

# Visite

à

# Ascometal-Fos

Olivier BISANTI

# Visite à Ascometal-Fos

## résumé

L'usine de Fos, fondée en 1971 et démarrée en octobre 1973, est une usine sidérurgique appartenant à la "filière électrique" et fabricant des aciers longs spéciaux. Sa singularité est d'avoir organisé sa production autour d'une *voie-lingots*.

## lieux d'Acier

Les aciers fabriqués à Fos se répartissent en plusieurs grandes familles :

- les gros produits : par exemple *blooms* laminés pour forge jusqu'à un calibre de 400x400 mm<sup>2</sup>, *gros ronds* pour forage pétrolier et autres jusqu'à un diamètre de 325 mm ;
- les produits moyens : *billettes* pour forge (p. ex. vilebrequins de moteurs), *ronds* pour usages divers (pièces mécaniques), pour tubes sans soudure destinés à la fabrication des bagues de *roulements* (diamètre moyen : 80 mm). Ce dernier type de produit représente à lui seul plus du tiers de l'acier vendu par Fos.
- le fil. Les fils sont laminés à partir de billettes dans des diamètres compris entre 5,5 et 32 mm. En-dessous, on obtient du fil *tréfilé* dont le diamètre peut descendre en-dessous du millimètre. Les principaux fils produits à Fos sont des fils pour ressort, pour billes de roulement, et pour *frappe à froid* (fabrication de visserie).

Bien que depuis la "grande crise" de la sidérurgie qui a sévi entre 1974 et 1995 il n'y ait plus guère "d'aciers courants", les aciers spéciaux produits à l'usine Ascométal de Fos-sur-Mer sont réellement des aciers de spécialité. Produits à

Sur l'historique de l'usine, voir l'article "d'Ugine-sur-Mer à Ascométal-Fos" dans ce même numéro.

**Filière électrique** : par opposition à la filière-fonte qui produit l'acier à partir de fonte elle-même obtenue par réduction de minerai dans un haut-fourneau, la filière électrique obtient l'acier par fusion de ferrailles (et de pré-réduits) dans un four où l'énergie de fusion est produite par des arcs électriques.

**Voie-lingots** : depuis la généralisation de la coulée continue aussi bien pour les produits plats (tôle) que pour les produits longs (poutrelles, rails, profils, barres et fil, rond à béton), il subsiste peu d'usines coulant l'acier en lingots. Le recours à cette filière, moins rentable à qualité égale que la coulée continue, s'est cependant avéré nécessaire pour certains types de produits tels certains ronds pour roulements ou pour des gros ronds pour tiges de forage pétrolier.

**Bloom** : produit de section sensiblement carrée dont la section excède 150x150 mm<sup>2</sup>.

**Billette** : produit de section sensiblement carrée de section inférieure à 150x150 mm<sup>2</sup> environ.

partir de nuances dont la chimie est ajustée pour obtenir les propriétés visées lors de la mise en forme, et par un laminage comportant des phases de *corroyage* et de *traitements thermiques* judicieusement calculés pour mettre en place ces propriétés mécaniques, on peut dire que ces aciers sont des solutions et non plus des produits.

## L'aciérie

### Les ferrailles et la charge.

Le futur produit prend naissance au parc à ferrailles de l'aciérie. Les ferrailles proviennent de chutes de fabrication (dans l'usine elle-même, chez ses clients), ou de récupération (démolition industrielle, épaves automobiles, ferrailles extraites des ordures ménagères). La ferraille se trouve ainsi paradoxalement nantie d'une double identité : déchet et matière première.

