

Chap III

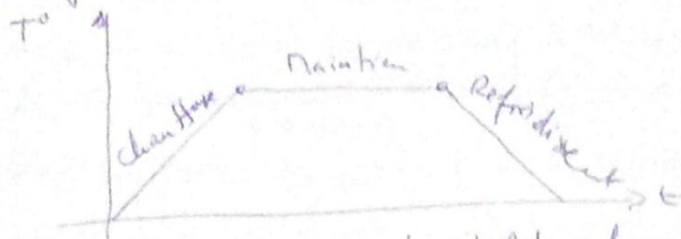
1

1

Propriétés au chauffage - Austénitisation

Les traitements thermiques sont réalisés dans le but d'améliorer les propriétés mécaniques des aciers (R_m, R_e, E, A) à travers l'affinement de la structure (grossier des grains) et l'élimination des tensions internes.

Un traitement thermique se divise en 3 opérations : chauffage, maintien et refroidissement.



Chauffage → trois méthodes :

- Conductivité : four résistive
- Convection : gaz ou liquide
- Rayonnement : chaleur rayonnée sur la pièce

* quantité de chaleur reçue par la pièce.

Il y a aussi une autre méthode de chauffage → par résistance ou induction électrique.

Au cours du chauffage, il faut éviter l'oxydation et la décarburation des aciers par utilisation de fours à atmosphères contrôlées (gaz neutre, sous vide) ou dans des bains de sel fondus de composition alliages métalliques.

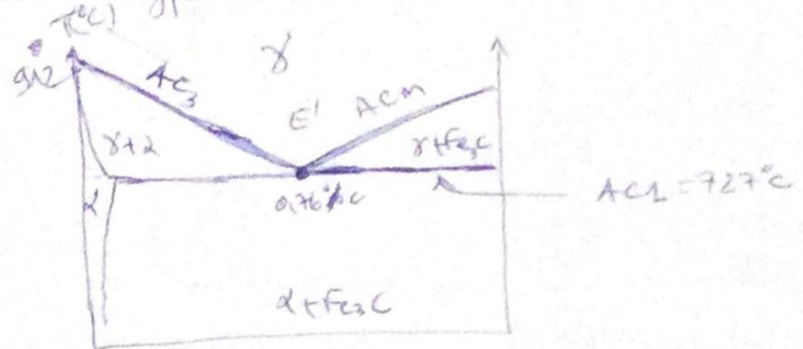
1 - Grossier du grain austénitique :

L'austénitisation consiste à transformer en acier en austénite (γ) par chauffage qui peut être :

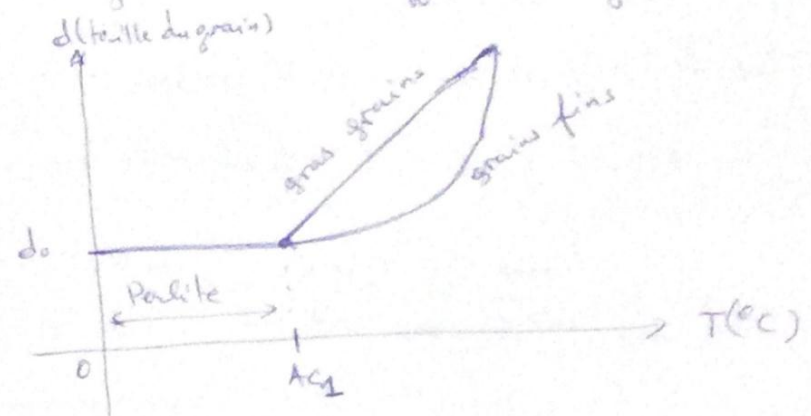
- lent : $3 - 10^\circ\text{C/min}$
- normal : 50°C/s
- rapide : $> 50^\circ\text{C/s}$

②

- Acier hypoeutectoïde : le dessus de $(AC3 + 50^\circ C) \rightarrow 727^\circ C$ vers $900^\circ C$
- Acier eutectoïde et hypereutectoïde : $AC1 + 50^\circ C \rightarrow 727^\circ C$ vers $800^\circ C$

