

LTI M. DELAFOSSE	CHAPITRE 6 : ELABORATION DE L'ACIER	Classe :
Année scolaire : 2016-2017		EFFECTIF : Elèves

INTRODUCTION :

La fonte, avec une teneur élevée en carbone (de 1,7% jusqu'à 6.7%) doit être traitée pour obtenir de l'acier qui est un alliage de fer et de carbone (inférieur à 1.7%). En plus du carbone, on trouve toujours dans l'acier les éléments suivants : Manganèse (Mn), Silicium (Si), Phosphore (P), Soufre (S).

Dans l'industrie, on utilise beaucoup d'aciers alliés qui dans leurs compositions contiennent du Chrome (Cr), Nickel (Ni), Molybdène (Mo), ... pour améliorer certaines de leurs propriétés mécaniques.

Les matières premières métallifères pour la production d'acier sont la fonte d'affinage, la ferraille. La fonte, avec un fort pourcentage en carbone supérieur à 1.7 %, doit subir un affinage (ayant pour objet de diminuer une partie du carbone) pour obtenir de l'acier. Plusieurs procédés d'élaboration de l'acier sont utilisés :

- Soit en convertisseur, à partir de la fonte liquide dans les aciéries à l'oxygène ;
- Soit au four électrique, à partir de la ferraille dans les aciéries électriques.

I. PROCÉDE BESSEMER (THOMAS)

Ce procédé utilise un convertisseur thomas et repose sur le principe de l'oxydation du carbone de la fonte par l'oxygène de l'air.

La fonte étant en fusion, on la fait traverser par de l'air soufflé qui brûle d'abord le silicium, le manganèse puis le carbone et enfin le phosphore. Dès que des fumées claires commencent à apparaître, on arrête l'air soufflé. Il n'y a donc plus que du fer et un peu d'oxyde de fer dans la cornue. A partir de ce moment on ajoute du carbone tout en réduisant l'oxyde de fer.

1.1 CONVERTISSEUR THOMAS :

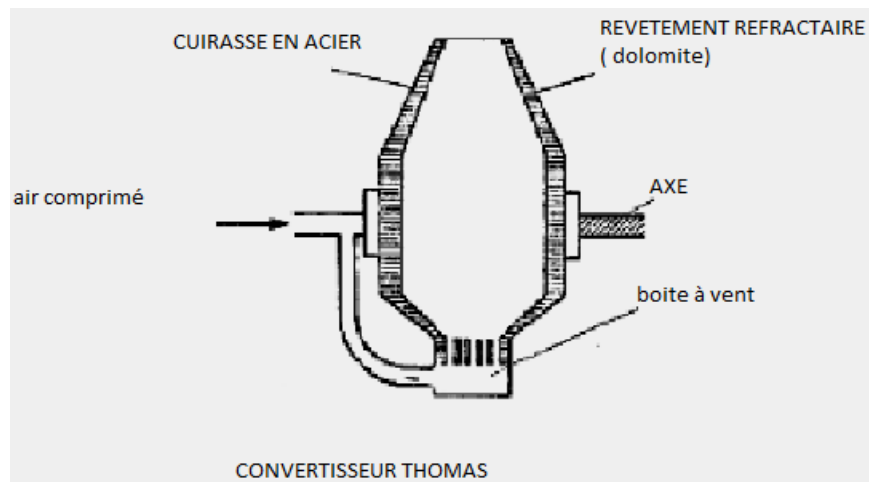


Figure 1 : Convertisseur THOMAS

1.2 DIFFERENTES PHASES DE FONCTIONNEMENT DU CONVERTISSEUR :

On charge la chaux, ensuite la fonte liquide, les ferrailles et à la fin les ferro-alliages. Pour l'affinage du bain on distingue les périodes suivantes :

- **Période de scorification** : La durée de cette période est de 2 à 4 minutes .Elle est caractérisée par une flamme courte, traversée par des étincelles et contenant de la poussière de la chaux.
- **Période de décarburation** : C'est la période la plus longue, elle est de 8 à 10 minutes. Au début la flamme est jaune et devient blanche à la fin.
- **Période de déphosphoration** : L'oxydation du phosphore commence juste à la fin de la décarburation et accompagnée d'une élévation de la température. Le phosphore est éliminé rapidement, grâce au soufflage. Si la flamme est brunâtre, cela est dû à la présence d'oxyde de fer et de manganèse.
- **Période de décrassage** : Durant cette période on procède à l'évacuation de la scorie. Elle est très utilisée comme engrais.
- **Période de dosage ou d'addition finale** : Pour éliminer l'oxyde restant dans le bain liquide sous forme d'oxydes, on ajoute les ferro-alliages (ferro-manganèse).