Les aciers fabriqués à Ascométal-Fos sont des aciers spéciaux dont la composition chimique doit être rigoureusement contrôlée. Les besoins métallurgiques de plus en plus spécifiques de chaque usine en fonction de ses produits ont conduit à mettre en place, chez les fournisseurs, une politique de tri des ferrailles en fonction de leur provenance. Depuis 1996, le "référentiel ferrailles" promulgué par la profession au niveau européen permet de garantir des fourchettes de composition chimiques pour chaque type de ferraille, ainsi que l'exclusion dans toutes les catégories des corps creux qui explosent avec dégâts dans le four. Les ferrailles enfournées à Fos sont ainsi des ferrailles dites "à bas résiduels" (cuivre, plomb, étain, phosphore, nickel...), et peuvent recouvrir également quelques catégories contenant du chrome pour certaines des nuances fabriquées à Fos.

Les charges sont constituées en paniers, chargés aux ponts roulants de la halle-ferrailles à partir de matières extraites des différents casiers où elles sont

stockées à leur arrivée. A chaque coulée correspond une nuance d'acier définie, et un "mix" bien précis de catégories de ferrailles assurant la réussite de la coulée au meilleur coût. Recouvert d'une certaine quantité de chaux destinée à former le laitier de fusion qui doit capter un maximum d'impuretés, le panier est ensuite amené dans la halle d'aciérie sur un chariot roulant, pris au pont et enfourné. Pour cela, la voûte du four est ouverte (par rotation) et le fond du panier, amené au-dessus du four, est ouvert.

### L'acier sauvage

La voûte est refermée et les électrodes, mises sous tension, sont approchées de la charge métallique à travers les ouvertures de la partie centrale appelée "voûtain". Les arcs s'amorcent entre les électrodes et la charge, avec une puissance de l'ordre de 80 MVA (un peu moins de 70 mégawatts compte tenu du facteur de puissance). Les électrodes s'enfoncent progressivement jusqu'à rejoindre les premiers liquides formés par la fusion (et le pied de bain conservé de la coulée précédente afin de faciliter l'amorçage). Puis le rayonnement des arcs finit par faire fondre suffisamment de ferraille, dégageant la place nécessaire pour enfourner le deuxième panier.

Lorsque suffisamment de ferraille a été fondue, on introduit par la porte de décrassage des lances projetant dans la couche de laitier de l'antracite en poudre et de l'oxygène. Cette injection dans le laitier provoque un important moussage qui piège le rayonnement des arcs vers le bain de métal et protège les parois du four (ce procédé est appelé "*marche en laitier moussant*"). Plusieurs injections de chaux, et le moussage du laitier formé, permettent d'affiner progressivement la charge et de l'amener dans la cible chimie-température fixée pour la coulée de cet acier sauvage ; l'arrivée dans la cible est contrôlée par la prise de température et d'échantillons dont le résultat est disponible en moins de trois minutes. Le cycle entier, de coulée à coulée, dure environ 80 minutes.

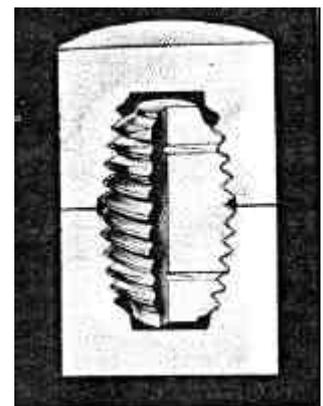
La coulée par le trou de coulée excentré immergé permet de couler en poche un acier à peu près

**Corroyage** : phénomène se produisant durant la forge et le laminage, consistant à écraser le métal selon des directions privilégiées, en y refermant les porosités internes et y faisant apparaître une structure en fibres.

**Traitements thermiques** : opérations consistant à régler les caractéristiques mécaniques du métal en modifiant sa structure métallurgique par des réchauffages et refroidissements à des températures et des vitesses déterminées en fonction de la composition chimique : chauffage (recuit, ), trempe (réchauffage suivi d'un refroidissement dans l'air, dans l'huile, dans l'eau, dans des solutions de synthèse, dans l'azote liquide).

