



Sauf pour les observations du Soleil, tout astronome amateur a été un jour, et quelquefois très souvent, confronté avec l'apparition nocturne de buée sur son instrument d'observation. C'est même l'un de ses pires ennemis.

Pour lutter efficacement contre un ennemi, il faut avant tout bien le connaître. Nous passerons donc en revue le phénomène physique à l'origine de la buée, afin d'en déduire les endroits où elle attaque, ses effets, et enfin les moyens à notre disposition pour la combattre.

## Le phénomène physique

L'air ambiant contient, outre de l'azote, de l'oxygène et quelques autres gaz, de l'eau sous forme vapeur. Dans certaines conditions, que nous allons détailler, cette eau peut se condenser, passer à l'état liquide. Si elle se condense dans l'air, sans support solide, elle devient un nuage ou, plus près du sol, du brouillard. Si elle se condense sur une surface solide, comme une vitre d'une fenêtre ou la lame de fermeture d'un Schmid-Cassegrain, c'est de la buée.

Les conditions dans lesquelles la buée apparaît dépendent entre autres paramètres, de la température ambiante, de l'humidité de l'air ambiant et de la nature de la surface sur laquelle elle va se déposer.

La buée se formera si la température de la surface en cause est inférieure à une certaine valeur appelée **point de rosée**, elle-même dépendante de la température ambiante et du taux d'humidité de l'air (voir figure 1, dernière page).

En pratique, si le taux d'humidité est de 100 %, le point de rosée est égal à la température ambiante. À une humidité inférieure, il sera plus bas que la température ambiante.

Prenons le cas d'une bouteille d'eau fraîche dans un réfrigérateur. Sa température est de 5 °C. Sortons-la et posons-la sur la table de la cuisine où il règne une température de 20 °C et un taux d'humidité de 70 %. Dans ces conditions, le point de rosée dans la cuisine, déduit des courbes de la figure 1, est de 14,2 °C. Tout objet dont la température est inférieure à 14,2 °C verra se déposer de la buée à sa surface. Ce sera le cas de notre bouteille d'eau sortie du réfrigérateur.

Si la cuisine est plus sèche, avec un taux d'humidité de 35 %, le point de rosée passe à 2 °C. La bouteille est au-dessus de cette température, la buée ne se formera pas.

Balivernes, me direz-vous, cela ne me concerne pas :

- 1 - Je ne stocke pas mon télescope dans mon réfrigérateur !
- 2 - Il n'est donc jamais à une température inférieure à l'ambiante.
- 3 - Au contraire, il est en général plus chaud que l'extérieur, ce qui m'oblige, pour uniformiser les températures, à attendre quelques dizaines de minutes avant de m'en servir efficacement.

1 : c'est sans aucun doute vrai.

2 : c'est faux !

3 : nous verrons plus loin.

Expliquons-nous :

Deux corps à deux températures différentes échangent de la chaleur<sup>1</sup>. Le corps le plus chaud fournit de la chaleur au plus froid. C'est le cas du radiateur (corps chaud) qui se refroidit en cédant ses calories à l'air environnant (corps froid), qui se réchauffe.

Notre télescope agit de même. Il échange des calories avec son environnement. Cet environnement, c'est l'air ambiant, mais pas seulement. Il échange de la chaleur par rayonnement avec les objets éloignés. C'est pour cette raison que le jour, le Soleil nous chauffe, d'une distance de 150 millions de km. La nuit, le Soleil ne nous chauffe plus, nous sommes devant une étendue très froide (le ciel), proche du zéro absolu, environ

<sup>1</sup> C'est le second principe de la thermodynamique

-270 °C<sup>2</sup>. La Terre et notre télescope sont plus chauds que le ciel. L'échange de chaleur se fera alors dans l'autre sens que le jour : la Terre et le télescope cèdent leurs calories à l'Univers et se refroidissent, pendant que l'Univers se réchauffe des calories empruntées à la Terre et au télescope (en vérité, et pour tout dire, excessivement peu !!!)

