



# PROGRESS

# IN COAL STEEL AND RELATED SOCIAL RESEARCH

REVUE ET PERSPECTIVES  
DE LA RECHERCHE  
ACIER (1991-1995)

ECSC RESEARCH AGREEMENTS

A EUROPEAN JOURNAL  
SUPPLEMENT TO EUROABSTRACTS

SEPTEMBER  
1990

N° **5**



**PROGRESS IN  
COAL, STEEL AND RELATED SOCIAL  
RESEARCH**  
*A European Journal*

Edited by the  
Commission of the European Communities  
Directorate-General XIII  
Telecommunications, Information  
Industries and Innovation

**Editorial Board**

A. FOUARGE  
Secrétaire Comité  
consultatif CECA

P. EVANS  
Technical Steel Research  
DG XII  
Science, Research and Development

F. KINDERMANN  
Coal Technologies  
DG XVII  
Energy

W. OBST  
Mines and other Extractive Industries  
and  
R. HAIGH  
Industrial Medicine and Hygiene  
DG V  
Employment, Industrial Relations and Social Affairs

T. CARR  
Visiting Professor  
Royal School of Mines, London

**Editors**

R. RAPPARINI and P. PROMETTI  
Scientific and Technical Communication  
DG XIII  
Telecommunications, Information  
Industries and Innovation

**Publisher**

Office for Official Publications  
of the European  
Communities

**Layout**

Office for Official Publications  
of the European  
Communities

**Legal notice**

Neither the Commission of the European Communities  
nor any person acting on behalf of the Commission  
is responsible for the use which might be made of  
the following information

**Avertissement**

Ni la Commission des Communautés européennes,  
ni aucune personne agissant au nom de la Commission  
n'est responsable de l'usage qui pourrait être fait  
des informations ci-après

© ECSC-EEC-EAEC, Brussels · Luxembourg, 1991  
CECA-CEE-CEEA, Bruxelles · Luxembourg, 1991

*Printed in Belgium*

# CONTENTS

*REVUE ET PERSPECTIVES  
DE LA RECHERCHE ACIER*

2

---

FORSCHUNGSVERTRÄGE  
RESEARCH AGREEMENTS  
CONVENTIONS DE RECHERCHE  
*FIRST JOINT RESEARCH PROGRAMME  
ON SAFETY IN ECSC INDUSTRIES*

29

---

GEMEINSCHAFTSNACHRICHTEN  
COMMUNITY NEWS  
NOUVELLES DE LA COMMUNAUTÉ  
*MEDIUM-TERM GUIDELINES  
FOR THE ECSC PROGRAMMES OF  
TECHNICAL STEEL RESEARCH AND OF  
STEEL PILOT/DEMONSTRATION PROJECTS (1991 TO 1995)*  
*Official Journal of the European Communities*  
C 252 of 6 October 1990

69

---

*PUBLICATIONS*

105

---

*September 1990*



**REVUE ET PERSPECTIVES  
DE LA R & D ACIER  
(1991-1995)**

*J.-P. Coheur*

INSTITUT DE CHIMIE ET MÉTALLURGIE, UNIVERSITÉ DE LIÈGE

# Part prise par la R & D dans l'évolution de l'industrie sidérurgique de la Communauté européenne

## PRÉAMBULE

### Évolution de la consommation d'acier brut

#### DANS LE MONDE

LE PREMIER choc pétrolier de 1973 a provoqué dans l'industrie sidérurgique mondiale une profonde mutation. Celle-ci s'est manifestée dès 1975, ainsi qu'on peut le voir à la figure 1, par une cassure nette dans l'évolution de la consommation globale d'acier brut, qui avait suivi, jusque-là, une croissance ininterrompue depuis la fin de la guerre de 1939-1945. Ainsi que le montre la figure 1, on constate que :

- la consommation mondiale d'acier brut a connu, avec un certain décalage par rapport aux deux chocs pétroliers, deux périodes de profonde dépression en 1975 et en 1982-1983. Ces dépressions sont beaucoup plus marquées dans les pays occidentaux industrialisés que dans les autres;
- indépendamment de ces deux périodes, la consommation mondiale d'acier brut stagne depuis 1974, avec toutefois une tendance à la baisse dans les pays occidentaux industrialisés compensée par une hausse dans les pays à économie planifiée et dans les pays en voie de développement.

