



**HAL**  
open science

## Le fond du ciel nocturne

Pierre Blanc

► **To cite this version:**

Pierre Blanc. Le fond du ciel nocturne. ScienceLib, 2011, Scineces Fondamentales, Astrophysique, pp.110502. hal-00767754

**HAL Id: hal-00767754**

**<https://hal.science/hal-00767754>**

Submitted on 20 Dec 2012

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Le fond du ciel nocturne

## The background of night sky

Pierre BLANC  
Internet : Pierre@Blanc38.fr

**Résumé** : On propose une explication originale à l'aspect noir du ciel nocturne. Les étoiles lointaines et invisibles ne peuvent pas provoquer un signal détectable par addition de leurs émissions, puisque ces émissions ne sont pas cohérentes entre elles. La proposition repose sur l'aspect vibratoire de la lumière et se trouve compatible avec les procédés perfectionnés de détection cohérente ou hétérodyne. Les astres lointains, incapables de collaborer pour être détectés, produiraient cependant du bruit non incompatible avec le fond diffus cosmologique.

**Mots-clés** : astrophysique, finitude de l'Univers, rayonnement fossile, lumière cohérente

**Abstract** : An new explanation is suggested for the darkness of the night sky. Remote invisible stars cannot produce a detectable signal by summation of their emissions, since their contributions are incoherent, in phase and in polarisation. The proposed explanation takes in account only the wave aspect of light and agrees with the advanced methods of coherent or heterodyne detection and it is perhaps compatible with the observed cosmic background radiation.

**Keywords** : astrophysics, finite Universe, cosmic microwave background, coherent light.

---

Les astronomes des temps modernes se sont toujours demandés pourquoi le fond du ciel était noir la nuit. Pour Képler (1610), la réponse résidait dans la finitude de l'Univers. Quand on eut admis que l'Univers était infini, la question devint un paradoxe, comme le soulignaient Halley en 1720, Chéseaux en 1744 et Olbers en 1823. Divers raisonnements aboutissaient aux mêmes conclusions. Par exemple, puisqu'il y a un nombre infini d'étoiles uniformément réparties, quelle que soit la direction où l'on regarde, on doit y trouver un astre ; donc le ciel doit être brillant, plus brillant même que le soleil.

Autre raisonnement – dû à Chéseaux — à peu près équivalent : si on décompose l'Univers en couches sphériques minces de rayon  $R$  centrées sur l'observateur, chaque couche contient un nombre d'étoiles proportionnel à  $R^2$ , mais l'effet de chaque étoile, lui, est inversement proportionnel à  $R^2$ . La contribution de chaque couche est donc la même et la contribution de toutes les couches conduit à un éclaircissement général égal à celui des étoiles, donc du soleil.

Ces deux raisonnements sont en accord avec une notion purement corpusculaire de la lumière.

Olbers tentait de résoudre le paradoxe en invoquant, comme d'ailleurs Chéseaux, une absorption de la lumière lointaine par des poussières interstellaires, mais on a vite admis que ces poussières auraient dû elles-mêmes être aussi brillantes que les étoiles. Parmi les réponses formulées à l'heure actuelle, on trouve celle de la finitude de l'Univers, ou, ce qui revient au même, celles reposant sur le Big-Bang, naissance de l'Univers il y a 14 milliards d'années. D'autres théoriciens invoquent le décalage vers le rouge de la lumière des galaxies, décalage croissant avec la distance et rendant invisibles les étoiles lointaines. Autre explication parfois avancée : une répartition fractale des objets dans l'Univers. Ces argumentations sont toutefois assez peu convaincantes et n'expliquent pas pourquoi l'étendue de la surface noire dépend du détecteur.