Oui, la nuit, mon télescope est plus froid que l'air ambiant. Si sa température en surface descend en dessous du point de rosée, la buée se déposera. Si cette température est inférieure à 0 °C, le givre est en vue !

La présence de buée sera favorisée par un matériau bon conducteur de la chaleur, car les échanges se feront plus rapidement. Elle se formera plus facilement sur une surface métallique que sur du verre (c'est d'ailleurs un signe avant-coureur).

La couleur du tube a également une influence, malgré tout assez faible. Un tube noir absorbe toutes les radiations et se refroidira moins vite qu'un tube blanc qui les réfléchit toutes.

La diminution de température d'une surface, par rapport à l'air ambiant est difficile à estimer car dépendant du matériau de cette surface, de la part du ciel vue par la surface, de la transparence du ciel. Elle peut aller jusqu'à une dizaine de degrés.

## Où peut-on craindre la buée

### Géographiquement

D'après ce que précède, l'un des principaux paramètres agissant sur la formation de buée est l'humidité relative de l'air. C'est évident. Il conviendra donc d'éviter de s'installer près des fleuves, rivières, lacs ou étangs (les moustiques sont alors aussi un désavantage majeur pour la concentration). Les lieux à privilégier sont en altitude où l'atmosphère, plus rare, est souvent plus sèche (d'autres arguments nous font aussi préférer la montagne...).

La mauvaise saison est l'automne qui allie une température basse et un fort taux d'humidité.

Peut-être avez-vous remarqué, au petit matin, de la gelée sur l'herbe d'une grande prairie ? Ce givre n'existe pas près des arbres, ceux-ci agissant comme un pare buée géants (voir ci-après) en cachant une partie du ciel. Ce phénomène peut être mis à profit en se rapprochant des arbres, à condition, bien entendu, qu'ils ne cachent pas la région du ciel que vous voulez observer. De plus, les arbres protègent du vent, bien qu'une très légère brise soit recommandée pour garantir une bonne homogénéité de température lorsque l'on utilise une résistance chauffante.

### Sur l'instrumentation

La buée nous gênera sur toutes les surfaces non protégées, et elles sont nombreuses. On peut citer :

- Lame de fermeture d'un télescope Schmid-Cassegrain.
- Objectif d'une lunette astronomique.
- Objectif photo.
- Oculaire de boîtier photo.
- Pellicule si le boîtier n'est pas étanche (Bonjour l'hypersensibilisation !!).
- Oculaire des instruments (si l'œil est souvent dessus, il réchauffe l'optique et limite alors l'apparition de buée).
- Chercheur (les deux côtés de la lorgnette...)
- Miroir secondaire des télescopes Newton (difficile à repérer la buée sur ce miroir...)
- Miroir primaire des télescopes Dobson et Newton (sauf s'ils possèdent un tube fermé qui joue le rôle de pare buée).
- Viseur Telrad ou équivalent.

## Les effets de la buée

Dans un premier temps, la buée réduit le contraste des objets observés, ainsi que des photographies.

On note ensuite un halo autour des étoiles qui s'estompent peu à peu. C'est le même type de halo que l'on observe autour de la Lune certaines nuits humides.

En grande quantité, la buée absorbe la lumière jusqu'à ne plus rien voir à l'oculaire. Arrivé à ce stade, aucune solution n'étant satisfaisante, il est préférable de rentrer faire sécher son matériel dans une atmosphère plus chaude et moins humide.

---

<sup>2</sup> L'Univers est globalement à la température du rayonnement cosmologique 3 K, soit environ -270°C.

Ne pas oublier que l'eau est l'ennemi du télescope. Une buée persistante, ramenée à la maison, peut engendrer de la rouille sur les parties en acier d'un télescope, et favoriser l'apparition de champignons et autres moisissures très préjudiciables à la bonne qualité du traitement d'une optique. De plus, certaines colles peuvent se détériorer et faire bouger les lentilles des optiques.

