



LA MÉTALLURGIE

Qu'est ce que la métallurgie?

La métallurgie est la science qui étudie l'ensemble des procédés d'extraction, d'élaboration, de traitement par déformation, traitement thermique des métaux et leurs alliages.

L'origine du métal?

Des oxydes



Fe_3O_4
Magnétite




Fe_2O_3
Hématite

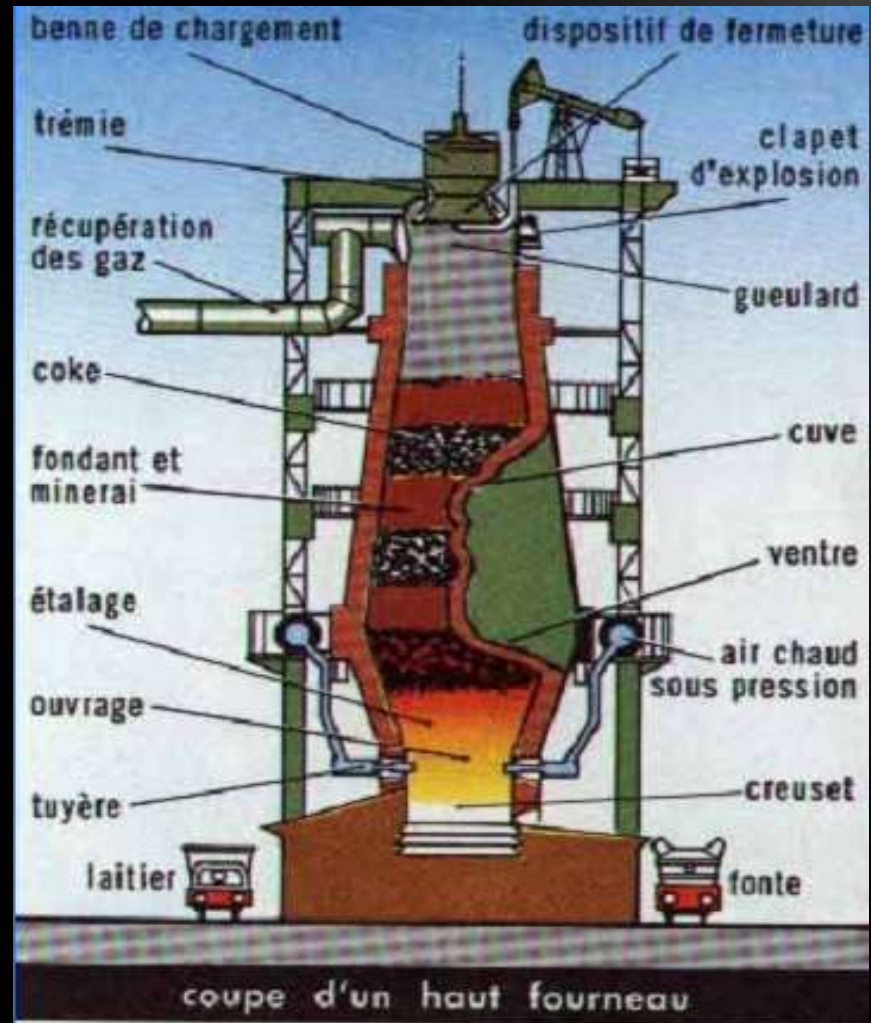
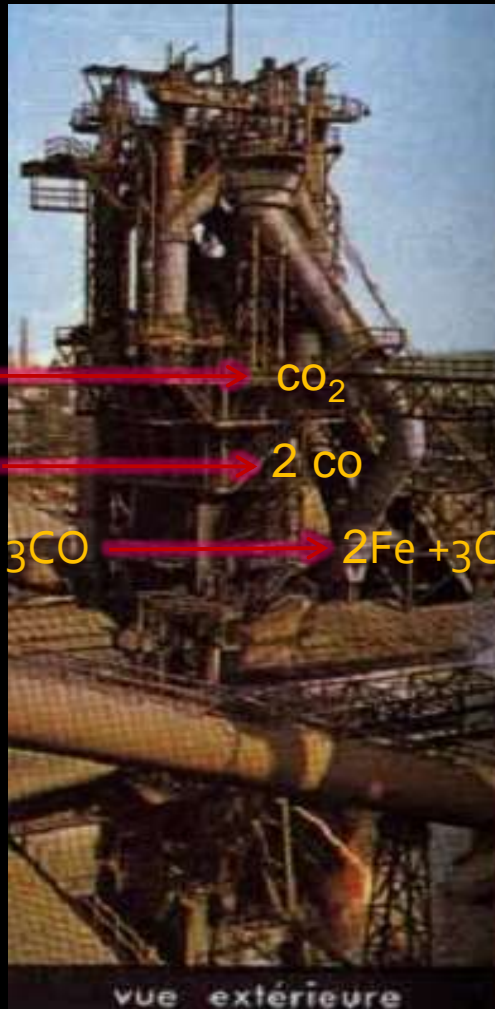


La sidérurgie

La sidérurgie est la métallurgie du fer qui consiste à extraire le fer ou ces alliages partir du minerai et leurs faire subir différents traitements à fin de fournir des produits semi- finis

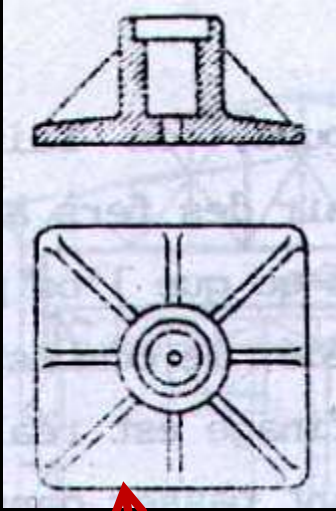


Haut –Fourneau:



Le carbone de la fonte obtenue est : $\text{C}\% = 2 \sim 6.67$

Elément de construction en fonte:

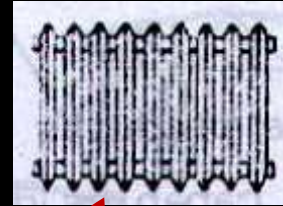


semelle d'appui
des poteaux

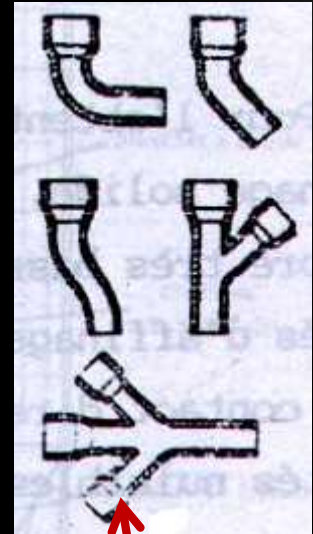


Les tuyaux

des poteaux



Radiateurs
de chauffage

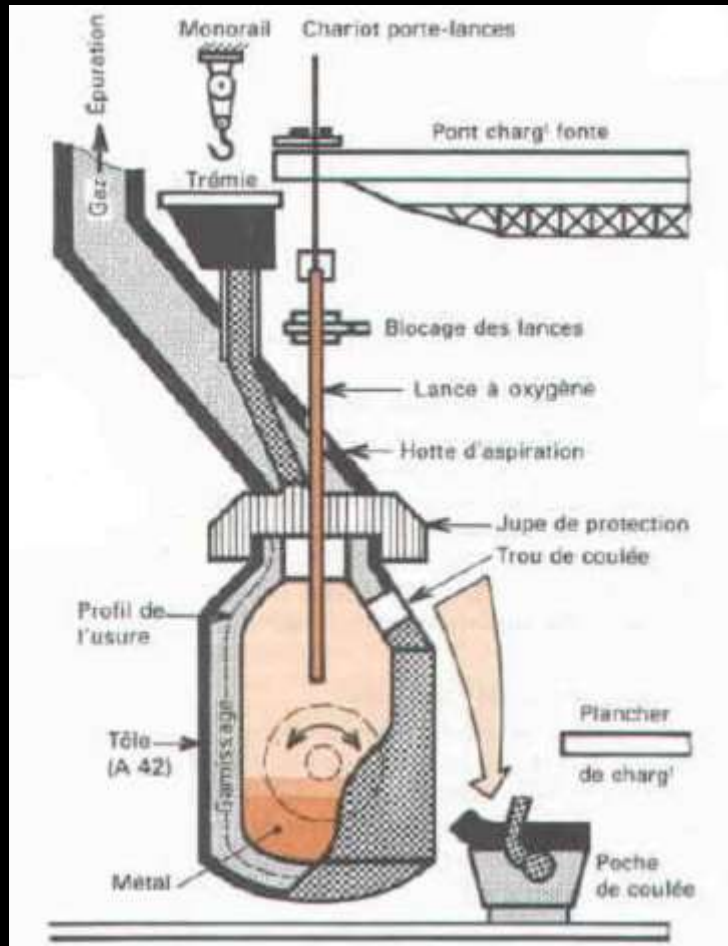


Pièces de
raccord pour
les tubes

Affinage par l'air aux convertisseurs:

La fonte liquide arrivant du mélangeur est versée dans le convertisseur, à travers lequel on souffle un intense courant d'air qui brûle les impuretés de la fonte.

Cette combustion dégage en même temps la chaleur nécessaire pour élever la température du bain depuis celle de la fonte en fusion (1200 °C) jusqu'à celle de l'acier (1600 °C).