## Proposition

Nous proposons ici une explication beaucoup plus simple qui ne spécule ni sur la taille de l'Univers, ni sur son âge. Cette hypothèse repose sur l'aspect ondulatoire de la lumière et sur une analyse fine du mécanisme de la détection optique. Que l'on détecte la lumière avec l'œil, avec un grain de sel d'argent, avec des CCD ..., le récepteur élémentaire – qu'on appellera cellule – agit en bloc et possède des caractéristiques précises : sa taille, sa gamme spectrale et sa sensibilité impliquant un seuil de détection. Cette cellule est toujours associée à un système optique qui fait correspondre un angle solide à la taille de la cellule. A cause de la symétrie axiale des optiques, cet angle solide est en pratique un cône de révolution. Pour l'instant, aucune étoile n'a une largeur apparente plus grande que celle du cône associé à toute cellule détectrice élémentaire connue.

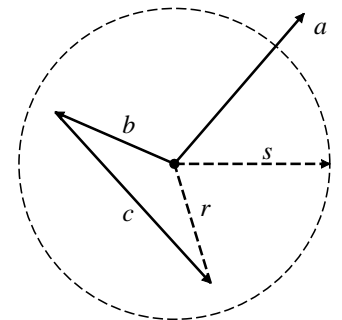
Si une étoile, située dans le cône de réception de la cellule, lui envoie une puissance lumineuse supérieure au seuil, elle est détectée et vue comme une étoile. Mais il peut y avoir, dans ce cône, des étoiles non détectées, comme on s'en apercevra si on utilise avec la même cellule une optique plus puissante (i.e. qui collecte plus de lumière). Plaçons-nous dans le cas d'une région où le ciel est noir avec une optique donnée et observons ensuite la même région avec une optique plus puissante : dans de nombreux cas, on observera alors une étoile initialement invisible. Si on scrute la même région avec un meilleur pouvoir séparateur (donc avec plusieurs cellules) on observera peut-être plusieurs étoiles. On peut dire que ces dernières étaient *subliminaires* avec le premier appareil. Comment se fait-il que ces étoiles, parfois nombreuses, ne donnent, avec le premier instrument, aucun signal par cumul de leur lumière ? Sans voir ce coin de ciel brillant, on devrait le voir au moins gris ou même rougeâtre, si le décalage en fréquence était la cause du ciel noir.

La raison en paraît très simple. Quand un détecteur élémentaire reçoit une énergie lumineuse de l'ordre de grandeur de son seuil, il faut tenir compte de la cohérence de cette lumière. Les ondelettes envoyées par plusieurs émetteurs subliminaires n'additionnent leurs effets que si elles sont en cohérence. Or d'une étoile à l'autre, il n'y a aucune cohérence et donc, en première analyse, peu de possibilités d'addition constructive de leurs signaux lumineux. Leurs polarisations ne sont pas alignées et, de plus, leurs phases sont aléatoires.

On objecte parfois que, lorsque la lumière n'est pas cohérente, il y a addition, non pas des champs électro-magnétiques, mais de l'énergie des ondes, c'est-à-dire du module des champs. C'est vrai si le nombre de cellules détectrices est grand, donc avec des sources d'étendue suffisante, les courants électriques produits par plusieurs cellules détectrices s'additionnent parce qu'ils ont perdu le caractère vibratoire de l'onde initiale (c'est aussi le cas pour l'effet thermique des ondes). Mais, sur une cellule unique, il faut d'abord additionner vectoriellement les champs et vérifier si leur somme est supérieure au seuil avant de conclure à leur détectabilité.

La détection optique, phénomène non linéaire, est, d'un point de vue formel, assimilable à une suite de trois opérations successives : filtrage de l'onde lumineuse, élévation au carré de l'amplitude du champ électrique et intégration sur le temps de réponse du détecteur. Cette dernière opération peut être regardée comme un filtrage passe-bas du signal électrique détecté ou comme l'évaluation de la valeur moyenne du signal pendant le temps de réponse du détecteur.

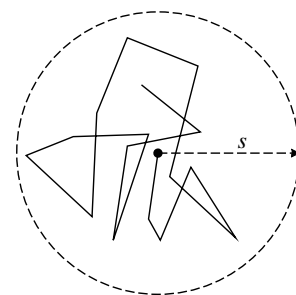
On peut s'aider de diagrammes pour appréhender cet effet. Le cercle de la figure 1 représente le seuil de sensibilité  $s$  qui, en général, dépend peu de la direction du champ électrique. Le vecteur  $a$  représente le champ rayonné par une étoile détectée, puisque  $|a| > |s|$ , les vecteurs  $b$  et  $c$  le champ de deux étoiles subliminaires, non détectées puisque le module de leur somme vectorielle  $r$  est inférieur à  $|s|$ . La somme des modules élémentaires  $|b|$  et  $|c|$  est pourtant supérieure à  $|s|$ .



