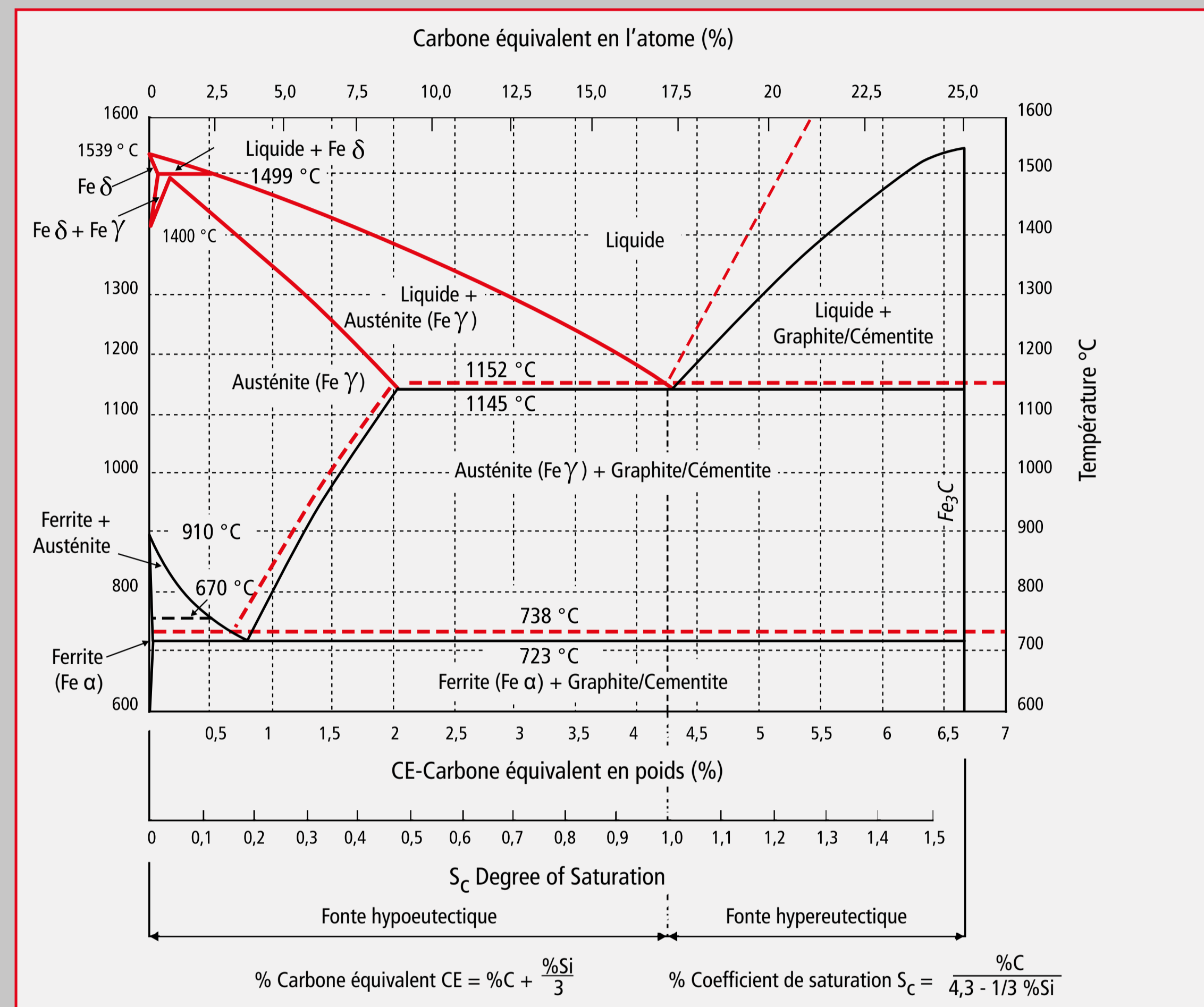


DIAGRAMME FER – CARBONE



INTERPRÉTATION DE LA SOLIDIFICATION SUIVANT LES COURBES DE REFROIDISSEMENT

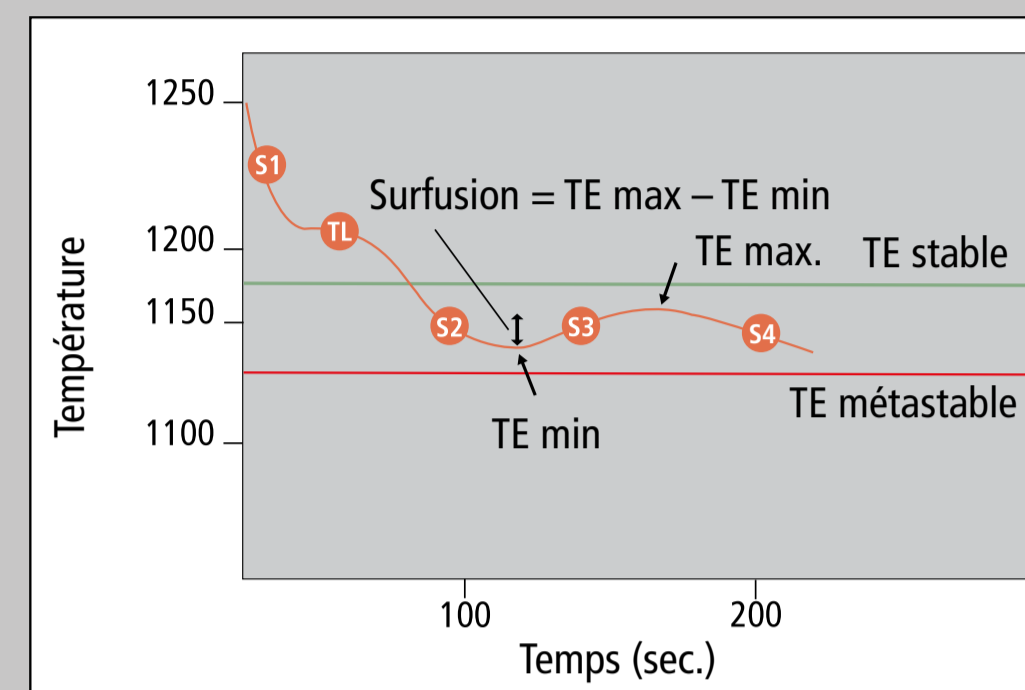


Figure 1. Courbe de refroidissement d'une fonte inoculée.

La qualité métallurgique d'une pièce en fonte dépend de son mode de solidification qui peut être modifié par l'inoculation. Les courbes de refroidissement peuvent être interprétées comme suit :

S1 Apparition du solidification.

TL Température Liquidus. La première phase solide se forme. Pour les fontes hypo-eutectiques, l'austénite précipite. Pour les fontes hypereutectiques, le graphite primaire précipite. Diffère suivant le % de silicium.

S2 Apparition de la formation de graphite.

TE stable Température de solidification de l'eutectique Fer-Graphite.

TE métastable Température de solidification de l'eutectique Fer-Cémentite.

