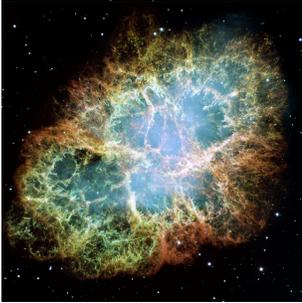


# Supernova

## L'explosion d'une étoile



La nébuleuse du crabe est un reste de supernova qui se trouve dans notre galaxie de la Voie lactée\*



Une vue de l'électronique câblée NCD (Neutral Current Detector ou détecteur de courant neutre) dans HALO.



Supernova 1994D\*

Une supernova est l'explosion spectaculaire d'une étoile qui, en explosant, dégage assez d'énergie pour éclipser toute autre chose dans sa galaxie, pendant des semaines ou des mois, avant de s'effacer lentement. Les supernovæ se produisent presque toutes les secondes dans l'univers observable. Toutefois, dans une galaxie de taille et d'âge de la Voie lactée, ils ne se produisent qu'une fois tous les 25 à 50 ans.

### Qu'est-ce qui provoque une supernova?

Une supernova se produit de deux façons : la première arrive quand une naine blanche (une étoile très ancienne et dense) et une autre étoile orbitent le même point (ce qu'on appelle un système à étoile binaire) et que la naine blanche recueille de l'autre étoile de plus en plus de matière et devient de plus en plus dense. Durant ce processus, la température et la pression dans la naine blanche augmentent jusqu'à ce que la fusion nucléaire se déclenche en son cœur. Vu qu'une naine blanche est si dense, cette fusion se propage très rapidement à partir de son noyau, dégageant assez d'énergie pour faire exploser l'étoile et provoquer une supernova.

Le deuxième type de supernova se produit lorsque la vie d'une étoile tire à sa fin. Alors qu'elle vieillit, une étoile se vide du combustible nucléaire et cesse sa fusion nucléaire. Résultat : une partie de sa masse s'effondre dans son cœur. Avec le temps, le noyau devient si lourd qu'il ne peut pas résister à sa propre force gravitationnelle (puisque la masse provoque la gravité) et il s'effondre, puis éclate, provoquant une supernova.

### Pourquoi est-il important d'étudier les supernovæ?

L'étude des supernovæ donne aux physiciens des aperçus clairs quant à la façon dont fonctionne l'univers. Par exemple, les physiciens ont déjà déterminé que, lorsqu'une supernova survient, des éléments venant de l'explosion de l'étoile se libèrent et se dispersent dans l'espace et ces éléments peuvent devenir des parties constitutives de nouvelles étoiles et planètes. En fait, certains éléments de la Terre proviennent de supernovæ. L'étude des supernovæ a également révélé que nous vivons dans un univers qui s'élargit à un rythme accéléré.

### Neutrinos et supernovæ

Les neutrons sont intimement liés aux supernovæ. Lorsqu'une supernova se produit, elle émet une énorme quantité d'énergie et de matière. Cette énergie vient pour la plupart des neutrinos. En fait, s'agissant des supernovæ de type 2, seulement environ 1 % de l'énergie est sous forme de photons (particules de lumière), tandis que 99 % sont sous la forme de neutrinos.



Les neutrons, à la différence des photons et d'autres matériaux, ont très peu de masse et sans charge, et traversent tout dans l'espace, interagissant rarement avec quoi que ce soit. Dans une explosion de supernova, il peut prendre de plusieurs dizaines de minutes à plusieurs jours pour que la plupart des matières se déplacent du centre d'une étoile à sa surface avant de se libérer dans l'espace. Les neutrinos cependant, atteignent la Terre avant que ne puisse le faire toute autre matière venant d'une supernova.

### Neutrinos et le Système d'alerte précoce de supernova (SNEWS)

Le signal d'éclatement des neutrinos, qui émerge rapidement du noyau d'une supernova, en arrivant à la Terre, supplante toute autre matière et lumière. De ce fait, la détection de l'explosion de neutrinos à partir d'une supernova peut constituer un signal d'avertissement précoce pour les astronomes. Le projet SNEWS est une collaboration internationale d'expérimentateurs représentatifs des détecteurs actuels de supernova-neutrinos sensibles. L'objectif du projet est de fournir à la communauté d'astronomes une alerte rapide dès que se prépare un événement supernova dans notre galaxie ou une étoile proche.

Le réseau SNEWS fonctionne depuis 2003 et compte actuellement sept expériences neutrinos : Super-K (Japon), LVD (Italie), Ice Cube (Pôle Sud), Kamland (Japon), Borexino (Italie) Daya Bay (Chine) et HALO (Canada).

Les expériences de supernova neutrino ci-dessous sont basées à SNOLAB :

**SNO+** est une nouvelle expérience axée sur l'ancienne infrastructure du détecteur de l'ONS et consistant à remplacer l'eau lourde utilisée dans l'expérience de l'ONS par le scintillateur liquide afin que le détecteur puisse non seulement étudier les neutrinos solaires de basse énergie, les géo-neutrinos et les neutrinos de réacteurs, mais aussi rechercher des supernovæ. L'expérience SNO+ ajoutera également du tellure dans le scintillateur pour permettre d'observer la double désintégration bêta sans neutrino à partir de l'isotope  $^{130}\text{Te}$ .

**HALO** (« Helium And Lead Observatory ») est utilisé pour détecter les supernovæ (explosions stellaires) à l'aide de compteurs proportionnels  $^3\text{He}$ . Lorsqu'une étoile explose, il se produit un afflux de neutrinos qui se déplacent vers l'extérieur. L'expérience HALO permet d'observer la rafale de neutrinos de la supernova et d'alerter d'autres laboratoires et astronomes dans le monde qu'une supernova se produit avant qu'elle ne puisse être vue de la Terre.

\*Images gracieuseté d'apod.nasa.gov.