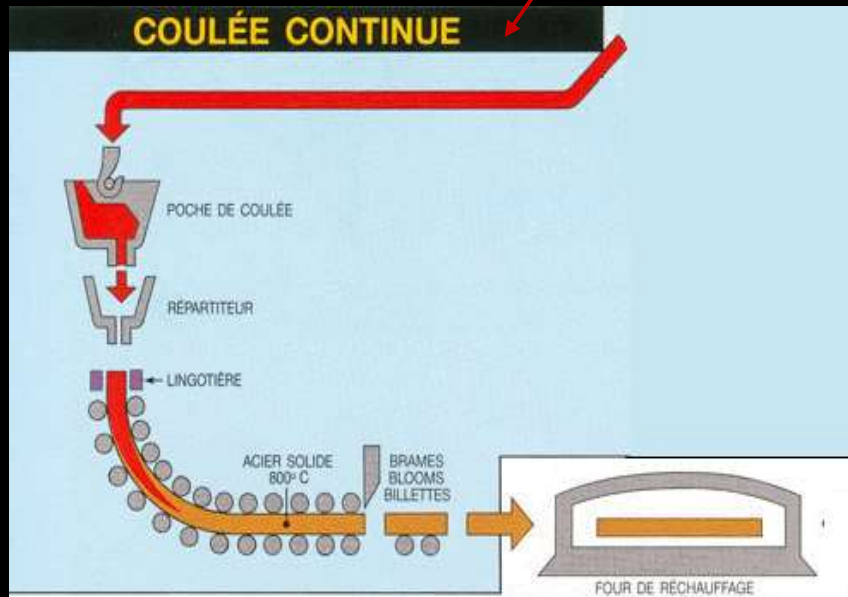


Aciérie à l'O₂

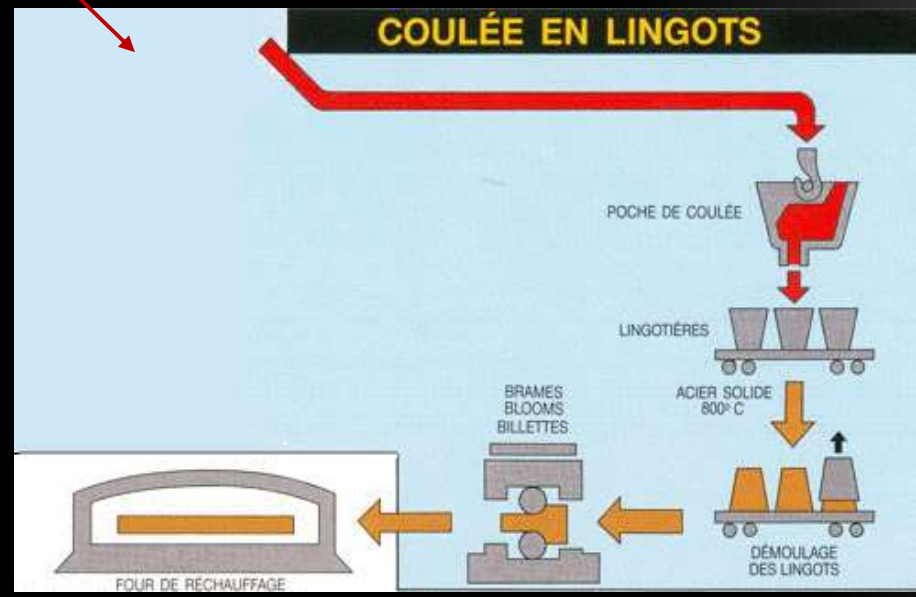
Aciérie électrique

La coulée

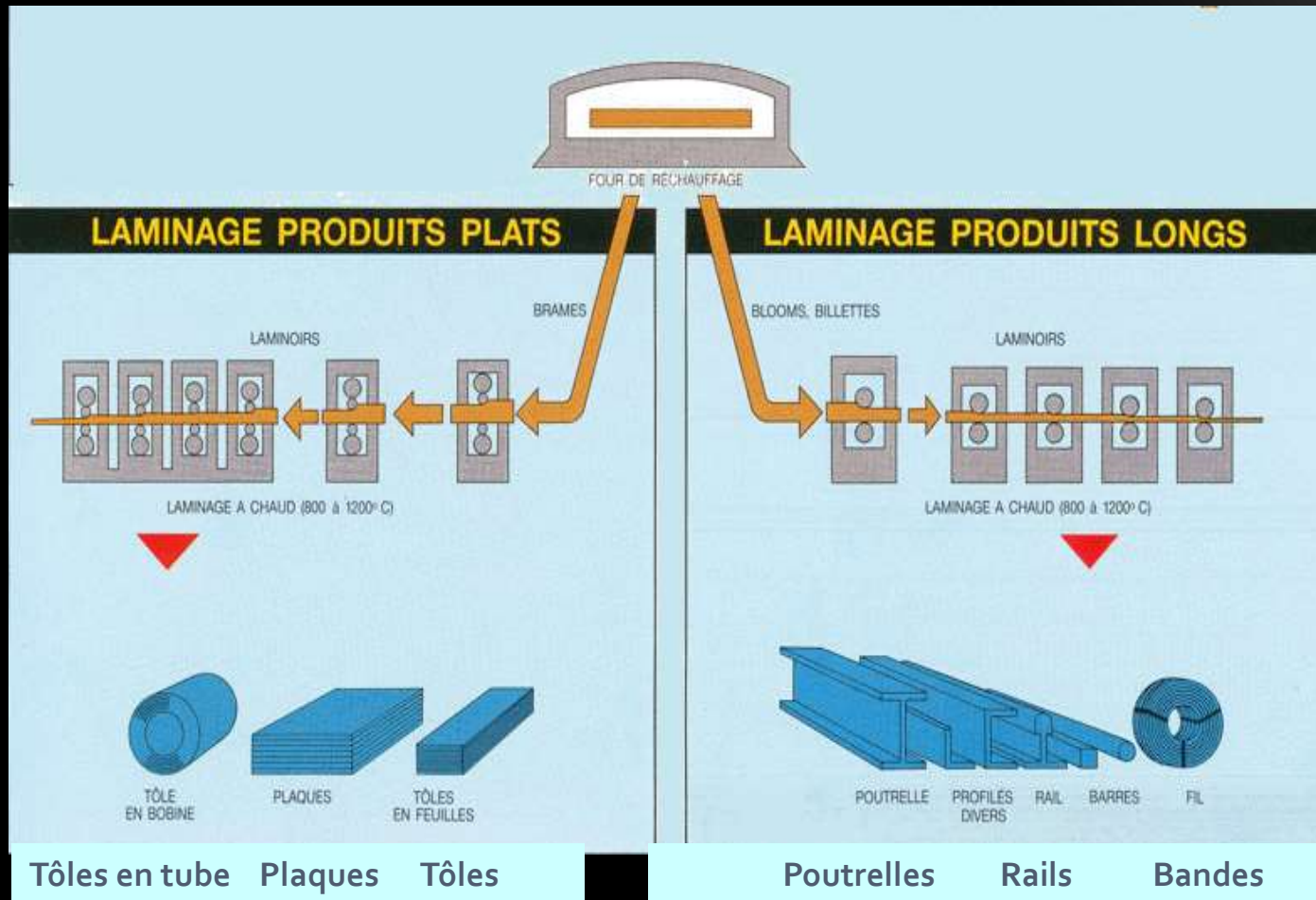
COULÉE CONTINUE



COULÉE EN LINGOTS



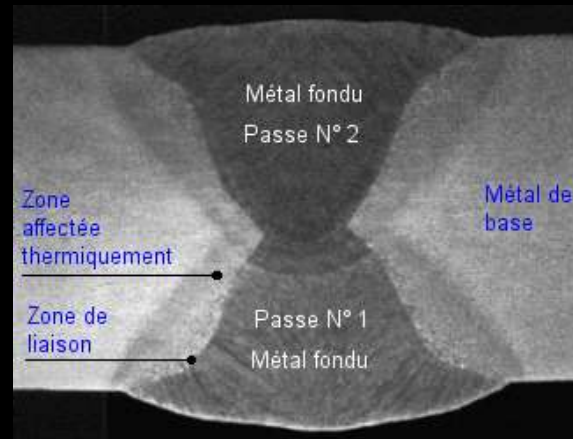
La mise en forme:



- tôles fortes: $Ep. > 4.76\text{mm}$
- tôles moyennes : $Ep. \text{ de } 3 \text{ à } 4.75 \text{ mm}$
- tôles minces : $Ep. \text{ à } 3\text{mm}$.

↑Alliage de fer, aciers, et fontes:

↑La structure:



Structure d'ensemble
ou macrographique

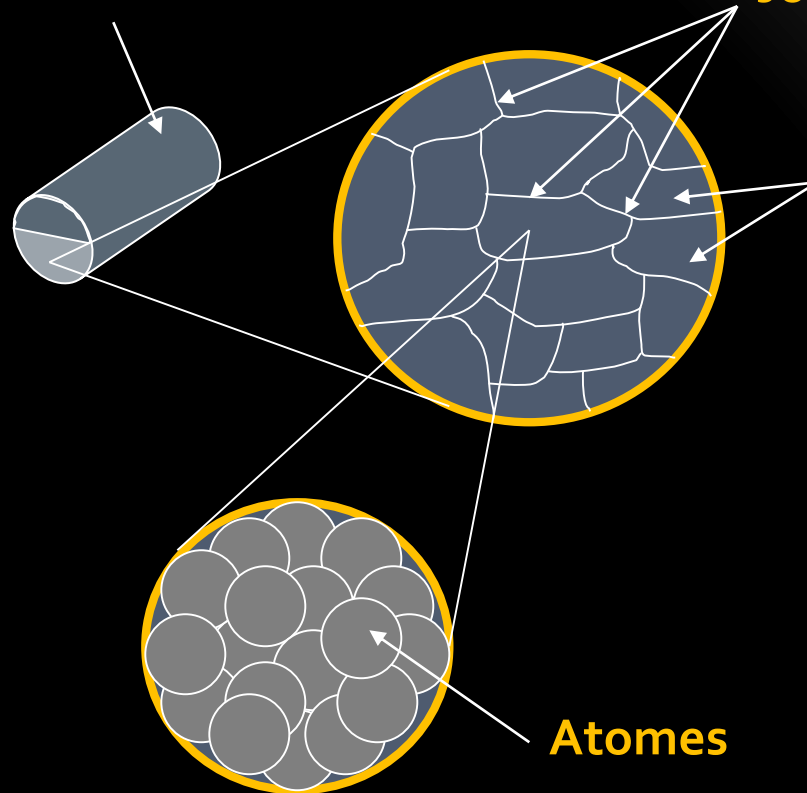
➤ L'examen macroscopique (examen à l'œil nu) ou macrographique permet de révéler la structure métallographique, (1mm).