Encore un mot sur l'eau et le courant électrique... Ils sont incompatibles. Attention aux courts-circuits.

Ce rapide portrait des inconvénients de la buée incite chacun à trouver des parades. Les bonnes sont néanmoins préventives. Lorsque l'eau coule le long d'une lame de fermeture, il est trop tard !

## Les solutions (des pires aux meilleures)

### L'essuyage

À déconseiller farouchement pour deux raisons principales : le risque de rayer l'optique est grand (et nous ne contrôlons pas tout la nuit), et la buée réapparaîtra aussitôt le dos tourné, aucun élément de l'environnement n'étant modifié.

### Le sèche-cheveux

On trouve dans le matériel du parfait campeur, des sèche-cheveux fonctionnant sur batterie de voiture. Un petit bricolage l'adapte facilement aux sources d'énergies de l'astronome amateur (batterie, pinces crocodiles, fiches bananes...)

Il agit en remontant la température de la surface de l'optique visée, au-dessus du point de rosée.

C'est très efficace. Trop efficace si l'on n'y prend pas garde, car la température monte très rapidement en créant de monstrueuses turbulences qui détruisent l'image à l'autre bout du télescope. Éviter à tout prix cette grosse cavalerie lors d'une pose photo ... Les amateurs d'autoguidage par CCD verront celui-ci s'arrêter de guider, après avoir perdu leur étoile déformée par la turbulence.

L'effet est de toutes les façons limité dans le temps. Il faudra recommencer au bout de 5 ou 10 minutes. Il faut le savoir.

### Le pare buée

C'est un tube vide qui vient prolonger le tube optique dans la direction de l'observation. En limitant la portion de ciel vue par l'optique ainsi protégée, il réduit la vitesse de la baisse de la température de surface. Plus il est long, plus la surface de la sphère céleste qu'il voit est réduite, moins il échange de calories avec le ciel, et plus il est efficace, mais plus il est encombrant. L'expérience montre qu'un bon pare buée fait une fois et demi le diamètre de l'optique à protéger.

Très utilisé car simple, peu onéreux et facilement « bricolable », il est souvent complété, sur sa partie interne, par une feuille de papier buvard noire et mate, ayant pour but d'absorber en partie l'eau condensée.

Le pare buée sera donc constitué de préférence par un matériau extérieurement et intérieurement noir et mat, mauvais conducteur de la chaleur comme les matières plastiques. Le meilleur dans ce domaine est la mousse.

Le pare buée ne fait que retarder l'arrivée de la buée d'une heure ou deux, voire plus si les conditions ne sont pas très défavorables. C'est souvent suffisant.

À noter que le tube même d'un télescope Newton fait office de long pare buée.

### La résistance chauffante

C'est à vrai dire la solution complète au problème. Si elle est bien réglée, elle permet de relever la température de la surface de l'optique jusqu'à la température de l'air ambiant.

Sauf si l'humidité relative est de 100 %, la buée ne se forme pas, et de plus, l'optique et l'air étant à la même température, la turbulence autour du tube est réduite voire éliminée.

La résistance chauffante idéale est celle qui permet au télescope de rester toujours à la température de l'air : pas de buée, pas de mouvement d'air. Elle enveloppe la plus grande partie du tube et est équipée d'une

régulation de température qui s'aligne sur l'ambiante (sympa à bricoler pour ceux qui connaissent les boucles de régulation Tout ou Rien, ou mieux PID...).

Dans la pratique, on se contentera d'une résistance éventuellement variable afin de l'adapter aux circonstances. On trouve dans le commerce des résistances chauffantes pour tous diamètres de télescopes, lunettes, chercheurs, oculaires ...

Do it yourself ! (Comment ça marche ?)

