

nb: pour détecter fusaine ce en profondeur
(éviter rayons cosmiques), au début 6 séc/
jour.

On a trouv^e $\frac{dE}{dt} = \frac{dE}{dt} \cdot \frac{dt}{dr} \rightarrow$ en fait il cause
de $M_{\text{neutino}} > 0 \rightarrow$ peut changer 3 chiffres v
et exp sensible qu'à $\frac{1}{3}$.

ODG:

$$\frac{dP}{dr} = -\frac{GM}{r^2} C \rightarrow P \neq \frac{M}{R^3}$$

$$\frac{P}{R} = \frac{GM}{R^2} \cdot \frac{M}{R^2} \Rightarrow P \neq \frac{GM^2}{R^4}$$

$$P = \frac{R}{N} ET \rightarrow T = \frac{NP}{ET} = \frac{N GM^2 R^2}{R L^4 N} = \frac{GMN}{LR^3}$$

R : rayon
 R : cte GP

$\vec{V}(+)$ transporte énergie.

$$\frac{dT}{dr} = \frac{-3kEL}{16\pi G C r^4 T^2} \rightarrow k = R_0 e^{-\frac{3}{2} \int \frac{1}{T^2} dT} \text{ Kramers}$$

$$L \sim M^2 \text{ Chambon}$$

$$(L \sim M^{2.5} R^{-0.5}) \text{ Kramers}$$

↳ manque réaction nucléaire

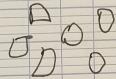
→ Luminosité étoile ne dépend pas des réac° nucléaires?

2^e opacité laisse trop passer E :
perd énergie → se contracte (Vérolé) → se réchauffe
→ réactions nucl. (T¹⁶ à haute T)

Inverse : gagne E → expand → refroidit

→ très stable ⇒ thermostat

3. Crée fragments d'espace de densité



Arrêt Ejectée \rightarrow fragments collabent (un noyau puis agrégé) forme étoile

\rightarrow amas d'étoiles, certaines OB qui font briller H_a.
Surplus étoile éjectée de l'amas (accr^e compétitive)
 \hookrightarrow plus petites

Une fois formée, reste desque accr^e autour étoile \rightarrow planètes
du dehors trop froid pour réac^e nucl, se contractent
(fréquence pple) pour pouvoir commencer à brûler H.

Univers jeune : pas de C, Si \Rightarrow pas de poussière.

+ élévé M₁ grande
 \rightarrow forme étoiles très massives \rightarrow collabent vite
 \hookrightarrow ré-expans^e de l'univers

Soleil: H \rightarrow H_α

moins de e \rightarrow opacité réduite

\rightarrow L échappe[↑]

\rightarrow réac^e nucl \rightarrow + \rightarrow plus de vapeur atm. Terre
 \hookrightarrow dernière réfléchie dans espace.

mais H₂O (v) effet serre \rightarrow va dominer.

Océans vont s'évaporer

Soleil deviendra géante rouge: cœur H_e contracte Jante^e
aux couches qui expandent, refroidissent \rightarrow plus opaques,
effet miroir \rightarrow expan^e \rightarrow géante rouge.

fort masse car couches externes échappent à gravité

Pb : comment brûler He ? Pour réac° spontanée (caroth)

$$^{31}_{\Lambda} \text{He} \rightarrow ^{16}_{\Lambda} \text{O}$$

Donc mais présence d'un niveau spécifique du ^{12}C facilite.

Ensuite $^{12}\text{C} + ^4\text{He} \rightarrow ^{16}\text{O}$
efficacité en T^{10}

Brûle He en C et O \rightarrow et ∞ (R)

en
de finit, sa géante rouge \rightarrow la géante asymptotique
(coeur C et O)

\rightarrow reste 50% de la masse.

La masse est éjectée autour \rightarrow nébulosa

$\begin{array}{c} \text{...} \\ \text{Co} \\ \text{Si} \\ \text{Fe} \end{array} \rightarrow$ matière souffle

\rightarrow nappe blanche (n ~ Terre) (pas de réac°核)

Mais on sait que éléments Pb sont générés.
Plus lourd que Fe : endotherme et liaison \rightarrow pas spontané
en plus barrière C.
 \hookrightarrow neutrons ? \rightarrow source ?

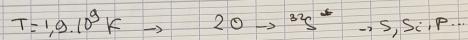
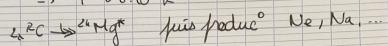
$^{13}\text{C} + ^4\text{He} \rightarrow ^{16}\text{O} + n$ dans cœur des AGB
 \hookleftarrow $n \rightarrow p$ jusqu'au Pb

Fe $\xrightarrow{\text{instable}}$ $^{56}\text{Fe} \rightarrow \dots$

Besoin de flux n (explos° supérenorme)
Favorise nb magique $n/2$

Combustion ^{12}C pour $7-9\text{M}_\odot$

$$\rightarrow T \sim 6 \cdot 10^9 \text{ K}$$



surtout ^{20}Si

Après ^{20}Si , désintègration, produits se recombinent et gènèrent le plus stable : ^{56}Fe .

Plus de produit possible ($\frac{B}{A} \downarrow$)

Composé final en oxygène (25M_\odot)

Fe puis O, etc ...

Emi ν neutrinos \rightarrow petite E contrac ν

désintègration $^{56}\text{Fe} \rightarrow ^{40}\text{K}$

photons très énergétiques $P + e^- \gamma \rightarrow n + \gamma$
effondre ν étoile \rightarrow explosion \rightarrow onde choc qui rebondit sur matière
tombe sans inverse, onde choc n'arrive pas à sortir à priori.

Mais gros flux de neutrinos qui ajoutent E qui poussent onde choc et font exploser étoile. Enveloppe explosée,

coeur laissé derrière : étoile à neutrons

SUPERNOVAES très rares : 1054, 1572, 1604 (années)

Explosion \rightarrow onde choc \rightarrow donne E à matière
 \rightarrow source Energie.

Résumé :

énergie motrice effondre ν étoile \rightarrow explosion rend métal

énergie supernova \rightarrow turbulences milieu interstellaire

explosions \rightarrow onde choc

Mais gaz dispersé \rightarrow onde choc

supernovae \rightarrow flux neutrons

NB : explosion \rightarrow onde choc

onde choc (chasse matière)

en étoile de verre