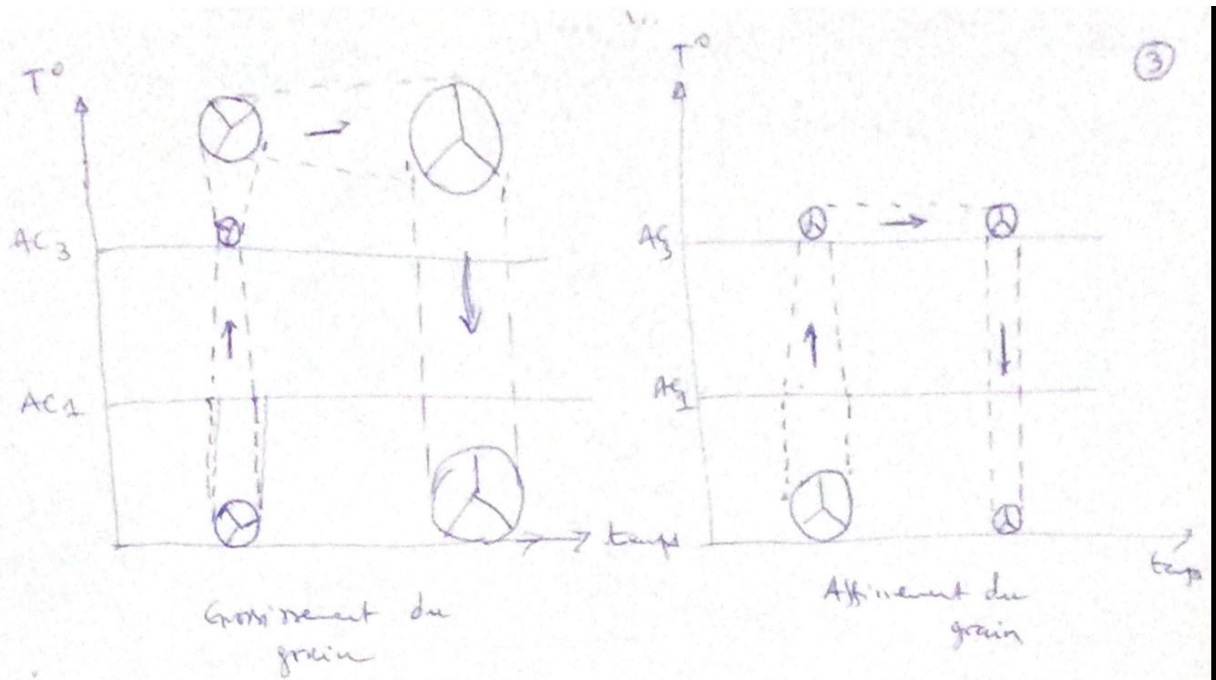


Si T est portée au dessus de $AC1 \rightarrow$ des germes de γ se forment à l'interface $\alpha - Fe_3C$ et croissent par retransformation totale en γ .
 En augmentant la T° ou en (maintenant) la durée à une T° donnée, prolongeant
 on peut contrôler la grosseur du grain (cristallisation).
 La taille initiale d_0 du grain a aussi un effet sur le grossissement en dessous de $AC1$.



- Aciers hypoeutectoïdes : la croissance et recristallisation par la plage de ferrite dans l'intervalle $AC1 - AC3$
- " hypereutectoïdes : " " " " les particules de carbone dans l'intervalle $AC1 - Acm$.

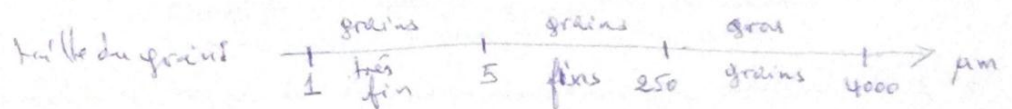
Les éléments d'alliage contraindrigènes (Ti, V, Zr, Nb, W, Mo) ralentissent aussi la cristallisation et freinent la croissance des grains austénitiques.



- De $T_{\text{critique}} \rightarrow AC_1$: la taille du grain ne change pas
- De $AC_1 \rightarrow AC_3$: " " diminue
- A AC_3 : " " ne change pas
- De AC_3 et plus : " " augmente

La taille des grains est conservée à la vitesse de refroidissement.

Les bonnes propriétés sont obtenues par l'austénite trempée à grain fin.



