



©CNES/Mévin Figuer

Le Ninox embarque plusieurs composants :

- Un capteur de type Sky Qualiter Meter (SQM). C'est un photomètre qui réalise en pratique la mesure la luminance du ciel ;
- Un module GPS (et son antenne) qui permet à tout instant de transmettre sa position ainsi que la date et l'heure au Ninox ;
- Une horloge intégrée ;
- Un module Wifi ;
- Un micro-contrôleur Raspberry Pi.

Avec ces composants, Ninox est un système autonome. Grâce à la position GPS ou à l'horloge intégrée, l'appareil peut calculer l'heure de coucher et de lever du Soleil pour commencer/arrêter automatiquement les mesures, à la fréquence d'une par minute. Ce système permet donc d'automatiser les mesures de NSB et cela qu'importe les conditions météorologiques.

Une fois ce guide détaillé de présentation du système Ninox lu, vous pouvez, si vous le souhaitez, demander un prêt d'un système Ninox afin de l'utiliser dans un projet d'étude de la pollution lumineuse. Dans ce cas, vous pouvez également trouver sur la page web associée à ce projet, des informations complémentaires comme des fiches pratiques ou d'autres guides détaillés.

Si vous êtes en possession d'un Ninox, vous pouvez continuer par la lecture de la fiche pratique et du guide détaillé intitulés « Installation du Ninox ».



# Fiche pratique : Présentation du système Ninox

· Aucun

Prérequis :



· Aucun

Matériel nécessaire :



1

## Pourquoi étudier la pollution lumineuse ?

La pollution lumineuse correspond à la présence excessive et gênante de lumière artificielle pendant la nuit.



Ce phénomène a des impacts importants sur tous les êtres vivants comme la surmortalité des insectes et de certains mammifères, dérèglement du cycle des végétaux, perturbation du rythme de vie des humains, etc.



Par conséquent, il est primordial de disposer d'un système capable de quantifier la pollution lumineuse d'un site donné et d'étudier l'impact des mesures qui peuvent être prises pour limiter ce phénomène.

C'est avec cet objectif que la plateforme Ninox a été créée afin de proposer un système mesurant la luminosité du fond de ciel nocturne de façon autonome sur de longues périodes et cela, qu'importe les conditions météorologiques afin de déterminer l'intensité de la pollution lumineuse autour d'un site donné.

# 2

## Que mesure le système Ninox ?

Le Ninox mesure et enregistre la luminosité du fond de ciel nocturne ou *Night Sky Brightness* (NSB) en Anglais.

Comme son nom l'indique, la luminosité du fond de ciel nocturne correspond à la quantité de lumière émise par le ciel nocturne en direction de la Terre. Les contributions sont nombreuses : étoiles, planètes, Voie lactée, Lune, et bien sûr, avec une contribution plus ou moins importante selon les lieux d'observations, la pollution lumineuse comme l'éclairage public, véhicules, panneaux publicitaires, etc.



Le NSB est mesuré en **mag/arcsec<sup>2</sup>**. En toutes lettres, cela donne magnitude par seconde d'arc au carré. La magnitude est une grandeur utilisée en astronomie. Elle est sans unité car calculée à partir d'un logarithme. Elle représente la luminosité d'un objet céleste telle que perçue par nos yeux.

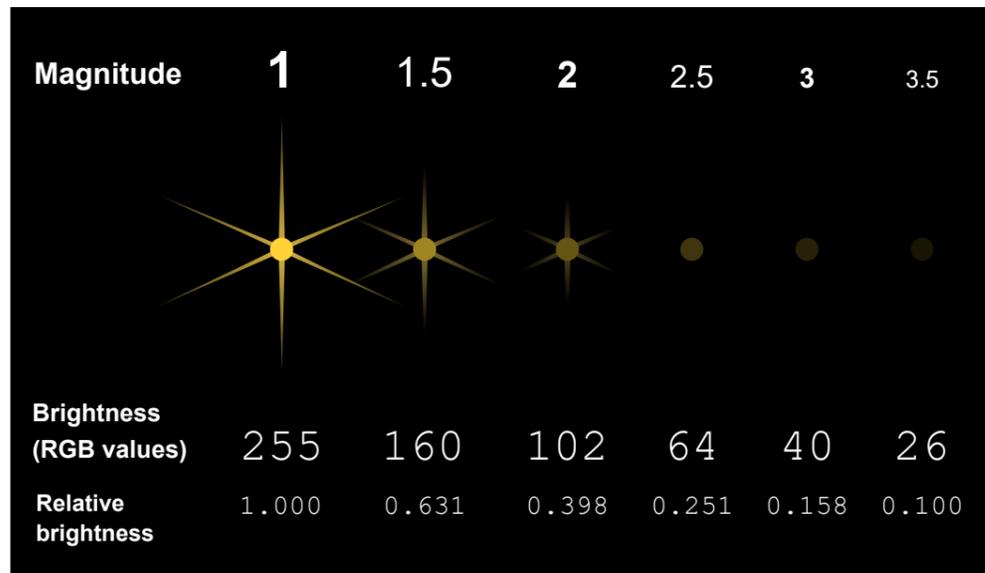
Pour calculer la magnitude (apparente ou relative), il faut tout d'abord fixer une source lumineuse de référence (les scientifiques ont commencé avec une étoile, aujourd'hui des sources plus constantes sont utilisées) pour définir l'origine de l'échelle. Ensuite, il faut utiliser la formule suivante :