#### DANS LA CEE

Dans les douze pays de la Communauté européenne, la figure 2 montre que la consommation d'acier brut évolue de la même manière que dans l'ensemble des pays occidentaux industrialisés :

- apparition d'un creux très marqué en 1975 et moins marqué en 1982-1983;
- tendance générale à la baisse depuis 1974.

Cette double évolution est liée :

- a) d'une part, à un ralentissement général de la croissance des pays industrialisés depuis la fin des années 60 et aux ralentissements ponctuels très nets de cette croissance dans les périodes d'augmentation de la facture pétrolière;
- b) d'autre part, par un mouvement général d'économie d'énergie et de matières premières, qui se traduit dans le domaine de l'acier par une meilleure utilisation de celui-ci. Cela signifie que, à utilisation

constante, les économies réalisées permettent une forte réduction de la consommation d'acier brut.

Ces mouvements d'économie d'acier se manifestent :

- d'abord, dans les entreprises sidérurgiques elles-mêmes, grâce à une diminution des pertes subies lors de la transformation de l'acier brut en produit laminé, ainsi qu'il ressort du tableau 1 :

Tableau 1

### Évolution de la production des chutes dans la sidérurgie de la Communauté

(en % de l'acier brut produit)

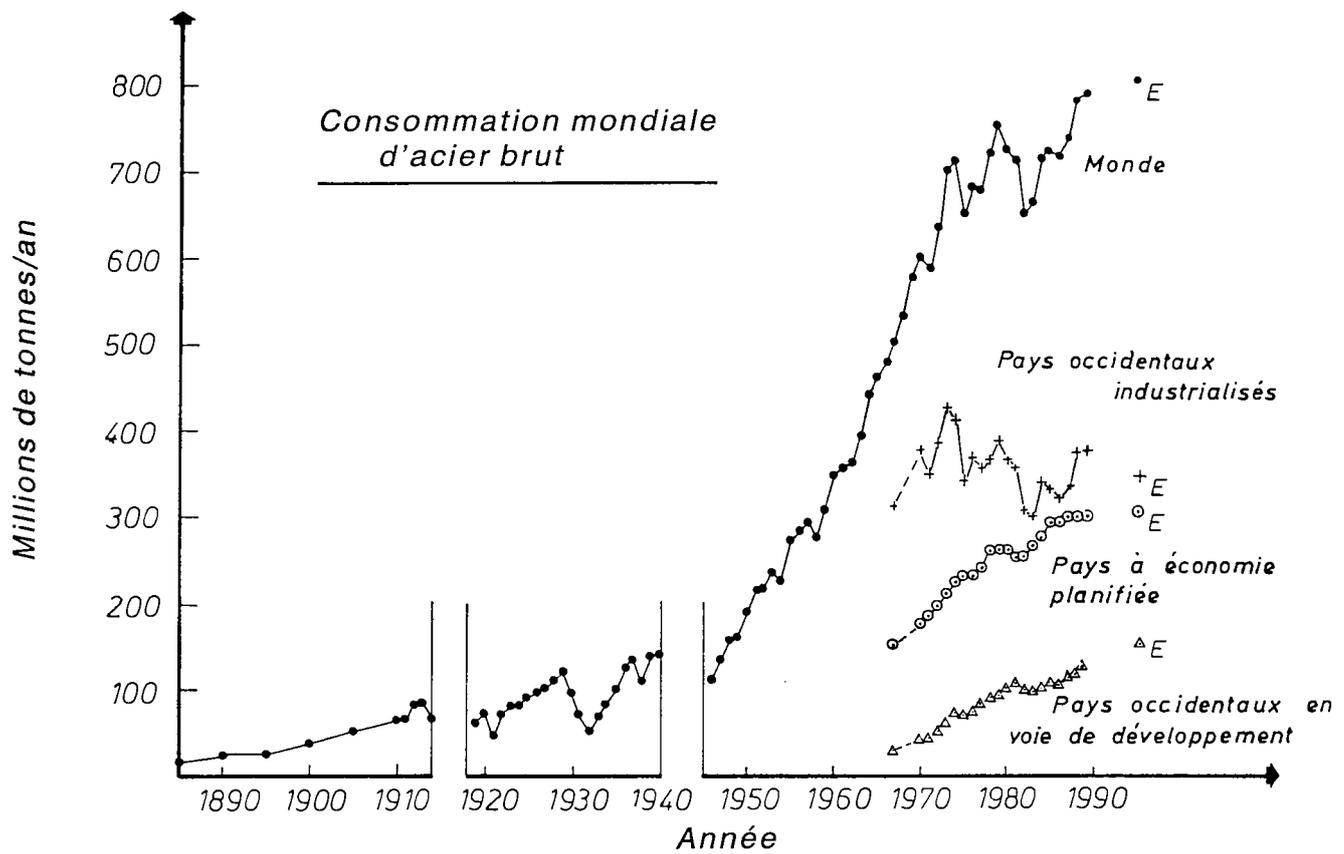
	1972	1981	1983	1989
Communauté (10)	21	16	15	13
Espagne	21	17	16	14

Source : Europe.