TE min. L'austénite et le graphite continuent à croître, l'inoculation augmente cette température.

Surfusion Une surfusion trop importante favorise l'apparition des carbures. L'inoculation augmente TE min et réduit la surfusion.

S3 Recalescence. Augmentation de la température de l'alliage, pendant le cycle de refroidissement.

TE max Température maximum de l'eutectique. Détermine la recalescence ($R = TE \text{ max} - TE \text{ min}$), influence la graphitisation.

S4 Seconde étape de la solidification. La formation des micro-porosités est reliée à cette portion de la courbe.

L'EFFET DE L'INOCULATION

L'inoculation modifie le profil de la courbe d'analyse thermique de sorte qu'elle rejoint le mode de solidification stable (graphitique).

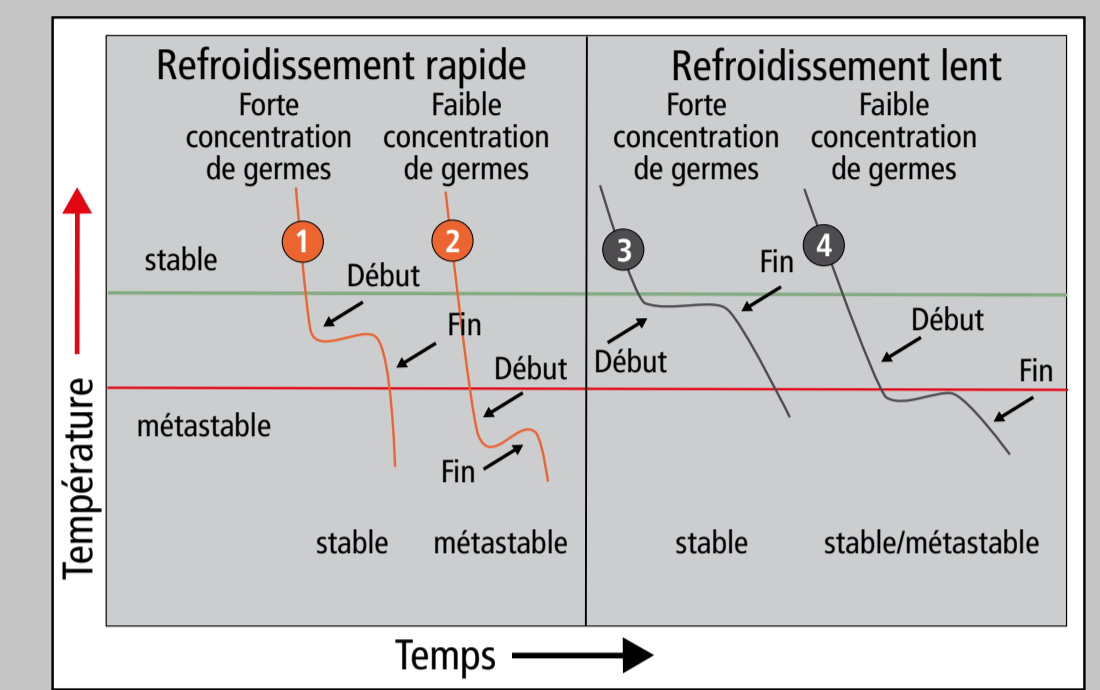


Figure 2. Pour un refroidissement rapide ou lent, l'inoculation rehausse les températures de TE min. permettant un mode de solidification stable (graphitique).

