. Lac de Kilpisjärvi.





- a) et b) La même aurore photographiée par deux appareils photographiques dirigés dans des directions opposées.
- c) Sur un des chemins autour du lac, l'aurore est composée d'une partie avec une bande dont la partie inférieure montre des couleurs et une base en direction de la lune très agitée avec des formes qui dénotent des mouvements rapides.
- d) et e) Au zénith, configuration typique d'un paroxysme d'activité.
- f) Vue du mont Saanatonturi depuis le lac Tshahkajärvi, début de soirée avec encore la lumière diurne. Faible aurore.

## Norvège



Photographies prises côté norvégien la région proche de Tromso. Aurores spectaculaires par leurs intensités, et leurs formes très variées.

## En guise de conclusion

Les dernières images résument par elles-mêmes toutes la palette de formes des aurores et l'atmosphère tout aussi particulière qu'incroyables qu'ajoute la lumière aurorale dans le ciel.



14

- a & c) Aurore très active sur le lac de Kilpisjärvi. Forme terrifiante, et arabesque sur les chalets bordant le lac
- b) Karesuando. Décors féérique, aurores peu actives mais elles saturent le ciel et colorent la neige dans un paysage du Père Noël
- d) Les yeux dans le ciel, les chasseurs sont arrivés à leur but, ils suivent les yeux dans le ciel cette magnifique aurore.

Voilà j'arrive à la fin de mon exposé, j'espère que cela vous a plu et que j'ai réussi à partager ces moments magiques avec vous ce soir, et que peut-être cela vous donne envie d'aller découvrir les aurores.

Merci de votre attention.

Daniel Cattani 20/12/2022

Contact : [cattani.dan@gmail.com](mailto:cattani.dan@gmail.com)

## Références

- Dot to Dot in the Sky – Stories of the Aurora ISBN-10: 1770502106
- Exploring the secrets of the aurora, Syun-Ichi Akasofu, Springer, ISBN 978-0-387-45094-0
- Majestic Lights: The Aurora in Science, History, and the Arts (Special Publications) R. H. Eather, ISBN:9780875902159