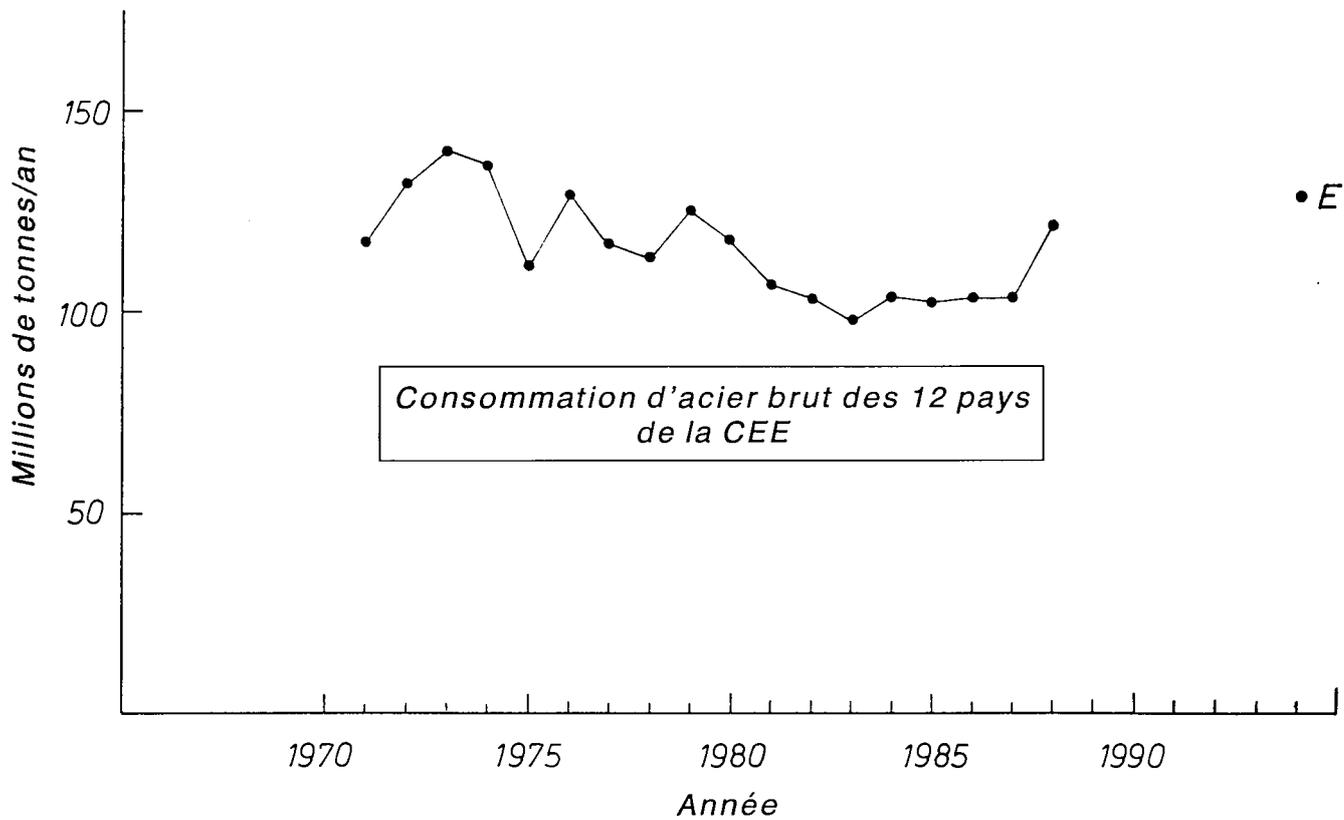
- ensuite, dans les entreprises de transformation des produits sidérurgiques en composants. Dans ce secteur, la diminution des pertes résulte de l'introduction des technologies nouvelles qui réduisent le nombre de rebuts et de l'optimisation des découpes qui limitent l'importance des déchets;
- enfin, chez les utilisateurs qui, pour une même application, utilisent moins d'acier en réduisant les épaisseurs des composants. Cela est rendu possible par l'utilisation de produits à propriétés améliorées tant en moyenne qu'en dispersion. A titre d'exemple, le tableau ci-dessous montre l'évolution des épaisseurs des boîtes en fer-blanc ainsi que du nombre de boîtes réalisables à partir d'une tonne de tôle étamée découpée.