**Fig.1.** Le signal  $a$  est détecté, mais non la résultante  $r$  des signaux subliminaires  $b$  et  $c$ .

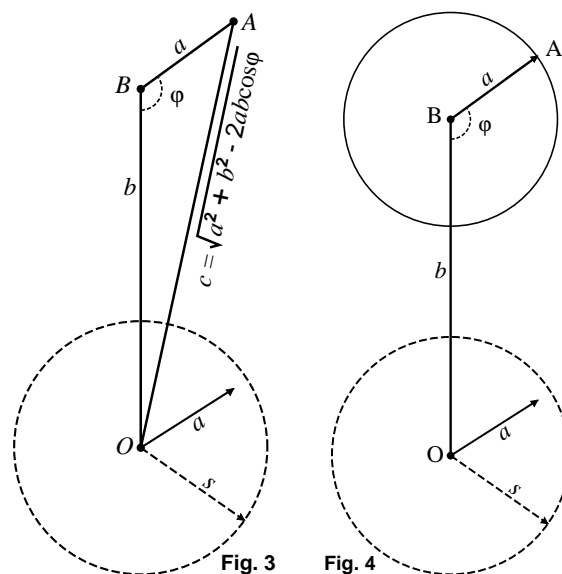
On pourrait étendre le raisonnement à un nombre quelconque d'étoiles subliminaires, selon la figure 2. Ce schéma est valable aussi bien dans l'espace réel, celui des polarisations, que dans l'espace des phases. Chacune des sommes de vecteurs aléatoires en nombre infini dans ces deux espaces conduit à des résultantes nulles.

**Fig. 2.** La somme de nombreux signaux subliminaires a peu de chances d'être détectée.



On remarquera que ce schéma rend compte également de la détection cohérente, qui permet de recevoir un signal  $a$  faible, inférieur au seuil de détection  $s$ , mais cohérent (i.e. de fréquence et de phase constantes) en lui ajoutant un signal artificiel  $b$ , lui aussi cohérent (fig. 3). La résultante  $c$  aura pour valeur  $\sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \varphi}$ . On extrait la valeur de  $a$  grâce à la multiplication de son amplitude par le facteur  $b$  (noter qu'on introduit un nouveau facteur de bruit,  $b'$ , dû aux fluctuations de  $b$  et qui devient majoritaire, mais dont on surmonte l'effet en rendant le signal utile  $\sqrt{ab}$  supérieur à  $b'$ ).

La détection hétérodyne (figure 4) utilise un procédé voisin, mais non sensible à la phase. A un premier signal cohérent de fréquence  $f$  et d'amplitude  $a$  noyée dans le bruit, on ajoute un signal artificiel, appelé local, de fréquence  $f-F$  et d'amplitude  $b$ . Le battement entre ces deux signaux produit une onde de fréquence  $F$  dite intermédiaire, beaucoup plus basse, et d'amplitude  $\sqrt{ab}$  qu'on va amplifier à travers des filtres étroits et donc sortir du bruit. Dans ce procédé, extrêmement utilisé, le déphasage entre les deux signaux est en général ignoré, sauf dans des cas spéciaux où le signal utile  $a$  est provoqué par l'expérimentateur (par exemple dans les radars) et où la différence de phase entre  $a$  et  $b$  renferme de précieuses informations.



**Fig.3.** Détection cohérente. Le signal artificiel  $b$  extrait du bruit  $s$  le signal utile  $a$ , si  $\varphi \neq \pm\pi/2$ .

**Fig.4 :** Détection hétérodyne. Le signal  $a$  est extrait du bruit  $s$  avec changement de fréquence. La phase  $\varphi$  est en général ignorée.