Ce procédé est économique et ne dure que 20mn environ. Le convertisseur Thomas a une capacité de production comprise entre 20 et 50 tonnes.

Le métal ainsi obtenu est un acier ordinaire d'usage courant appelé acier Thomas.

II. LE FOUR MARTIN

Le four MARTIN est un four à fond plat et à voûte, de grande capacité 50 à 400 tonnes. Il fonctionne avec un combustible et à des régénérateurs (constitués de briques réfractaires) pour d'une part récupérer la chaleur qui sort du four et d'autres part chauffer les combustibles gazeux.

Le procédé martin s'appuie soit sur le principe de l'oxydation du carbone de la fonte par l'oxygène de l'oxyde de fer, soit par la fusion de la ferraille. Après fusion totale, on prélève un échantillon dont on fait l'analyse. En fonction du résultat obtenu, on peut soit augmenter la teneur en carbone en y ajoutant de la fonte ou la diminuer à l'aide de l'oxygène de l'oxyde de fer.

L'opération d'affinage au four martin est assez longue (4 à 12h selon la capacité du four), avec des frais d'installation élevés mais elle permet d'obtenir des produits de meilleures qualités que ceux élaborés au four Thomas. L'acier obtenu, appelé acier Martin, est un acier fin et spécial (acier allié). Il permet aussi d'obtenir un acier extra doux ($\% \sim 0.02\%$).

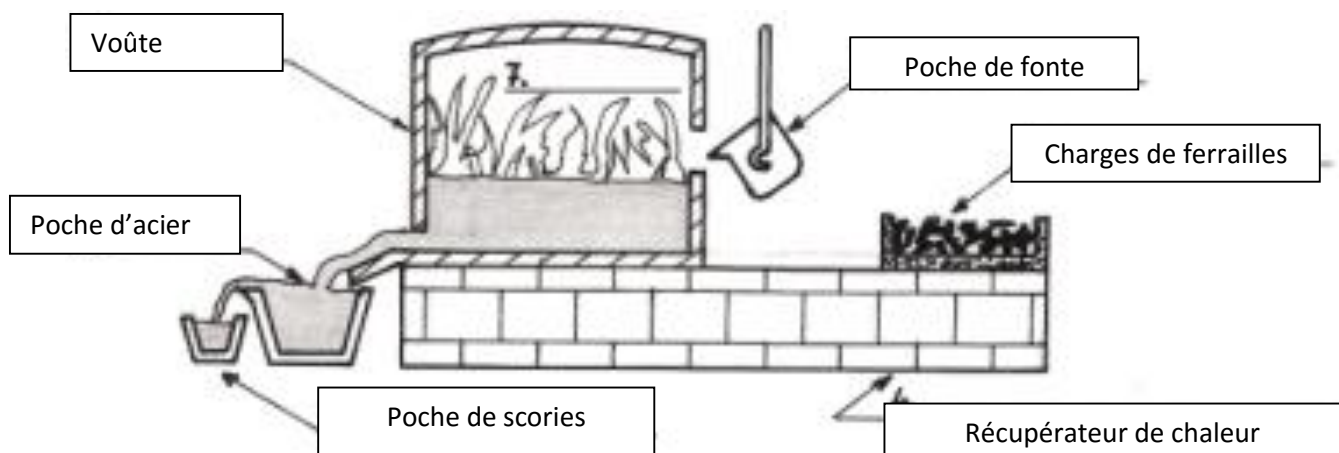


Figure 2: FOUR MARTIN

III. ACIERS AFFINES A L'OXYGENE PUR :

3.1 LE PROCEDE KALDO

Avec une capacité de 30 à 300 tonnes, le four KALDO est analogue au four THOMAS. C'est une dérivée du convertisseur à oxygène. Il est destiné pour l'affinage des fontes riches en phosphore et permet d'obtenir des aciers doux à faible teneur en phosphore, en soufre et en azote.