Exemple de la boîte à conserve classique — D: 99 mm et H: 119 mm

	° corps (mm)	° couvercle/fond (mm)	n (boîtes/t tôles)
1973	0,195	0,235	9 400
1990	0,17	0,22	10 500



**Figure 1**  
Évolution de la consommation d'acier brut dans le monde  
(Source : IISI)



**Figure 2**  
Évolution de la consommation d'acier brut dans la CEE  
(Source : IISI)

Exemple de la boîte de lait – D: 63 mm et H: 62 mm

	° corps (mm)	° couvercle/fond (mm)	n (boîtes/t tôles)
1973	0,15	0,17	32 800
1990	0,12	0,15	39 000

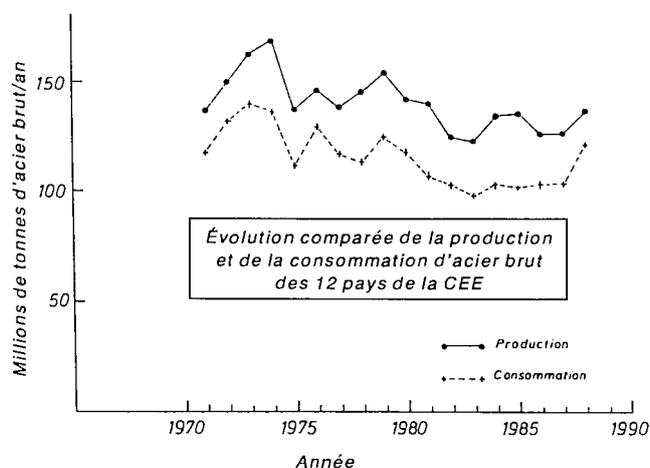
L'ampleur de ces mouvements d'économie d'acier s'est située dans la période envisagée un ordre de grandeur au-dessus des mouvements de substitution de l'acier par d'autres matériaux (automobile) ou d'autres matériaux par l'acier (bâtiment). Il en résulte que l'effet global de ces mouvements de substitution est très difficile à quantifier pour la période écoulée (1) et est peu important dans l'interprétation de la figure 2.

### Situation de l'entreprise sidérurgique européenne face à la crise

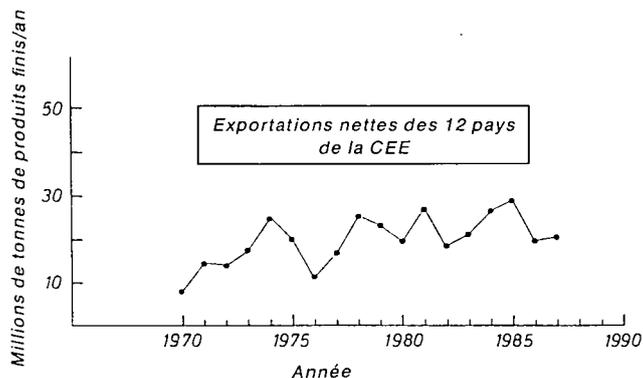
Ainsi que le montre la figure 3, la réduction de consommation d'acier brut s'est traduite au niveau des douze pays de la Communauté par une réduction à peu près équivalente de la production, les exportations nettes se maintenant, à l'exception de 1976 et 1977, aux niveaux atteints en 1973-1974 (voir figure 4).

L'industrie sidérurgique s'est ainsi trouvée depuis 1975 confrontée à une situation de crise sans précédent où :

- d'une part, les frais fixes d'exploitation augmentaient en raison de la moins bonne utilisation des capacités de production;
- d'autre part, les frais proportionnels d'exploitation augmentaient en raison du renchérissement du



**Figure 3**  
Évolution comparée de la production et de la consommation d'acier brut dans la Communauté (Source : IISI)



**Figure 4**  
Évolution des exportations nettes dans la Communauté (Source : IISI)

coût de l'énergie et de l'accroissement des autres coûts (services, salaires...) liés à l'inflation;

- pour suivre, les coûts de qualité augmentaient en raison des impositions de plus en plus sévères de la clientèle, évoquées pages 4 et 6;
- pour continuer, les frais financiers étaient entraînés à la hausse par l'inflation;
- enfin, les prix de vente baissaient en raison de la faible saturation du marché et de la pression des nouveaux pays producteurs, dont la capacité de production est en augmentation continue ainsi qu'on peut le voir à la figure 5.