Les **électrodes** d'aciérie sont composées de carbone amorphe obtenu par cuisson à haute température de goudron et de coke de pétrole. Elles sont ensuite découpées en tronçons ensuite filetés aux extrémités afin de recevoir des pièces de jonctions métalliques appelées nipples. Les électrodes s'usent en service, on est amené à les rabouter périodiquement en vissant un tronçon à l'extrémité supérieure.

Segments d'électrode reliés par des nipples



exempt de laitier de fusion, chargé d'impuretés et très oxydé.

### **La métallurgie secondaire**

L'acier ainsi coulé en poche est inutilisable pour des produits aussi sophistiqués que ceux de Fos : si la composition chimique est grossièrement fixée, ce sont les additions pratiquées ensuite qui vont l'amener à la nuance définitive (niobium, bore, titane, etc, en quantités exprimées en *partie par millions*). De même, la fusion a provoqué la dissolution dans l'acier de gaz nocifs (oxygène, azote, hydrogène) et la mise en suspension de particules de laitier. Toutes ces opérations, dont la complexité nous interdit de les détailler ici, vont être pratiquées durant les trois étapes de la métallurgie secondaire de Fos : la mise du laitier de métallurgie secondaire, l'affinage en poche chauffante et le dégazage sous vide. Durant tout son trajet entre le four de fusion et la coulée, la poche cheminera sur un chariot électrique muni de branchements qui permettent notamment d'injecter de l'argon en fond de poche, afin de permettre le brassage continu de l'acier.

La mise de laitier de métallurgie secondaire (alumine et silice en poudre) se fait depuis la passerelle qui fait face au four de fusion. Puis la poche repart sous la voûte du four-poche (petit four à arcs à trois électrodes dont la cuve est la poche-acier elle-même) qui permet de pratiquer l'affinage (principalement une désulfuration, une décantation des inclusions notamment celles de laitier, ainsi que la mise à température précise de l'acier. La poche est transférée une troisième fois sous le dégazeur, puis soulevée de manière à faire tremper les deux jambes du dégazeur dans la poche. Le vide appliqué alors dans l'enceinte fait monter l'acier liquide, tandis qu'une injection d'argon dans la jambe montante assure une circulation de manière que la totalité de l'acier de la poche fasse le circuit poche-dégazeur



▲ le panier au-dessus du four ouvert, juste avant l'entournement.

une dizaine de fois en vingt minutes.

A chaque étape, des mesures de température et de composition chimique (prise d'échantillons) sont effectuées.

### **La coulée**

Après le dégazage, le chariot porte-poche repart une dernière fois et amène la poche pleine dans la travée "coulée" de l'aciérie. Reprise au pont, la poche est amenée au-dessus des "mères" de coulée alimentant chacune quatre ou huit lingotières. Le tiroir de fond de poche est ouvert et l'acier liquide, sortant de la poche à un débit contrôlé et régulé en permanence selon la phase de la coulée (pied de lingot, corps et tête) est conduit par la "mère" et les canaux encastrés dans le plateau de coulée jusque dans les lingotières en fonte. Ce procédé, appelé "coulée en source", qui assure une qualité optimale des lingots, est le seul survivant des procédés de coulée en lingots.

Pour des raisons de qualité des lingots, les cars de coulée supportant les plateaux demeurent

Bien que le point de fusion de la fonte soit inférieur à celui de l'acier, la masse très supérieure de la lingotière permet d'absorber la chaleur de l'acier sans l'amener au-delà de 700°C environ, tandis que la première peau solidifiée du lingot contient l'acier encore liquide.

garés dans le bassin de coulée jusqu'à solidification complète. La masse des lingots de Fos, exclusivement destinés au laminage, est comprise entre 5 et 7,5 tonnes. Dans des aciéries alimentant des grosses forges comme au Creusot, on coule des lingots jusqu'à 200 tonnes.