Le convertisseur est incliné de 7° par rapport à l'horizontale et animé d'un mouvement de rotation autour de son axe, avec une vitesse de 30 trs/min.

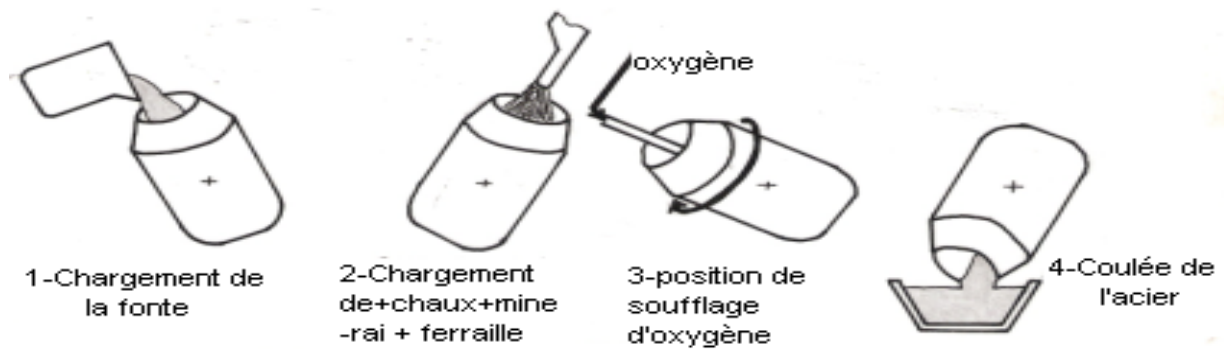


Figure 3 : PROCEDE KALDO

3.2 PROCEDE OXYGENE LANCE POUDRE (O.L.P.)

Le four O.L.P. est une cornue à fond plein analogue au four THOMAS. A l'aide d'une lance verticale, on envoie à la surface de la fonte liquide de l'oxygène et de la poudre de chaux. Ce procédé permet d'obtenir des aciers de qualité (acier allié).

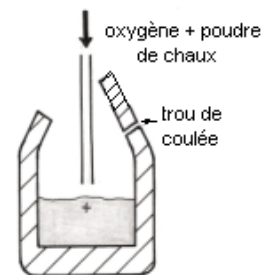


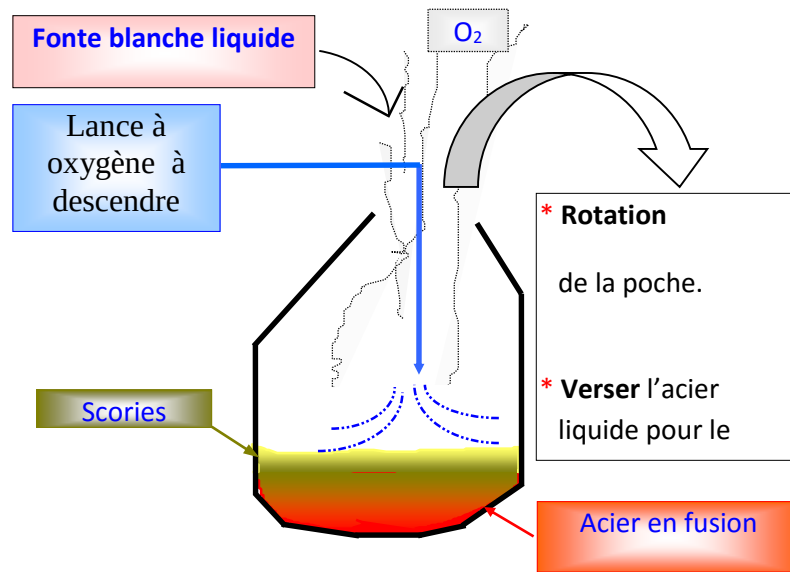
Figure 4 : FOUR OXYGENE LANCE POUDRE

3.3 CONVERTISSEUR A L'OXYGENE

C'est le procédé le plus répandu parmi les convertisseurs. Ce procédé repose sur le principe de l'oxydation du carbone de la fonte par l'envoi d'oxygène pur. Cet affinage est une amélioration importante des cas précédents. Le principe des procédés d'oxygène est analogue à celui des procédés déjà envisagés (Bessmer et Thomas), la marche de l'opération est également la même. Les différences essentielles résident dans :

- L'emploi de l'oxygène au lieu de l'air, donc il y a absence d'azote.
- Le soufflage à la surface du bain métallique à l'aide d'une lance métallique refroidie à l'eau et non pas par le fond du convertisseur (boite à vent).