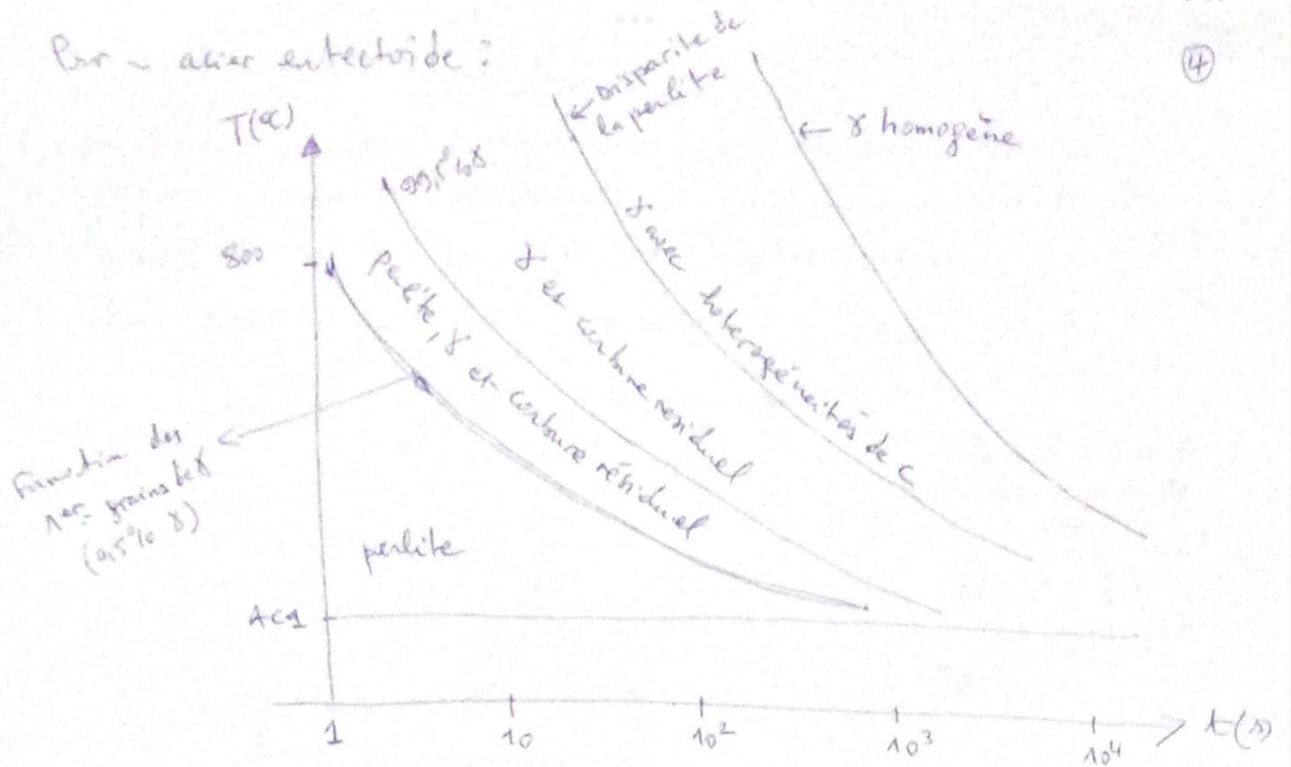
2. Diagramme d'austémittisation

Lors du chauffage, l'obtention de l'austénite homogène dépend de la vitesse du chauffage et du temps de maintien (t_m) et de la T° de maintien.

Un bon compromis entre ces paramètres permet d'avoir une austénite homogène et à grains fins.

Plus la vitesse de chauffage est rapide, plus l'affinement des grains est prononcé.

Par - avec eutectoïde :

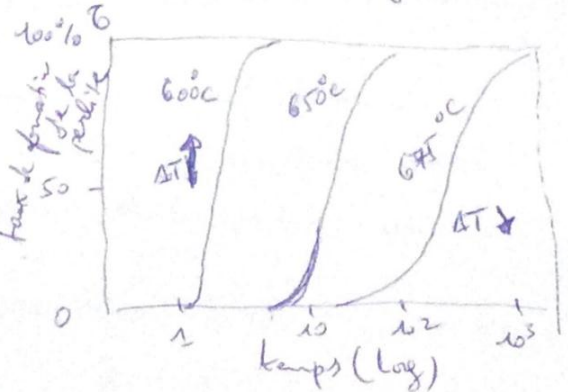


Plus T est élevée $\Rightarrow$ disparition et disparition des constituants à des temps de maintien plus courts.

3- courbes TTT : transformation temps-température.

3-1: Taux de formation de la perlite au cours de la trempe et maintien isotherme

on réalise le trempé du domaine austénitique vers une $T^0 < T_{E1}$, et on enregistre le taux de formation ϕ de la perlite en fonction du temps, on remarque que les courbes présentent une forme en S. Plus $\Delta T = T_{E1} - T_{trape}$ est grande plus la perlite met moins de temps pour se former. La forme en S est plus décalée vers le $\Delta T \downarrow$.



$$\Delta T = T_{E1} - T_{trape}$$

3-2: Construction des courbes T-T-T

on réalise une série d'expériences à $\neq T$ de temps et on projette l'ensemble des courbes du taux de formation de la perlite sur un diagramme température-temps.