Morceau de métal

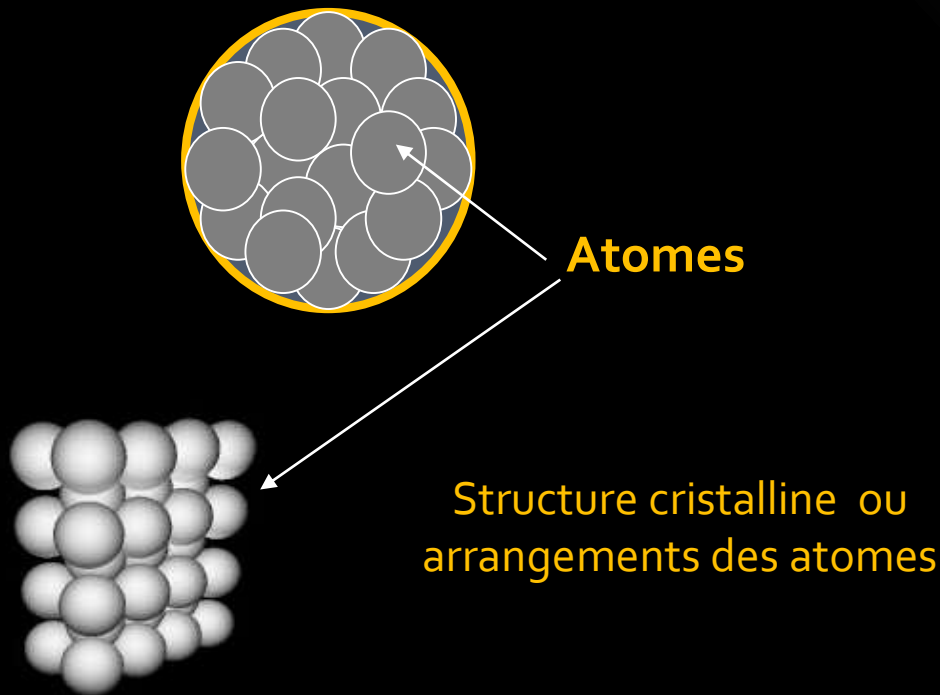
Joints de grain

Grains

Atomes



- Structure granulaire ou micrographique (0.001mm)
 - ❖ Chaque grain, correspond à un arrangement régulier d'atomes de la même orientation mais différentes de celle des grains voisins.
 - ❖ Les grains sont limités entre eux par des joints de de grains

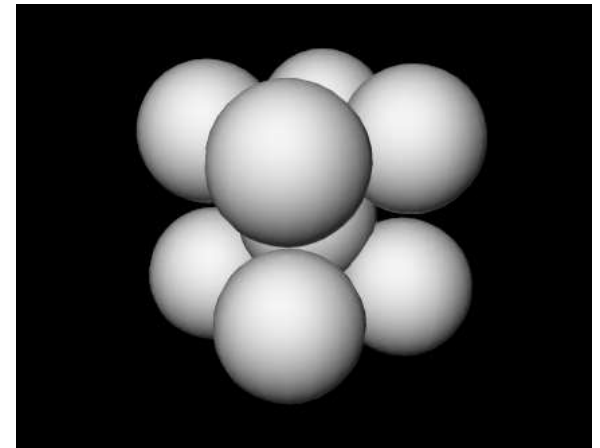
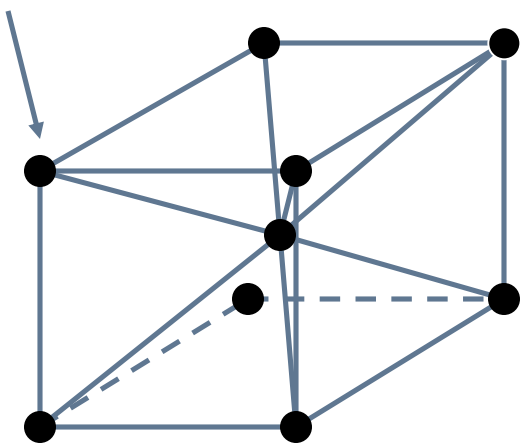


- ❖ Les atomes de chaque grain de fer forment un réseau très régulier, ayant une structure cubique. Selon la température, le fer pur existe sous deux formes:
- ❖ le fer α (alpha), qui a une structure cubique centrée;
- ❖ le fer γ (gamma), qui a une structure cubique à face centrée.

Structure cubique centré

- Lorsque la température est inférieure à 910°C , la structure du fer prend la forme d'un cube ayant un atome à chaque coin et un dernier au centre. C'est la raison pour laquelle on appelle cette structure cubique centrée ou CC.