(1) Courbe de refroidissement rapide d'une fonte inoculée. TE min. > TE métastable, favorisant l'apparition d'une fonte grise.

(2) Courbe de refroidissement rapide d'une fonte non inoculée. TE min. < TE métastable, favorisant l'apparition d'une fonte blanche.

(3) Identique à la précédente mais inoculée, la structure est entièrement graphitique.

(4) Pour une pièce épaisse, courbe de refroidissement lent d'une fonte non inoculée. Un mélange des structures graphitique/carburée est obtenu.

SELECTION DES INOCULANTS POUR LA PRODUCTION DE PIÈCES EN FONTE A GRAPHITE LAMELLAIRE

Priorité	Action
1	Prévention de fonte carburée ou blanche
2	Améliore la forme du graphite de type A (améliore les propriétés mécaniques)
3	Retarde l'évanouissement des germes
4	Réduit les micro-retassures
5	Réduit la flottation du graphite
6	Minimise les défauts gazeux
7	Élimine la peau ferritique
8	Autres

Effet des éléments actifs des inoculants pour les fontes lamellaires.

Aluminium
Favorise la formation de ferrite. Neutralise l'azote.

Calcium
Favorise la germination du graphite. Réduit la tendance à la trempe.

Barium
Favorise fortement la graphitisation. Réduit l'évanouissement de l'effet inoculant.
Produits Foseco: **INOCULIN* 320, 360**

Strontium
Élimine les carbures sans augmenter le nombre de cellules eutectiques (réduisant la formation des retassures).
Produits Foseco: **INOCULIN 33, 33X, SR50**

Zirconium
Neutralise l'azote et améliore l'inoculation. Bonne solubilité de l'inoculant grâce à la présence de manganèse qui réduit le point de fusion de l'inoculant.
Produits Foseco: **INOCULIN 80, 25, 90, 250, 900**

Cérium et autres terres rares
Augmentent le nombre de cellules eutectiques et réduisent l'évanouissement de l'effet inoculant.
Produits Foseco: **INOCULIN 920, 940**

SELECTION DES INOCULANTS POUR LA PRODUCTION DE PIÈCES EN FONTE A GRAPHITE SPHEROÏDALE

Priorité	Action
1	Prévention de fonte carburée ou blanche
2	Améliore la forme du graphite
3	Augmente le nombre de sphéroïdes
4	Réduit l'évanouissement des germes
5	Élimine les micro-retassures
6	Minimise les défauts gazeux
7	Élimine la peau ferritique
8	Autres

Effet des éléments actifs des inoculants pour les fontes sphéroïdales.

Aluminium
Favorise fortement la formation de ferrite. Pour les pièces minces, un inoculant contenant 4% d'aluminium est utilisé (INOCULIN 540).
Produits Foseco: **INOCULIN 540**

Calcium
Améliore la germination du graphite. Réduit la tendance à la trempe.

Barium
Favorise fortement la graphitisation. Réduit l'évanouissement de l'effet inoculant. Risque de formation de crasses lorsque ajouté en excès.
Produits Foseco: **INOCULIN 320, 360**

Bismuth
Toujours ajouté en présence de terres rares pour contrecarrer son effet anti-sphéroïdant, le bismuth augmente fortement le nombre de sphéroïdes et réduit leur taille, minimisant leur flottation. Élimine la formation de carbures.
Produits Foseco: **INOCULIN 400, 440, 460**

Strontium
Le strontium est contenu dans un FeSi de haute pureté. Il élimine les carbures sans trop augmenter le nombre de sphéroïdes. A ne pas utiliser avec des FeSiMg contenant des terres rares.
Produits Foseco: **INOCULIN 33, 33X, SR50**

Zirconium
Neutralise l'azote et améliore l'inoculation. Bonne solubilité de l'inoculant grâce à la présence de manganèse qui réduit le point de fusion de l'inoculant.
Produits Foseco: **INOCULIN 80, 25, 90, 250, 900**

Cérium et autres terres rares
Augmentent sensiblement le nombre de sphéroïdes. Réduisent l'évanouissement de l'effet inoculant. INOCULIN 920 contenant du Lanthane seulement, améliore la capacité intrinsèque d'auto-alimentation des fontes GS. Produits Foseco: **INOCULIN 920, 940**