### **Le démoulage**

Les cars supportant les plateaux de coulée sont ensuite amenés au démoulage. Il s'agit d'une installation très mécanisée où les lingots sont extraits des lingotières et déposés dans des wagons de transfert qui les amèneront aux trains lourds. Quant aux lingotières, elles subissent un refroidissement contrôlé, puis un grenailage destiné à nettoyer



leur surface intérieure. Le plateau, quant à lui, débarrassé des canaux de coulée, est disponible pour le nouveau montage d'un nouveau jeu de coulée mère-canaux-lingotières. La qualité du travail de préparation des lingotières et de montage des plateaux est primordiale pour la qualité des produits et pour la sécurité des hommes et des outils. La viscosité de l'acier liquide est à peu près celle de l'eau : on imagine ce qui se produit lorsqu'une lingotière est mal scellée sur le plateau...

### Les hommes de l'aciérie

Pontiers ferrailles et enfournement, fondeurs, affineurs, dégazeurs, pocheurs sont les noms des métiers de l'aciérie. Il faut y ajouter les maçons fumistes qui entretiennent et remplacent les réfractaires des poches et autre dégazeur, ainsi que les agents d'entretien électromécanique sans lesquels l'aciérie ne pourrait fonctionner plus de quelques jours. La politique de l'entreprise est d'assurer une polyvalence maximale des agents. L'intérêt des hommes de l'aciérie pour un travail varié rejoint celui de l'entreprise qui peut faire face à leurs absences pour maladie ou congé. Au moment de la rédaction de ces lignes, les aciéristes sont répartis en quatre équipes, et l'aciérie fonctionne sur 21 postes hebdomadaires (7 postes de 8 heures par jour) une semaine sur deux ; elle est en arrêt le week-end de l'autre quinzaine.

## Les trains lourds

### Les Pits

Malgré le recours maximal à l'enfournement chaud, le réchauffage des lingots est imposé par la nécessité de laminier le métal à une température homogène et contrôlée, fixée selon la nuance. C'est le rôle de la batterie de 13 fours Pits qui sont des cellules chauffées par des brûleurs, recevant et restituant par le couvercle les lingots tenus par une pince. Pour de petites commandes de

nuances particulières, il arrive que l'on soit obligé de réchauffer des lingots froids depuis une coulée stockée (il ne peut y avoir qu'une seule nuance pour chaque coulée de 127 tonnes). Par principe, on n'enfourne jamais de lingots chauds et froids dans la même cellule.

### Le blooming

Les lingots défournés sont posés sur un chemin de roulement qui les amène au blooming. Il s'agit d'une puissante cage de laminage (12.000 CV) où le lingot est laminé par aller-retours entre deux cylindres



▲ sortie d'un lingot aux Pits



▲ cabine de commande du blooming

profilés en tables et en cannelures qui permettent d'obtenir de grosses barres carrées (les blooms) ou rondes (les gros ronds). Le programme de laminage est défini informatiquement, selon la nuance de l'acier, sa température, les dimensions du lingot et du produit à obtenir.

Le produit passe ensuite au *scarfing*, où il est exposé à la flamme de chalumeaux oxy-gaz qui fondent la peau, qui est expulsée par de puissants jets d'eau. Le produit *scarfé* est ensuite *ébouté* dans une cisaille de 1500 tonnes de puissance, pour éliminer les zones correspondant au pied et à la tête du lingot, de moindre qualité métallurgique.

### La cage à billettes

Les exigences de plus en plus grandes de la clientèle conduisent à reporter de plus en plus les passes de finition de produits sur la cage à billettes, plus précise que le



▲ les cylindres cannelés de la cage à billettes

blooming. Il s'agit comme précédemment d'une cage réversible (de moindre puissance) où la majorité des produits acquiert sa forme définitive, qu'il s'agisse par exemple de ronds de 325 mm pour masses-tiges, de rond 80 mm pour tubes sans soudure, ou

de billettes de 110x100 mm<sup>2</sup> pour le train à fil.