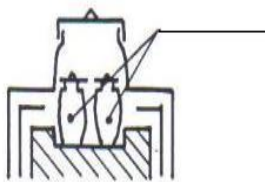
Figure 5 : Schéma de principe d'une élaboration d'acier à l'oxygène



IV. FOUR A CREUSETS

Ce procédé consiste à fondre différents matériaux de composition bien définie (acier+éléments d'addition) pour l'obtention d'un acier bien défini.

La fusion des différents matériaux s'effectue en vase clos (creuset). Aucune oxydation ne pouvant se produire, le métal garde sa pureté. L'acier ainsi obtenu est de haute qualité et est réservé aux outils de coupe. Son prix de revient est très élevé et sa durée d'élaboration est longue.



FOUR A CREUSETS :

Figure 6 : FOUR A CREUSETS

V. FOUR ELECTRIQUE A ARC

Le principe d'obtention de l'acier au four électrique est identique soit à celui du four martin soit à celui du four à creusets. Le four électrique à arc est une cuve à revêtement de dolomie (composé basique constitué de carbonate de calcium CaCO_3 et de carbonate de magnésium MgCO_3 qui convient bien à l'affinage) dont la capacité peut atteindre 100 tonnes. Il reçoit de la

TECHNOLOGIE GENERALE

fonte liquide (ou des ferrailles), de la chaux (CaO) et du minerai de fer. Après la fusion de la charge par l'arc électrique créé par les électrodes, on peut procéder à un décrassage du mélange.

Après évacuation des scories, des éléments d'addition peuvent être introduits et une nouvelle fusion est opérée suivie de la coulée.

Remarque : En plus du four électrique à arc, il existe un four électrique à induction.

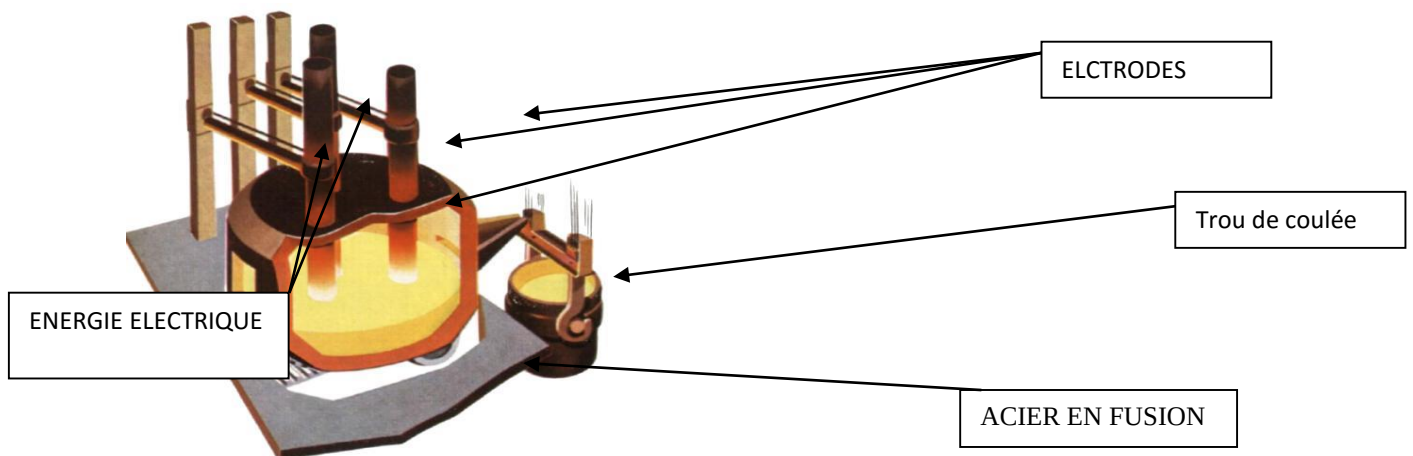


Figure 7 : FOUR ELECTRIQUE