$$m - m_{ref} = -2.5 \log_{10} \left( \frac{L}{L_{ref}} \right)$$

Où  $m - m_{ref}$  sont respectivement la magnitude à déterminer et celle de référence et  $L$  et  $L_{ref}$  sont les

luminosités mesurées et de références. Pour simplifier les calculs, les scientifiques utilisent une source lumineuse de magnitude nulle et dont la luminosité est connue.

Ainsi, lorsque  $L = 10 * L_{ref}^{-2.5}$  autrement dit, lorsque la luminosité est multipliée par 10, la magnitude diminue de 2,5.

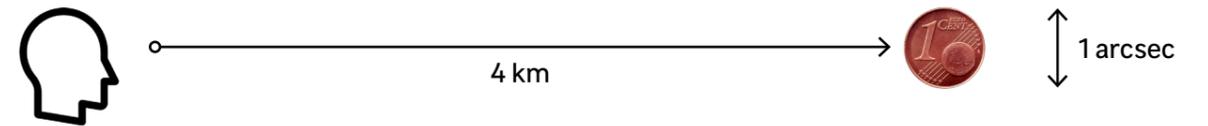


Par conséquent, il est tout à fait possible (et très courant) de calculer des magnitudes négatives pour les astres très lumineux et, au contraire, d'avoir des valeurs élevées et positives (supérieures à 15) pour les astres les moins brillants.

Pour donner des exemples, la magnitude (apparente) du Soleil est de -26,74, celle de la pleine lune -12,9 et celle de l'étoile Vega vaut 0,03 (anciennement fixée 0,00 comme base de l'échelle de magnitude).

La seconde d'arc est une unité angulaire utilisée pour représenter des petits angles. Pour la définir, prenons un angle d'un degré. En le divisant en soixante sous-divisions régulières, nous obtenons la minute d'arc. En divisant une minute d'arc en soixante nouvelles sous-divisions, nous obtenons des secondes d'arc. Par conséquent, une seconde d'arc correspond à un angle d'un degré divisé en 3 600 sous-divisions.

Une visualisation possible est la suivante : une seconde d'arc correspond à la taille observée d'une pièce de 1 centime placée à 4 kilomètres des yeux de la personne qui observe.



Au final, la valeur de NSB fournit un indicateur important pour déterminer la qualité d'un ciel nocturne : nous avons vu qu'une source lumineuse de magnitude 10 par exemple est plus lumineuse qu'une source de magnitude 13. Par conséquent, en plaçant les deux sources à proximité, il sera impossible de distinguer la source de magnitude 13, noyée dans la lumière émise par la source de magnitude 10.

Cela se retrouve avec la pollution lumineuse et le NSB mesurés : toutes les sources lumineuses du ciel nocturne dont la magnitude est supérieure à la valeur de NSB ne seront pas visibles.

Les ciels les plus pollués sont situés vers le haut de cette échelle (les rouges les plus foncés) et les plus purs, sans pollution lumineuse vers le bas (bleu foncé voire blanc).

Il est aussi à noter un phénomène intéressant, rendu observable grâce à l'utilisation de l'échelle logarithmique :

Une petite variation de la valeur de NSB a des effets plus importants sur des ciels de faible brillance (couleur blanc / bleue) que sur les ciels de forte brillance (couleur jaune / rouge).

## Mesure du NSB