Les scies à chaud débitent ensuite le produit encore rouge en unités de dimensions maniables (le mètre cube de métal d'un lingot de 7,5 tonnes donne environ 80 mètres de billettes 110 x 110 mm<sup>2</sup>). Le métal est ensuite dirigé vers des refroidisseurs.

### L'atelier de Parachèvement des Barres

La complexité et le nombre des traitements disponibles pour les produits après laminage interdit de les détailler ici ; une usine d'aciers spéciaux est essentiellement une unité où s'entrecroisent simultanément des centaines de flux de métal correspondant à des commandes allant de quelques centaines de kilos jusqu'à plusieurs dizaines de tonnes. Les produits se répartissent, à partir d'un important éventail de nuances d'acier, sur une gamme très ouverte de formats disponibles et une infinité de traitements de finition. S'agissant la plupart du temps d'applications où la sécurité du client final est en jeu (vis de roues - éléments de direction automobile - ressorts de suspension - pièces mécaniques de machines-outils) les produits requièrent de plus un contrôle total de la qualité de surface et interne.

Les gros produits sont parachèvés en halle ouest ; la surface est vérifiée, la santé interne est contrôlée par ultrasons. Des installations spécifiques permettent d'assurer les finitions demandées par le client (meulage, chanfreinage des extrémités)...

Les ronds et barres, qui représentent plus de 80% du flux métal livré par les trains lourds (soit actuellement plus de 200.000 tonnes par an) sont contrôlés et parachèvés dans une installation largement automatisée qui comporte notamment un examen de la peau par courants de Foucault (machine "Elkem").

Tous les produits peuvent subir, selon le besoin, des traitements thermiques (normalisation, trempe, recuit, etc).

Tous les produits sont étiquetés selon le numéro de coulée et de commande ; l'intégralité des opérations précédant la livraison, depuis l'aciérie jusqu'au détail des opérations de contrôle et les traitements thermiques) sont enregistrés et archivés selon les règles du S.P.C (Statistical Control Process) qui font partie intégrante de l'Assurance Qualité.

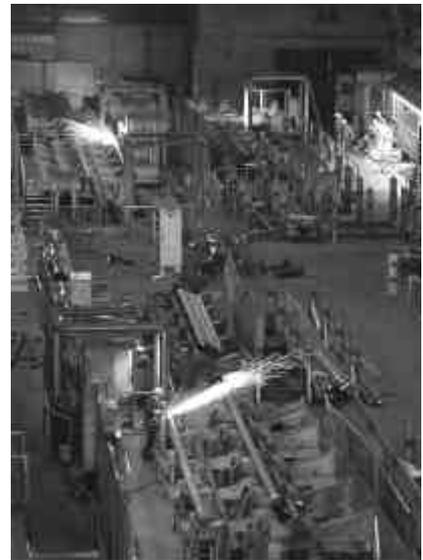
### Les hommes des trains lourds

Chauffeurs (aux Pits), lamineurs, techniciens contrôleurs des produits animent les trains lourds, qui fonctionnent sur un cycle de 15 postes hebdomadaires. Là encore, une polyvalence maximale est recherchée pour les agents, dont les plus motivés sont capables de piloter aussi bien des fours Pits jusqu'aux scies à chaud.

Comme à l'aciérie, les opérations pour lesquelles les compétences peuvent être trouvées à l'extérieur font l'objet d'une sous-traitance (contrôle et meulage des barres...)

### Le train à fil

Le train à fil est alimenté en billettes de 110 x 110 mm<sup>2</sup> à travers un four à longerons chargé de remettre le métal, toujours enfourné froid au sortir du Parabarres, à température de laminage. Les billettes traversent ensuite un nombre pair de cages horizontales et verticales assurant un *laminage sans torsion* rendu nécessaire par des considérations de qualité. Selon le diamètre du produit à obtenir (14 à 32



▲ parachèvements aux parabarres.

mm), on retire deux ou plusieurs cages de la ligne de laminage avec le pont roulant. Le produit, dont la température est contrôlée et ajustée par des boîtes à eau à travers lesquelles il défile, est enroulé en couronne dans un *bobinoir Garrett*. La section du fil est enregistrée sur toute sa longueur par une jauge "Orbis" qui garantit qu'il est parfaitement circulaire.