9 atomes de fer (Fe)



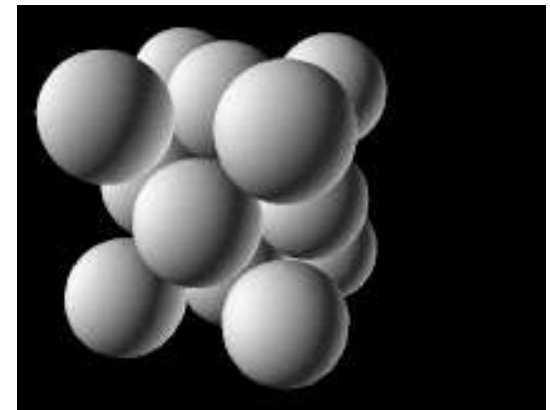
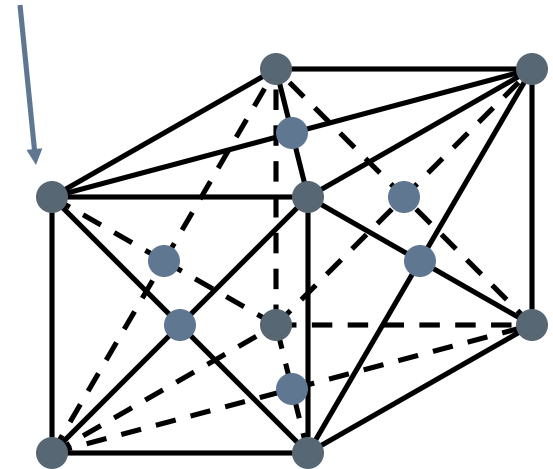


- Une des caractéristiques du fer est son magnétisme, mais il tend à le perdre lorsqu'il est chauffé. Ainsi, entre 723 et 910°C, le fer conserve sa structure alpha mais perd graduellement son magnétisme.

Structure cubique à face centrée

- Lorsque la température du fer se situe entre 910 et 1390°C, sa structure se transforme pour prendre la forme d'un cube ayant un atome à chaque coin (8) en plus d'un autre atome au centre de chacune des faces (6). Cette structure est appelée cubique à face centrée ou CFC.

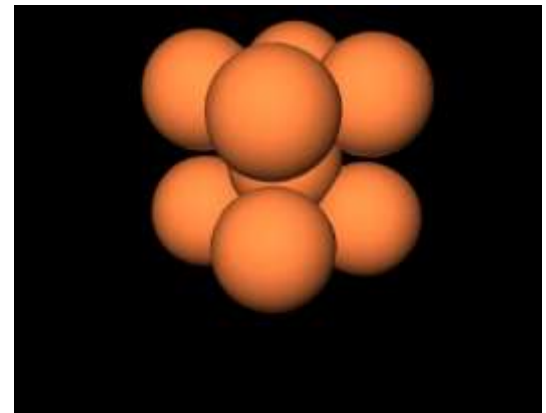
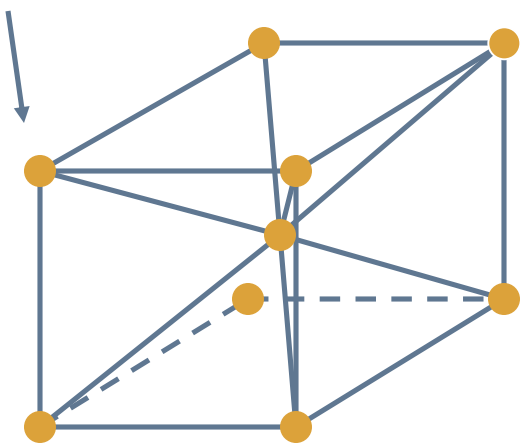
14 atomes de fer (Fe)



Structure cubique à face centrée

- Enfin, entre 1390 et son point de fusion, 1535 °C, le fer prend une autre forme qu'on appelle delta (δ) et qui possède également une structure cubique centrée.

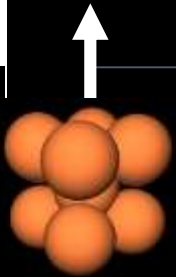
9 atomes de fer (Fe)



L'allotropie

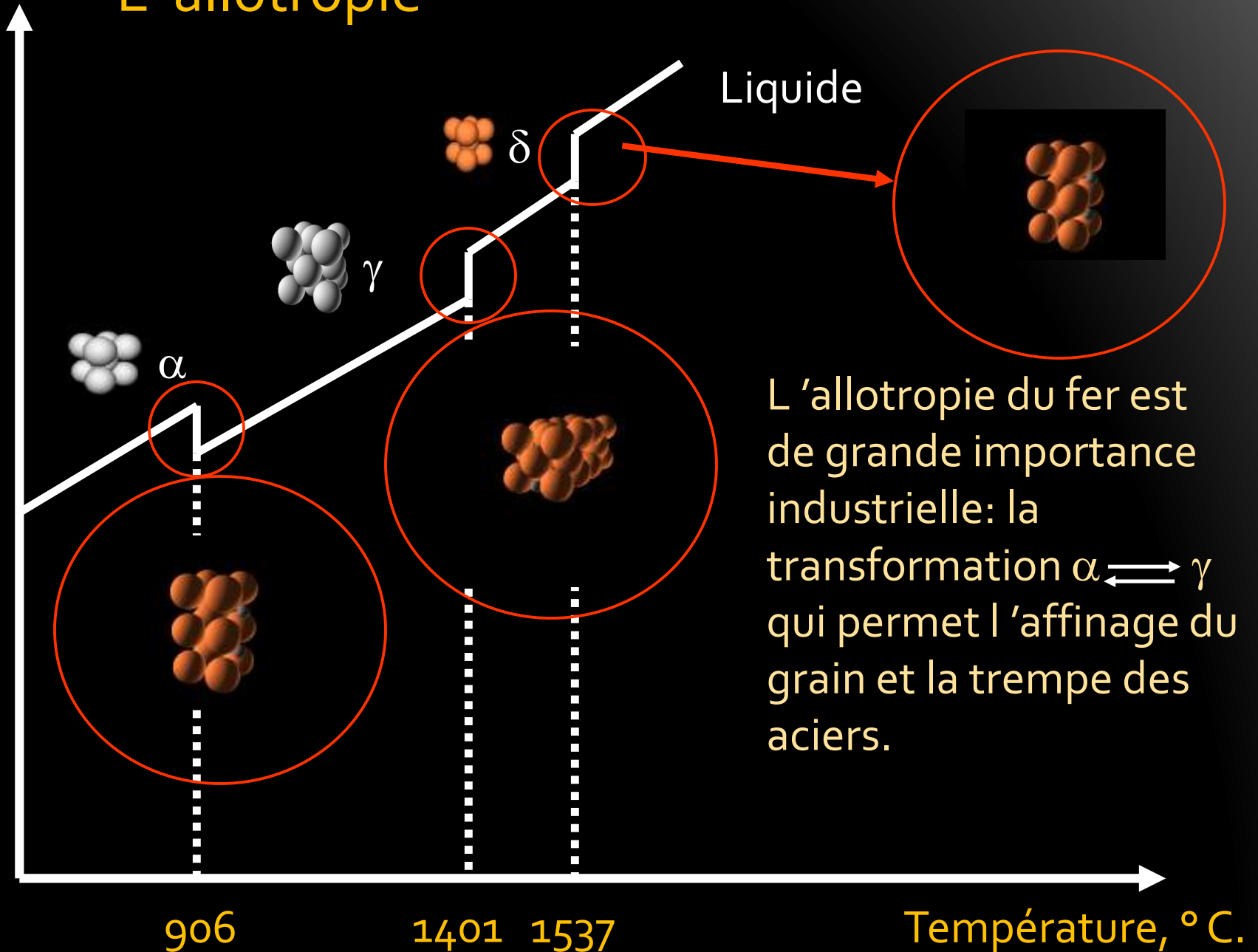
Il faut noter que le fer se présente sous trois formes cristallines: α , γ et δ