Certains détecteurs, qu'on pourrait croire de type élémentaire, ont en réalité une surface sensible étendue constituant plusieurs détecteurs indépendants, alors que ce n'est pas le cas pour la cellule visuelle ou le grain photo.

Ainsi, un photomultiplicateur fournit un signal proportionnel à l'énergie reçue, car il amplifie les courants issus des multiples centres de détection indépendants constituant sa photo-cathode. Il en est de même avec beaucoup de cellules photoélectriques. Mais, même dans ces cas, leurs cellules élémentaires ne peuvent pas sommer la lumière provenant de deux étoiles incohérentes entre elles.

On pourrait étendre cette notion de détecteur à tout objet matériel. Un atome qui reçoit de la lumière venant de différentes sources ne cumulerait pas leurs énergies, mais additionnerait algébriquement leurs champs : ainsi son comportement serait identique à celui d'une cellule photodétectrice élémentaire. Cette remarque explique que, même dans un environnement électromagnétique incohérent de forte puissance, la Terre ne subisse d'échauffement que par l'effet du Soleil.

Notons que les solutions énoncées précédemment – la finitude de l'Univers, la théorie de l'expansion, etc. – ne rendent pas compte du constat suivant : on peut détecter plusieurs étoiles à un emplacement où auparavant, avec un appareil moins sensible, on ne détectait rien. Au contraire, la thèse proposée ici l'explique et énonce que la brillance moyenne du ciel nocturne augmente constamment avec la puissance de l'instrument.

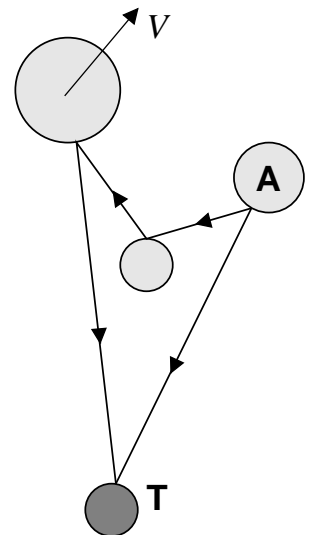
Il serait intéressant qu'un observatoire puisse mesurer, en fonction de la puissance de l'instrument, la brillance nocturne moyenne d'une région du ciel d'angle solide constant. On pourrait s'attendre à déceler une asymptote si l'Univers est fini et si nos instruments approchent de ses limites.

### Bruit de fond

Bien que les contributions des étoiles subliminaires se détruisent par interférence, il en résultera un bruit de fond, la sommation de signaux aléatoires n'étant pas rigoureusement nulle. Il peut arriver que la résultante dépasse parfois le seuil de détection, surtout si le récepteur est très sensible, comme dans le cas d'une amplification hétérodyne. Cependant, le caractère statistique sera prédominant et cette émission sera perçue comme du bruit, et ce d'autant plus que le pouvoir séparateur de l'instrument est faible.

On peut remarquer ici que le rayonnement de chaque source, étoile, ... se réfléchit sur d'autres astres et sera en partie ou totalité renvoyé vers l'intérieur de l'Univers, qui pourrait devenir une sorte de résonateur, peut-être même sans fuite, siège de multiples modes d'oscillation de rayonnements cohérents (puisque les réflexions préservent la cohérence). Un même point de l'Univers recevrait ainsi chaque source via de multiples trajets différents.

Cependant les ondelettes cohérentes, reçues par ces sources, seront décalées en fréquence vers le rouge, comme le montrent toutes les observations, et donc interféreront pour produire un spectre de basse fréquence. On ne peut pas dire à ce niveau si ces réflexions avec décalage spectral peuvent expliquer le fonds diffus, appelé aussi rayonnement fossile, découvert par Penzias et Wilson en 1964, et encore moins si ce résonateur universel pourrait être considéré comme un corps noir de très faible température et de très faible densité.



**Fig.5 :** Une même source lumineuse *A* peut envoyer ses rayons sur Terre par différents trajets ayant subi divers décalages Doppler-Fizeau sur d'autres astres.