Pour du fil de diamètre inférieur à 14 mm, on fait passer le produit sorti de la dernière cage par *le bloc Morgan*. Il s'agit d'un appareil dans lequel dix paires de cylindres en carbure de tungstène d'axe alterné sont montées dans un châssis commun entraîné par deux moteurs électriques. Le diamètre en sortie peut descendre jusqu'à 5,5 mm. Le fil est là encore contrôlé en section par une jauge Orbis, la température est mesurée par une sonde py



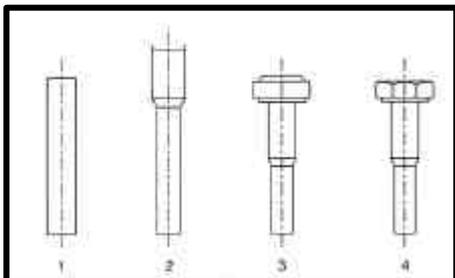
▲ train à fil : les premières cages

**Tréfilage** : opération d'étréfilage d'un fil en le tirant à travers une filière.

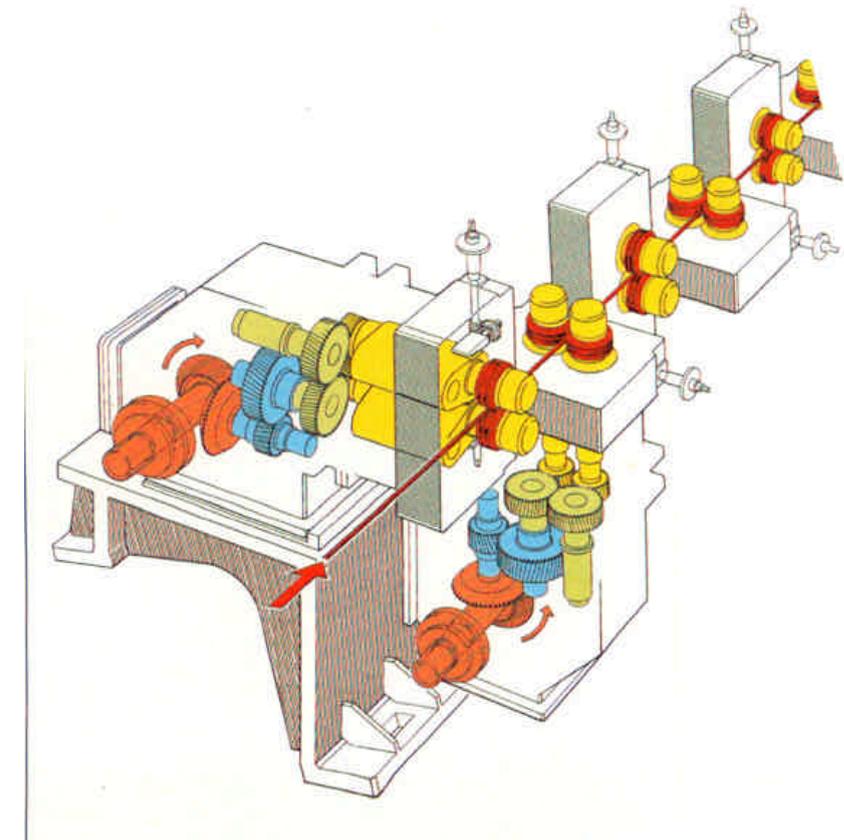
**Frappe à froid** : opération de fabrication de pièces, généralement de petites dimensions, principalement de la visserie-boulonnerie, par forge à froid à grande vitesse (plusieurs milliers de pièces par heure). S'agissant de pièces de sécurité à haute résistance, elles nécessitent un traitement thermique après frappe afin de mettre en place les caractéristiques mécaniques nominales. Une nuance créée à Fos (le "Fos 8.8") permet de mettre en place ces caractéristiques pendant la frappe chez le client et de lui faire économiser ainsi le traitement