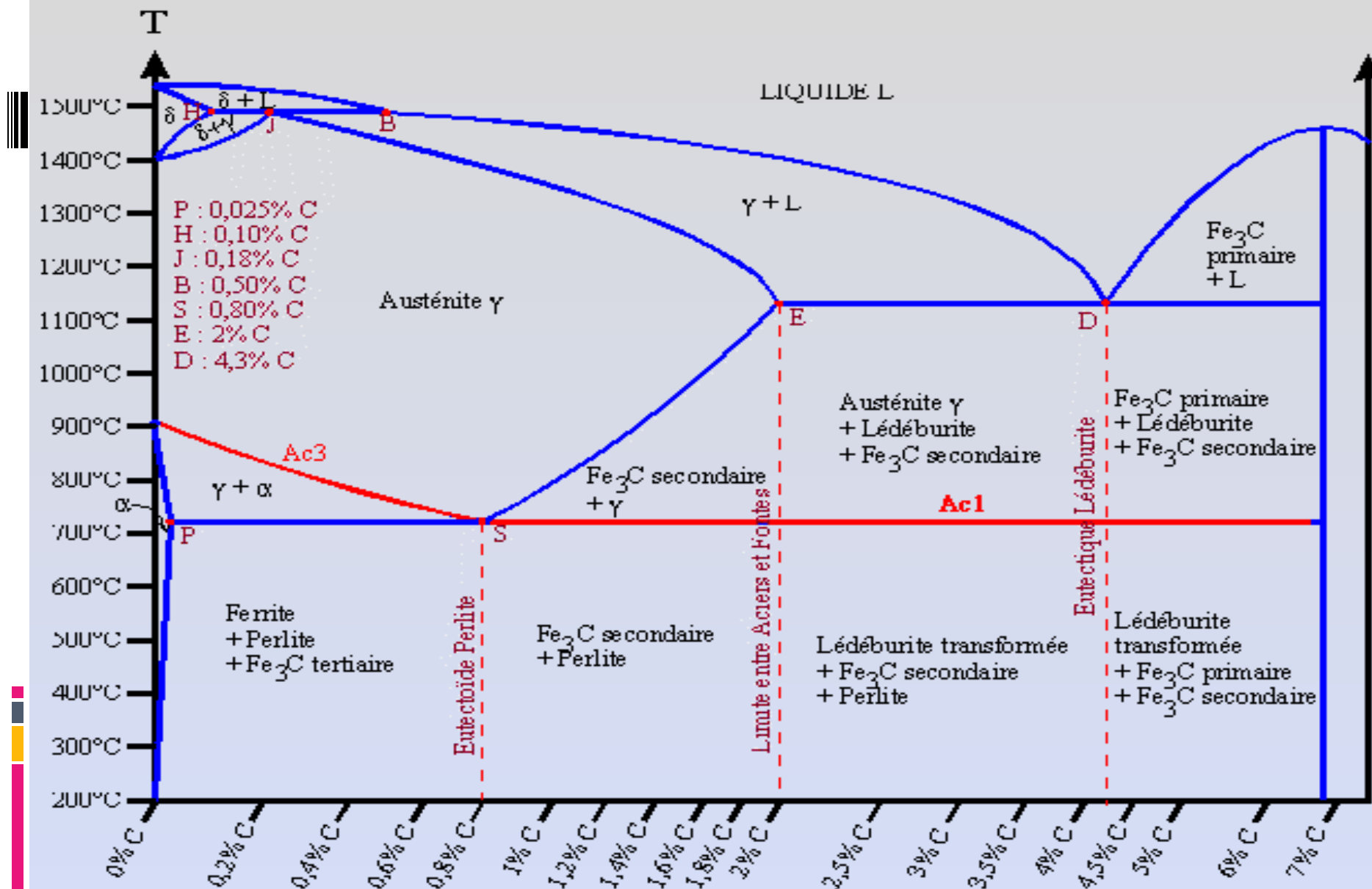
Un métal ne se cristallise pas nécessairement dans un seul système. Suivant les conditions de température, de pression, de composition, etc, il peut adopter diverses structures cristallines: c'est l'allotropie.