Pour l'acier eutectoïde (0,76% C), on aura :

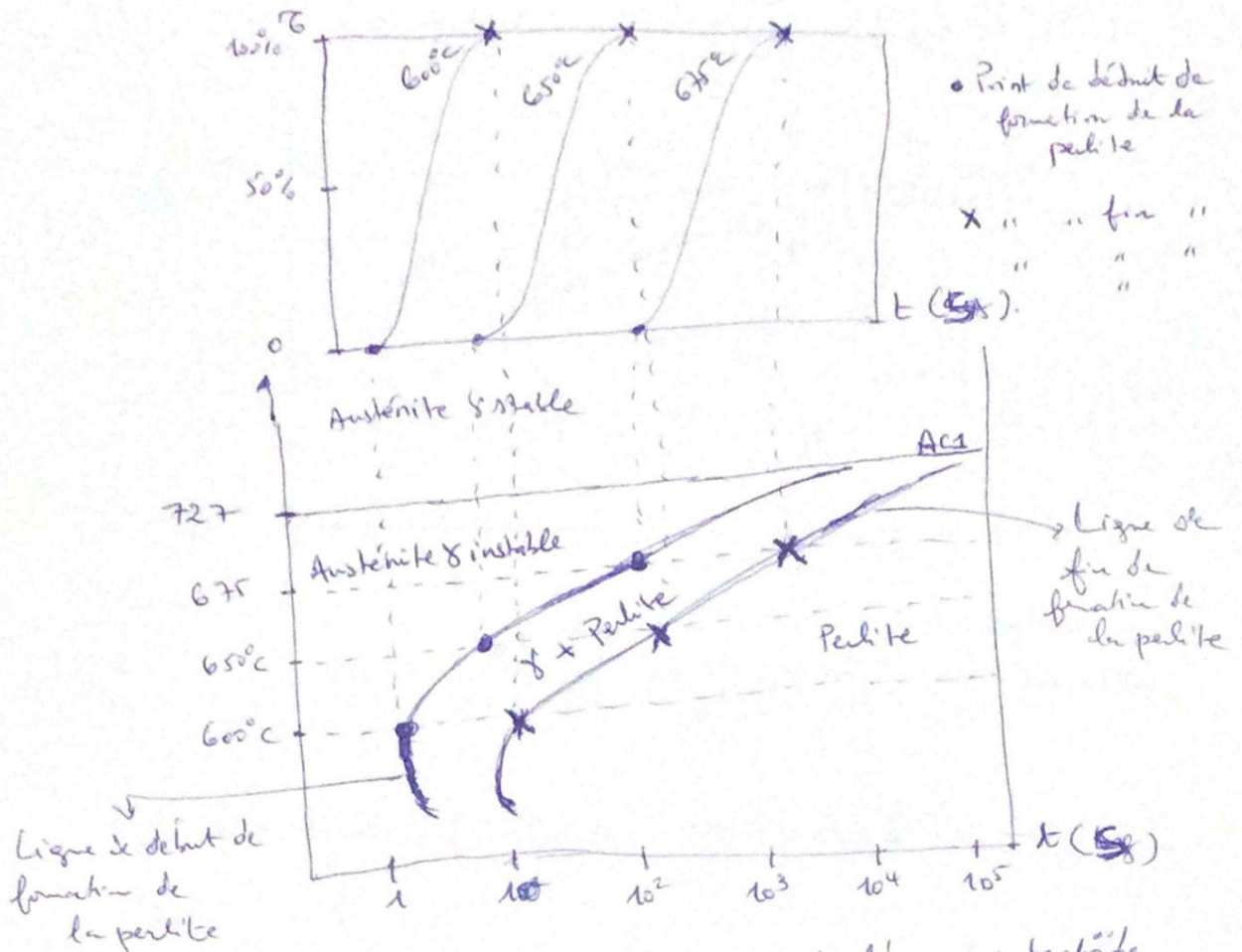
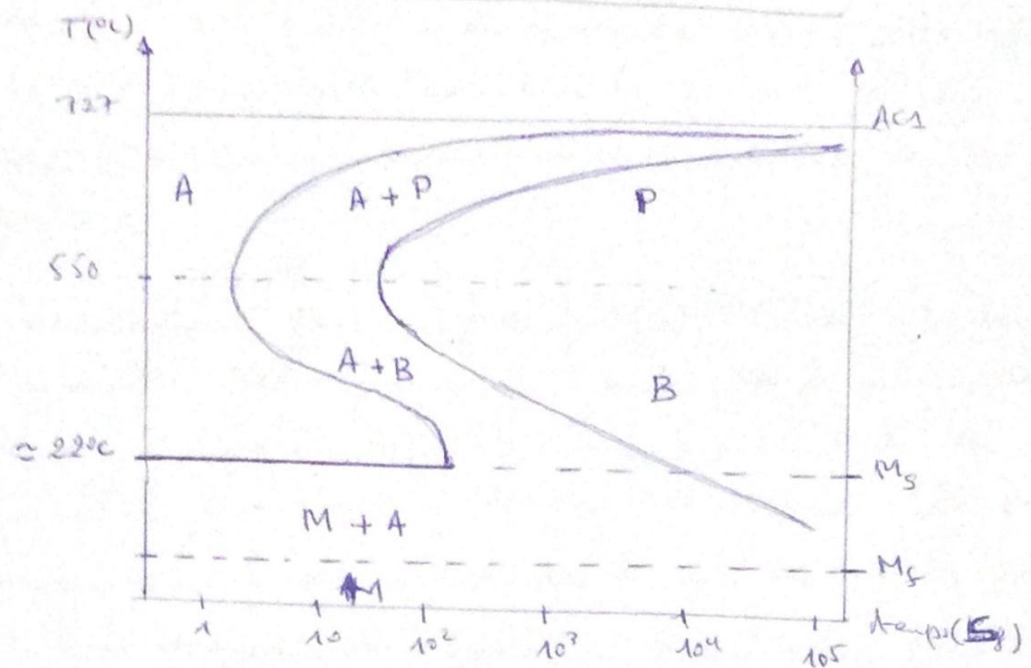