Dans bien des cas, une puissance de chauffe de 3 à 5 W est suffisante pour un télescope de 200 mm de diamètre, et 2 W pour un 150 mm. Un oculaire, un chercheur nécessiteront 1 à 1,5 W. Ces chiffres peuvent être augmentés si la buée est persistante, et servent de base de travail. Des essais sont nécessaires.

La résistance R requise pour obtenir une puissance P est donnée par la relation :

$$R = \frac{U^2}{P} \text{ où } U \text{ est la tension utilisée.}$$

Par exemple, pour obtenir 3 W sur une batterie de 12 V, il nous faut une résistance de 48 Ohms. Celle-ci est obtenue par l'acquisition de fils résistif dont on connaît la résistance au mètre linéaire). On enroulera autour du tube la longueur calculée, près de la lame de Schmid par exemple, en veillant que les différentes spires ne soient en contact ni entre elles, ni avec le tube métallique.

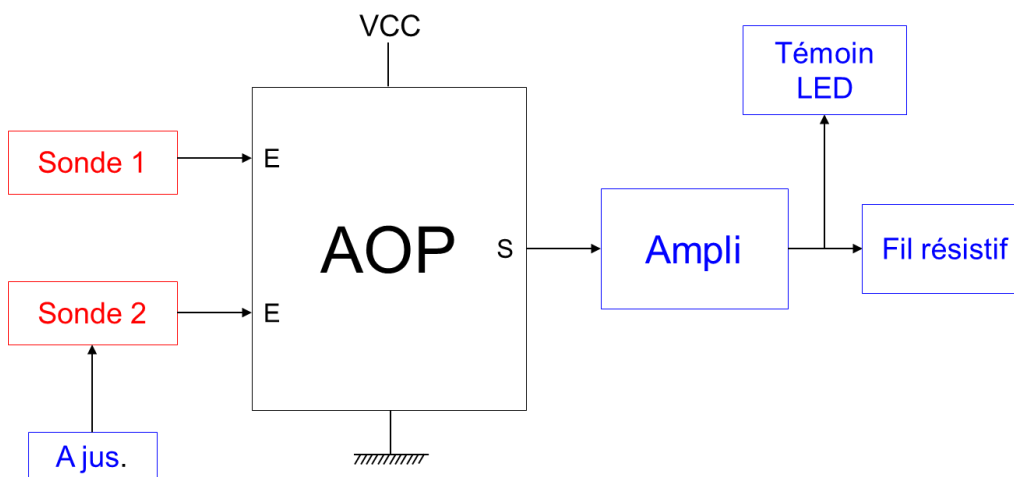
On peut également imaginer l'achat, chez un revendeur de composants, de 8 résistances de 6 ohms chacune. Il suffit de les relier en série pour obtenir les 48 ohms requis et d'enrouler le tout autour du tube.

Dans tous les cas, il convient d'isoler électriquement les résistances de la masse d'un télescope métallique par une ou deux épaisseurs d'un ruban collant type chatterton (pas trop : la chaleur doit passer !).

*Proscrire l'alimentation secteur (220V) lorsqu'elle est disponible, par mesure de sécurité évidente.*

Une batterie de petite voiture de 12 V et 32 Ampères-heures permet une autonomie de plusieurs dizaines d'heures ! (3W / 12V = 0,25 Ampères)

Il est aussi possible de fabriquer soi-même (pour bricoleurs électroniciens) un système qui permet d'aligner la température de la lame de fermeture, ou de l'objectif d'une lunette, à la température ambiante, selon le schéma simplifié suivant :



En plus du fait de s'affranchir du problème irritant de la buée, la solution de la résistance chauffante bien calculée ou régulée engendre une amélioration des performances du télescope ou de la lunette en supprimant la turbulence autour et dans le tube. Certains auteurs affirment gagner ainsi 1 ou 2 magnitudes sur leur instrument. Cela vaut la peine d'y réfléchir.

Figure 1