L'allotropie

Volume spécifique

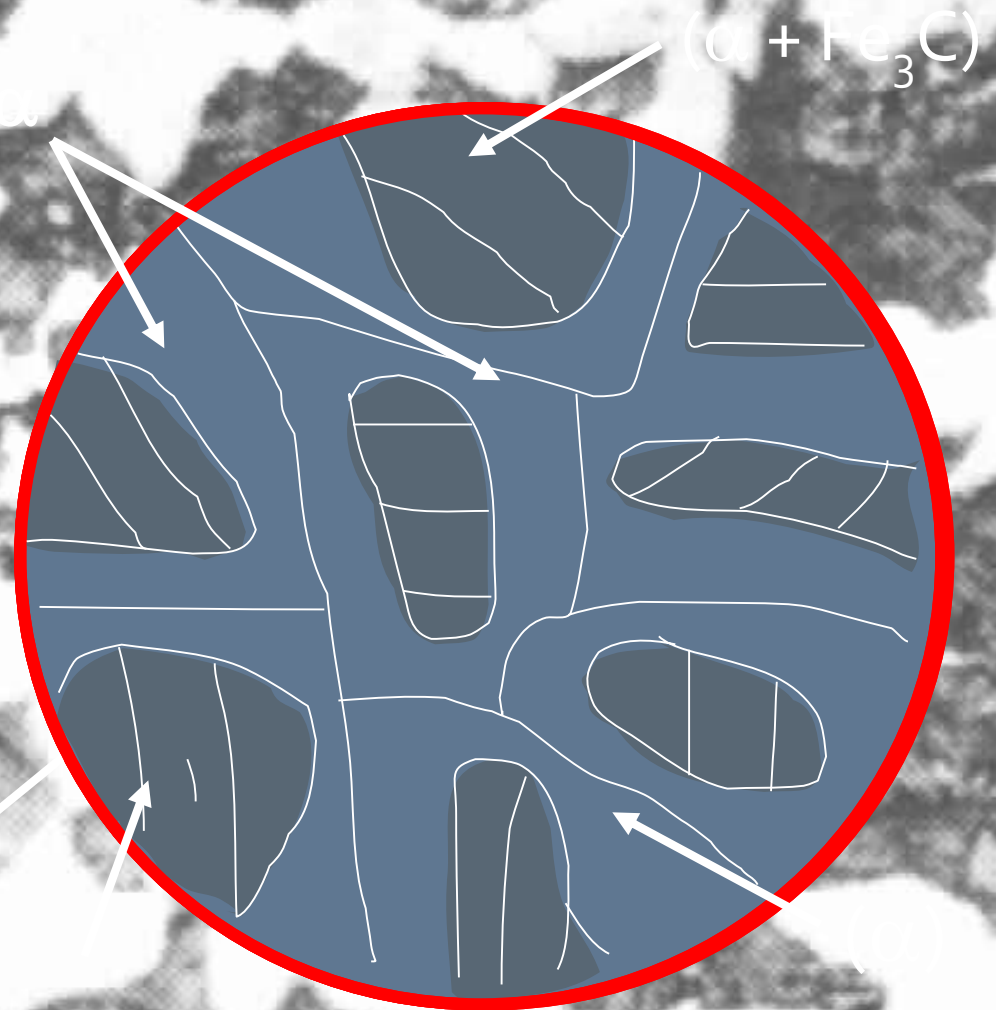




Aciers hypoeutectoïdes

Le produit final est une zone formée de transformation, caractérisée par une structure en lamelles d'alpha et de gamma enveloppées dans une phase ferritique (α).