Diagramme T-T-T de l'acier eutectoïde

- Ce diagramme T-T-T est appelé diagramme de refroidissement isotherme car l'échantillon est maintenu à T° constante après trempe pour donner le temps nécessaire à la perlite pour se former.
- le temps de formation de la perlite dépend de la température.
- les lignes de début et fin de formation de la perlite sont presque parallèles et s'approchent de AC_1 de manière asymptotique

- ⑥
- Au cours de sa formation, la perlite présente 2 p-structures selon la température :
 - Haute T° ($\approx 700^{\circ}$) : perlite grossière (grs grains) : relativement douce
 - Basse T° ($\approx 550^{\circ}$) : " fine (grains fins) : " dure

3-3 : Diagramme complet T-T-T de l'acier eutectoïde



M_s : T° de début de formation de la martensite

M_f : " " fin " " " " " "

A : Austénite

P : Perlite

B : Bainite

M : Martensite

- Perlite grossière ($\sim T_E'$) : larges domaines

- " fine ($\sim 550^\circ\text{C}$) : petits domaines



(7)

- Bainite : particules de Fe_3C élongées dans la ferrite α ($T < 550^\circ\text{C}$)

- Le chauffage de la perlite ou de la bainite à des T° juste inférieures à T_E' à des temps élevés conduit à la formation de la sphéroïdite, constituée de grains sphériques de Fe_3C dans la ferrite α .

- La martensite se forme par trempe de l'austénite vers la T° ambiante. Elle se produit par cisaillement de la maille CFC de γ à cause du choc thermique conduisant à la formation d'une structure tétragonale centrée. Elle est très dure mais fragile $\rightarrow$ ne peut pas être utilisée pour les applications.
Un traitement supplémentaire (revenu) $\rightarrow \alpha(\text{C.C.}) + \text{Fe}_3\text{C}$ (Perlite).

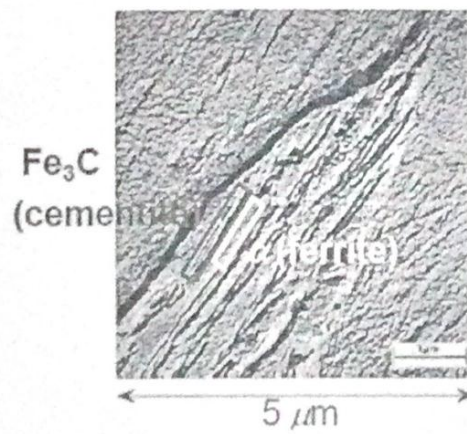
Perlite grossière



Perlite fine



Bainite



Sphéroïdite