### Étapes du redressement de la compétitivité

De nombreuses mesures ont contribué au redressement de l'industrie sidérurgique de la Communauté européenne :

- encadrement provisoire du marché sous l'égide de la Commission;
- aides financières massives des États membres.

Les mesures les plus durables sont toutefois celles qui ont visé à :

- mettre en œuvre les innovations technologiques permettant de réduire les coûts de fabrication des produits et/ou de mettre sur le marché les produits à qualité améliorée demandés par la clientèle;
- éliminer (voir figure 5) les capacités de production les plus obsolètes et/ou apportant le moins de valeur ajoutée. En ce qui concerne ce dernier point, la figure 6 montre que la part des produits plats dans la production de la sidérurgie de la CEE devient de plus en plus importante. Il en est de même pour les aciers spéciaux, dont la part de production en Europe est passée de 16 % en 1980 à 21 % en 1987.

L'introduction effective d'innovations technologiques nécessite toujours d'importants efforts de R & D. Ceux-ci ont été consentis par les usines sidérurgiques, avec l'aide des pouvoirs publics des diffé-

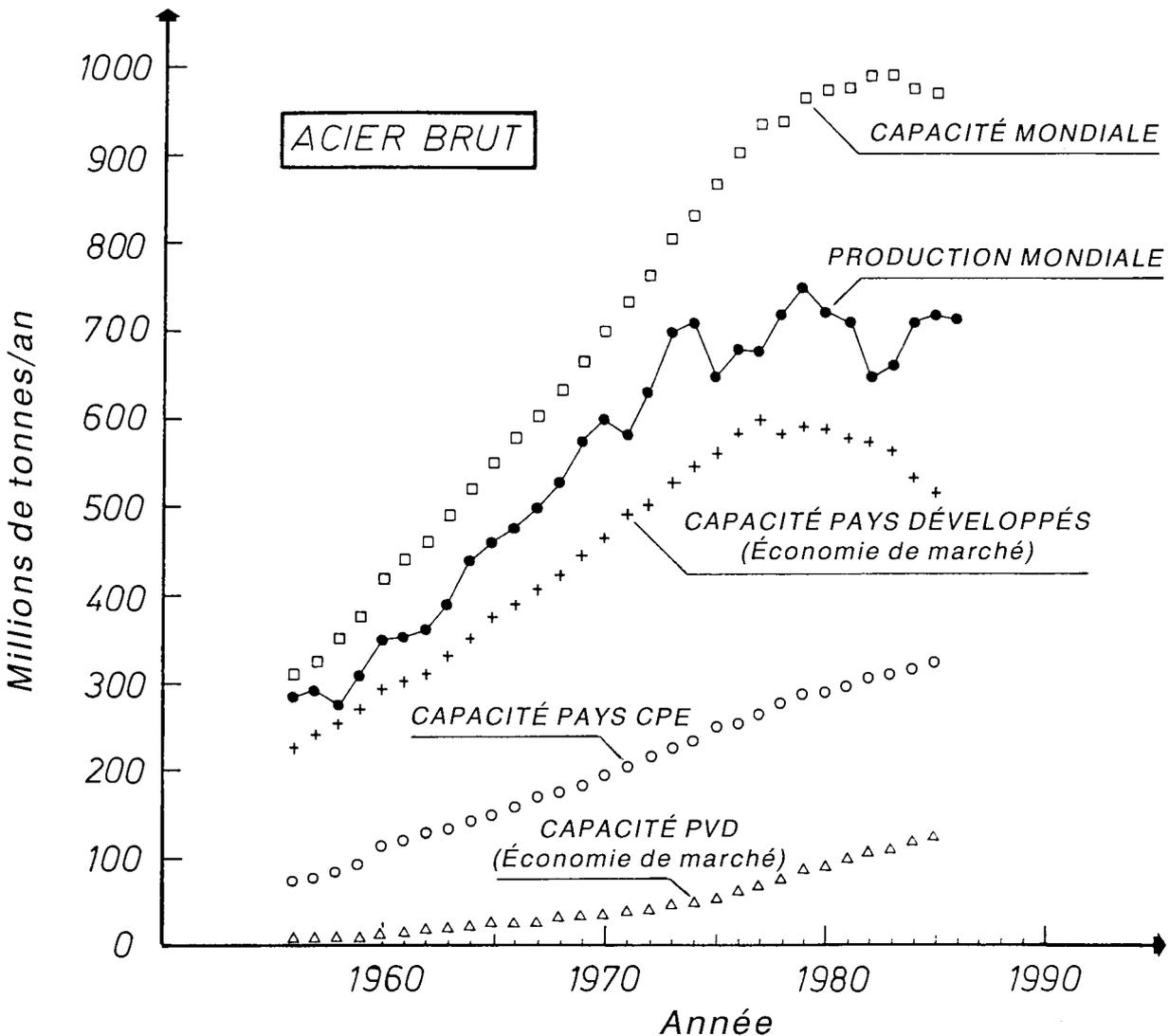


Figure 5

Évolution des capacités de production d'acier brut dans le monde

(Source : Statistisches Jahrbuch der Eisen- und Stahlindustrie — Verlag Stahleisen)

rents États membres et, depuis 1955, avec l'aide de la CECA. Ils ont débuté bien avant la crise et ont pu être maintenus à un niveau minimal au plus noir de cette crise. Ils ont permis de forger le présent de la sidérurgie européenne.

### RÔLE MOTEUR JOUÉ PAR LA R & D DANS LA MUTATION DE LA SIDÉRURGIE EUROPÉENNE

L'innovation technologique introduite dans la sidérurgie européenne au cours des récentes années sera examinée :

- sous l'aspect procédés,
- sous l'aspect produits.

en n'oubliant pas que ces deux aspects ne sont pas indépendants, mais intimement liés l'un à l'autre, puisque :

- la mise en application de nouvelles techniques de production entraîne presque toujours l'obtention de produits à performances améliorées et, souvent, l'on peut parler de produits nouveaux;
- la réalisation de nouveaux produits (revêtus, par exemple) mis au point en laboratoire, puis en pilote, implique fréquemment la construction de nouvelles lignes de production.