seulement

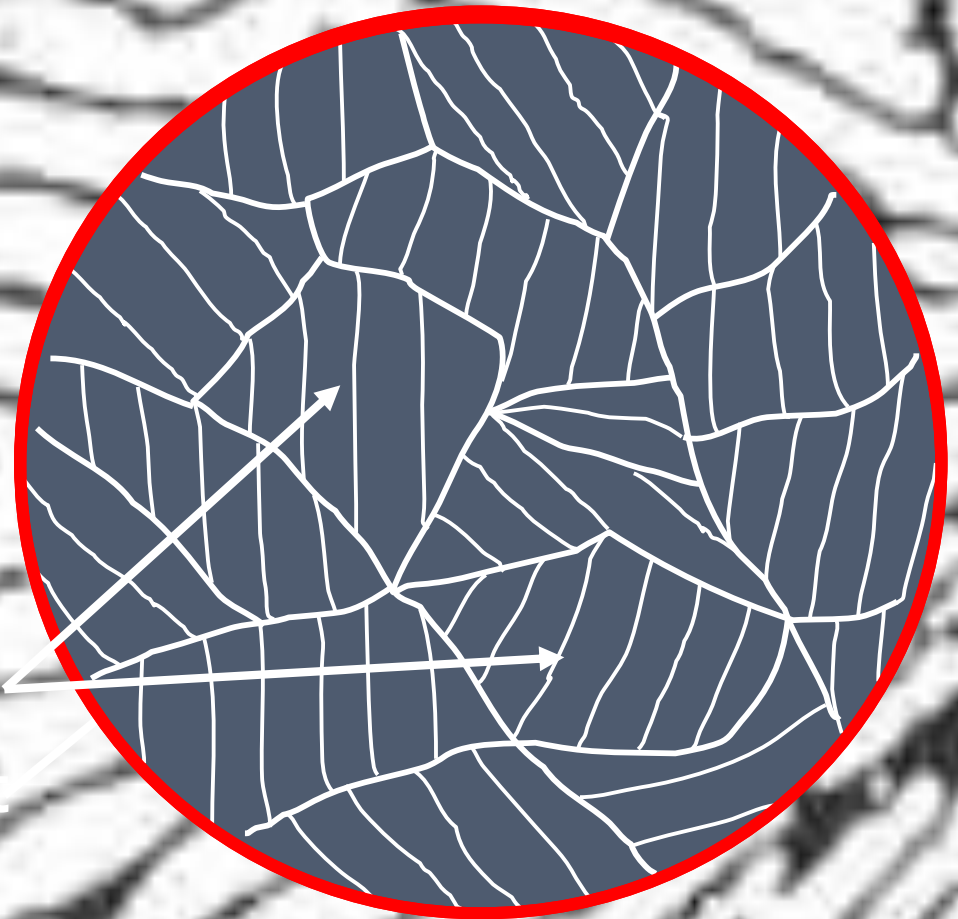


Aciers eutectoïdes

Austénite

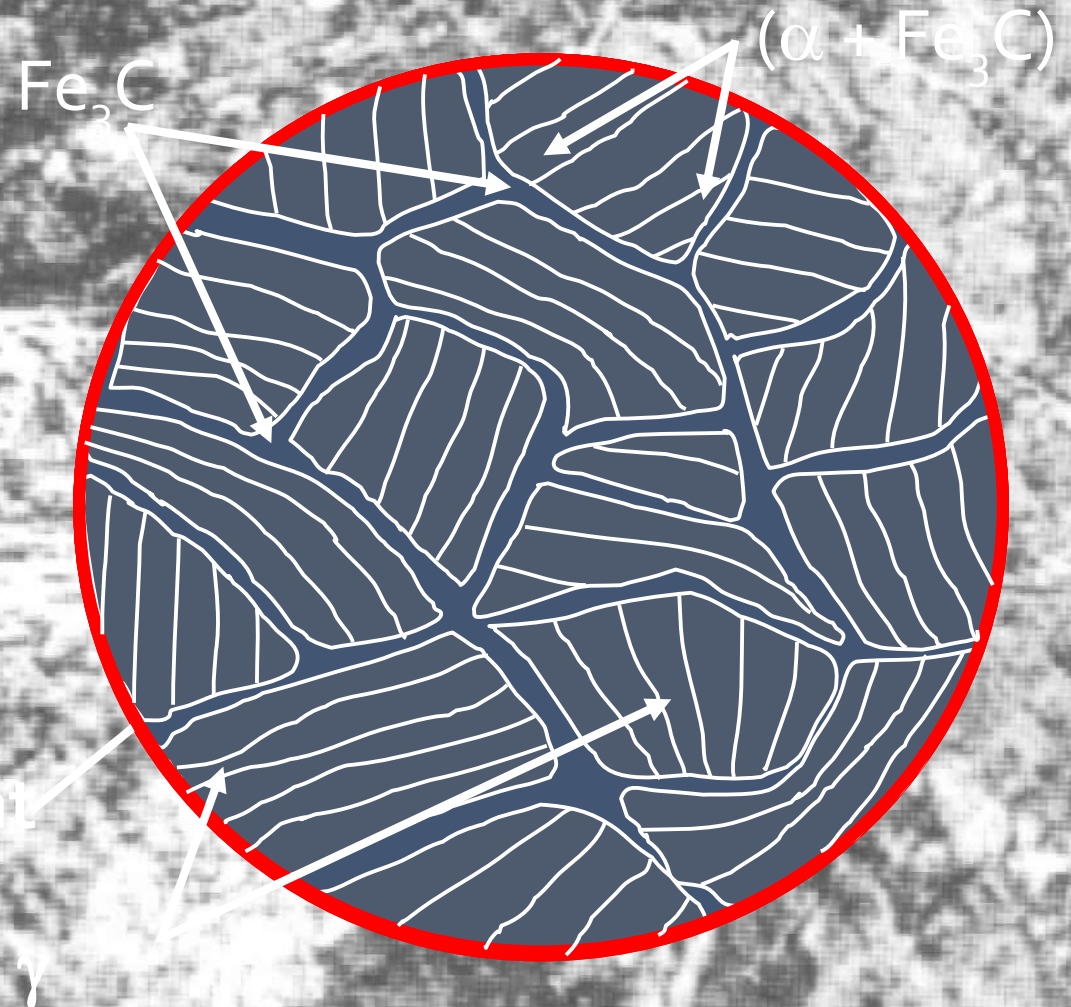
Le produit final est un acier formé de perlite seulement ($\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$), caractérisé par une structure en lamelles.

($\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$)
 γ seulement



Aciers hypereutectoïdes

Le produit final est un acier formé de perlite ($\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$) et de cémentite (Fe_3C) simultanée de fer gamma et de structure en lamelles cémentite enveloppées dans de la cémentite



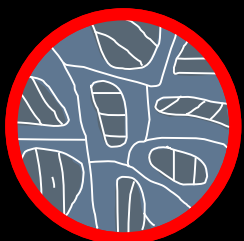
γ seulement



$\gamma + \alpha$

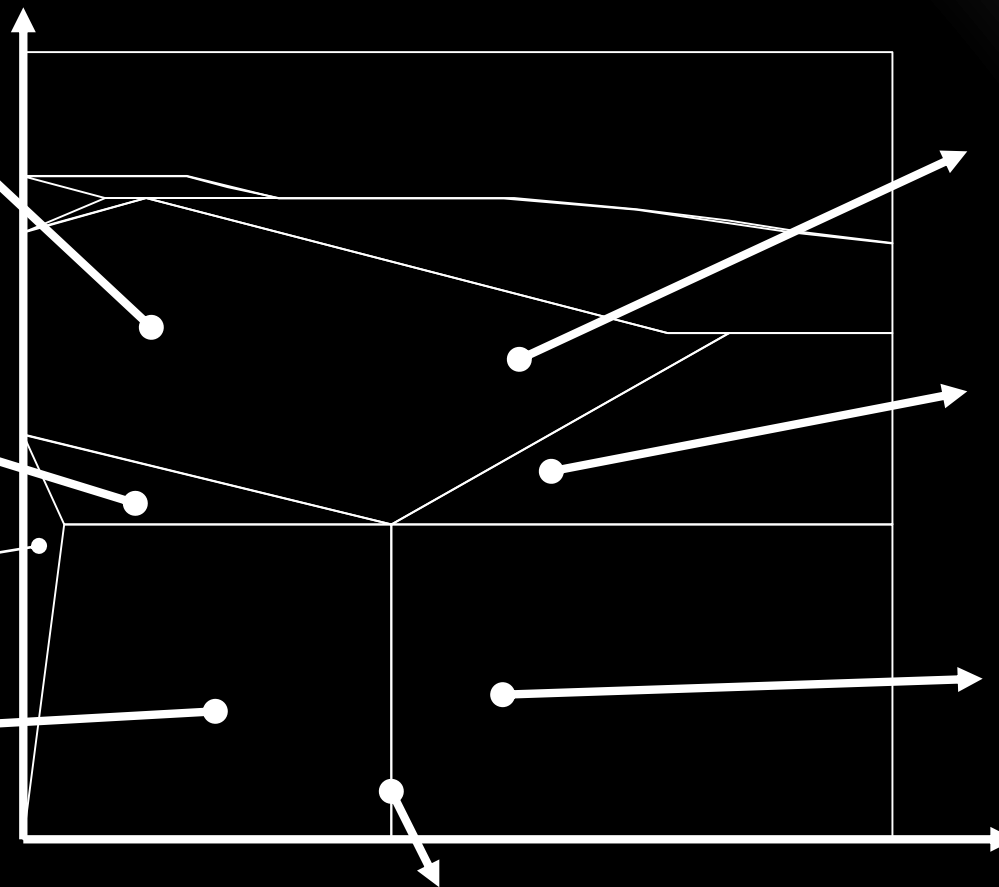


α

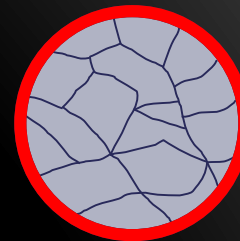


$\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$
(perlite)

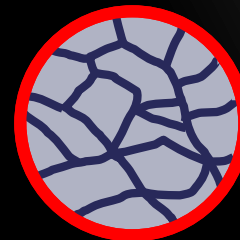
Composition
eutectoïde
0,8% de carbone



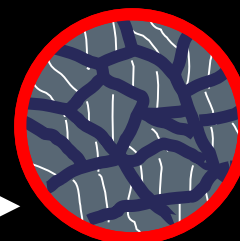
γ seulement



$\gamma + \text{Fe}_3\text{C}$



Fe_3C



$\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$
(perlite)

$\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$
(perlite) seulement