schéma de principe d'un bloc MORGAN ▶

▼ étapes de fabrication d'un boulon par frappe à froid



▼ tréfileries multipasse



rométrique et ajustée par une boîte à eau, puis disposé par une tête de mise en spires sur un dispositif de sortie qui peut être un simple tapis transporteur pour refroidissement passif à l'air ou bien un appareil *Stelmor* composé d'un tunnel surmontant un tapis roulant perforé à travers lequel l'air peut être aspiré à un débit correspondant à la vitesse de refroidissement souhaitée. On peut ainsi assurer des traitements thermiques allant de la trempe à l'air jusqu'à l'auto-recuit. Dans les deux cas, les spires aboutissent dans

une fosse de bobinage dans lesquelles sont formées les couronnes de fil. Une installation de parachèvement permet de compacter les couronnes, de les cercler, éventuellement de les emballer en vue d'un transport maritime. Le train à fil fonctionne 10 postes par semaine (2 postes du lundi au vendredi).

## La tréfilerie

Le tréfilage n'est pas classiquement considéré comme une acti-





tivité sidérurgique ; Fos a cependant tenu à s'en équiper dès l'origine car le tréfilage est une opération mécanique qui permet de mettre en place des caractéristiques métallurgiques particulières et conduit donc à un élargissement de la gamme des produits livrables. L'incorporation de cette activité permet ainsi d'inclure cette source de valeur ajoutée dans le périmètre de l'entreprise.

La tréfilerie consiste en une installation de décapage à l'acide chlorhydrique, des fours de recuit et des tréfileuses de divers modèles mais dont le principe partagé est d'étirer le fil à travers une filière lubrifiée au savon afin d'en réduire le calibre tout en assurant l'augmentation de ses caractéristiques mécaniques par écrouissage.

La tréfilerie fonctionne en continu.

## Les services tertiaires

Comme toute usine, Ascométal-Fos comporte des services tertiaires chargés de gérer les commandes et les expéditions,

la comptabilité et les relations sociales, ces dernières comportant notamment des organes de communication et de formation.

Un important dispositif intégré assure également (i) la planification de la production, qui obéit à des règles nombreuses et complexes inhérentes à la marche des outils (on ne peut enchaîner n'importe quelle nuance à la coulée, ou n'importe quelle dimension au laminage) et (ii) le contrôle métallurgique attaché à l'Assurance Qualité impliquée dans chaque phase de fabrication. Le service Métallurgie est également chargé du développement de nouveaux produits.

## En conclusion

L'usine Ascométal de Fos-sur-Mer, ancienne Ugine-Aciers, est un exemple caractéristique des produits, des outils, des complexités et des contrôles inhérents à la fabrication d'aciers spéciaux.

Ses créateurs Uginois l'ont conçue avec un certain luxe technique qui a permis à la qualité de ses personnels de surmonter, alors que d'autres unités furent fermées, les réorganisations survenues entre le début de la crise sidérurgique de 1974 et la privatisation d'Usinor en

1995. Cette réorganisation a conduit à la revente du Groupe Ascométal à l'italien Lucchini en 1999.

Contredisant une nouvelle fois (c'est une vieille habitude Fos-séenne !) les commentateurs pessimistes, l'usine a pris avec succès, avec ses hommes, ses outils, ses méthodes et ses produits, le virage du XXIème siècle.

## Bibliographie

- BISANTI, « Ugine-sur-Mer », Soleils d'Acier, 2001.

- Documents d'archives Ascométal.

