

## 4 Types de Nucléosynthèses

### Définition (Nucléosynthèse)

Formation de noyaux atomiques

### Nucléosynthèse primordiale

- ▶ Épisode du Big Bang
- ▶ Création des éléments légers :  ${}^1_1\text{H}$ ,  ${}^4_2\text{He}$ , ...

### Nucléosynthèse interstellaire

- ▶ ou *Spallation cosmique*
- ▶ Bombardement de la matière par des rayonnement cosmique
  - ▶ Production d'éléments légers :  ${}^3_3\text{Li}$ ,  ${}^4_4\text{Be}$ ,  ${}^5_5\text{B}$

### Nucléosynthèse stellaire

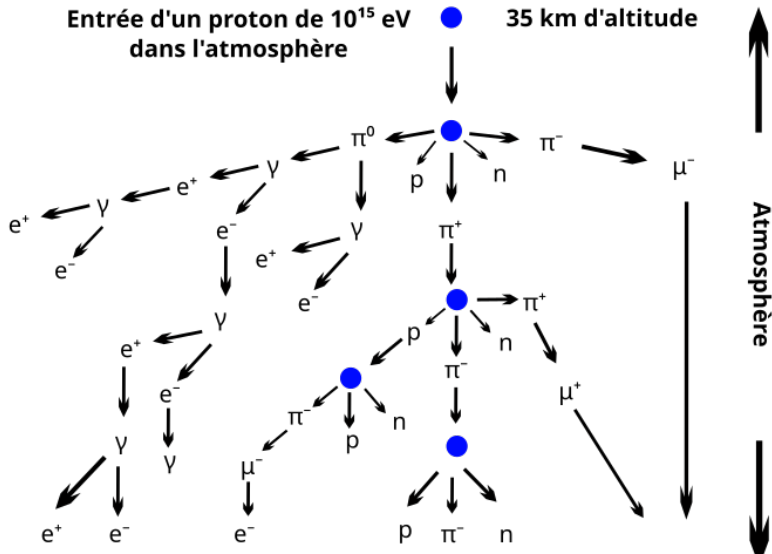
- ▶ Vie de l'étoile
  - ▶ Création de l'Hélium entre le  ${}^4_2\text{He}$  et le  ${}^{26}_{26}\text{Fe}$
- ▶ « Fin de Vie » de l'étoile
  - ▶ Création d'éléments plus lourd jusqu'au  ${}^{26}_{26}\text{Fe}$
  - ▶ Capture (lente) de neutrons : après le  ${}^{26}_{26}\text{Fe}$

### Nucléosynthèse explosive

- ▶ Capture de protons
- ▶ Capture (rapide) de neutrons
  - ▶ Au delà du  ${}^{26}_{26}\text{Fe}$

## Nucléosynthèse Interstellaire

Les Rayons Cosmiques



## Nucléosynthèse stellaire

Combustion de  ${}^1_1\text{H}$ 

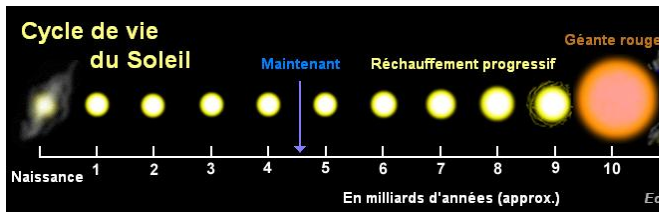
- ▶ Composé :  ${}^1_1\text{H}$  ,  ${}^4_2\text{He}$
- ▶ Fusion  ${}^1_1\text{H}$  :  $\nearrow$   ${}^4_2\text{He}$
- ▶ Contraction gravitationnelle

Fin de la combustion de  ${}^1_1\text{H}$ 

- ▶ Peu  ${}^1_1\text{H}$  au coeur
- ▶ Contraction de coeur  ${}^4_2\text{He}$
- ▶ Contraction
  - ▶  $\nearrow$  T au coeur et en périphérie
  - ▶ Combustion possible en couche d' ${}^1_1\text{H}$

Combustion de  ${}^4_2\text{He}$ 

- ▶ Combustion du coeur d' ${}^4_2\text{He}$
- ▶ Combustion en couche d' ${}^1_1\text{H}$
- ▶ Contraction
  - ▶  $\nearrow$  taille
  - ▶  $\searrow$  T en surface
- ▶ Couleur rouge

Figure 36 – [https://fr.wikipedia.org/wiki/Naine\\_blanche](https://fr.wikipedia.org/wiki/Naine_blanche)

## Nucléosynthèse stellaire des Étoiles massives

Combustion	Produits	Température en K	$\rho$ en $\text{g cm}^{-3}$	Durée
Hydrogène	${}^4_2\text{He}$	$4 \times 10^7$	4	$7 \times 10^6$ années
Hélium	${}^{12}_6\text{C}$ , ${}^{16}_8\text{O}$	$2 \times 10^8$	760	$8 \times 10^5$ années
Carbone	${}^{16}_6\text{O}$ , ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ , ${}^{24}_{12}\text{Mg}$	$8 \times 10^8$	$10^5$	500 années
Néon	${}^{16}_8\text{O}$ , ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ , ${}^{28}_{14}\text{Si}$	$1,6 \times 10^9$	$3,9 \times 10^6$	0,9 années
Oxygène	${}^{28}_{14}\text{Si}$ , ${}^{32}_{16}\text{S}$	$2,1 \times 10^9$	$3,6 \times 10^6$	0,4 années
Silicium	${}^{56}_{26}\text{Fe}$	$4 \times 10^9$	$3 \times 10^7$	1 jour

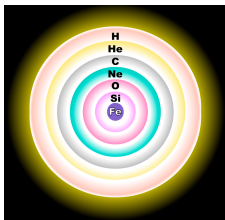


Figure 37 – Représentation de la structure en « oignon »

[https://fr.wikipedia.org/wiki/](https://fr.wikipedia.org/wiki/Supernova_II_effondrement_de_coeur)

Supernova\_II\_effondrement\_de\_coeur

- ▶ Coeur du **groupe du fer**
- ▶ La fusion s'arrête (car plus de création d'énergie)
- ▶ Le coeur de l'étoile refroidit
- ▶ La pression de radiation baisse
- ▶ La pression des électrons se maintient
- ▶ Quand le coeur de l'étoile atteint la Masse de Chandrasekhar  $1,4M_{\odot}$
- ▶ Effondrement gravitationnel du coeur
- ▶ **Supernova de type II**

# La Nucléosynthèse Explosive

## Les Naines blanches

### ► Caractéristiques

- Densité élevée
  - Masse :  $\lesssim M_{\odot}$  (/ jusqu'à 8)
  - Volume :  $\sim$  celui de la Terre
  - Masse Volumique :  $\sim 1 \text{ t cm}^{-3}$
- Température de surface élevée
  - Initialement  $> 100\,000 \text{ K}$
- Faible luminosité  $\sim \frac{1}{1000} L_{\odot}$
- Composition :  ${}^6\text{C}$  et  ${}^8\text{O}$

### ► Origine

- Étoile de masse  $< 8M_{\odot}$

### ► Formation

- Cœur de l'étoile parente
- Couches externes sont expulsées et formé une **nébuleuse planétaire**

### ► Évolution

- Si isolée
  - Très stabilité
  - se refroidir très lentement
  - Jusqu'à devenir une **naine noire**
- Sinon
  - Supernova de Type Ia