### Mutation dans les procédés

En matière de procédés, l'acier n'est plus produit aujourd'hui comme il l'était en 1974 et, bien souvent, il ne s'agit plus du même acier.

L'évolution a été différente suivant le maillon de la chaîne envisagé :

- introduction de nouvelles techniques au niveau de la production de la fonte et de l'acier, du laminage à chaud et à froid;

- changement de procédés au niveau de la coulée de l'acier et du recuit après laminage à froid;
- introduction de procédés complémentaires de traitements de l'acier liquide (métallurgie de poches) et de recouvrement des produits laminés (électrozincage, coil coating).

#### ÉLABORATION DE LA FONTE

Les connaissances accumulées par de nombreuses recherches entreprises en laboratoire et sur des hauts fourneaux industriels, allant même jusqu'à geler un haut fourneau en marche, ont permis au niveau industriel :

- de définir et d'appliquer de nouvelles stratégies :
  - de choix des matières utilisées dans les hauts fourneaux (par exemple, au niveau teneur en fer des minerais et analyse de leur gangue, au niveau de la substitution d'autres formes d'énergie au coke, au niveau de la température du vent chaud et de son conditionnement, etc.);
  - de préparation de ces matières (par exemple, au niveau de la richesse des pellets et des agglomérés, de leur réductibilité, de leur résistance à la dégradation, de leur granulométrie, de leur fusibilité...);
  - d'introduction de ces matières (par exemple, au niveau de la répartition des différents lits de matières solides dans les différentes sections du haut fourneau),

en vue de réduire les coûts d'enfournement et/ou de minimiser la consommation d'énergie et/ou d'augmenter la productivité spécifique et/ou d'améliorer et de régulariser la qualité de la fonte;

- de doter les hauts fourneaux et les installations de préparation de la charge de nouveaux capteurs de mesure et d'un certain nombre de logiciels donnant aux opérateurs des états prévisionnels de plus en plus complets et de plus en plus précis sur les engins qu'ils sont amenés à conduire. C'est ainsi que les opérateurs de haut fourneau disposent maintenant de données sur la descente des charges, sur la répartition des gaz réducteurs dans le fourneau, sur l'état thermique des différents étages, sur l'analyse prévisionnelle de la fonte, sur la formation de garnis ... qui leur permettent de réagir plus vite et à meilleur escient;
- de doter un certain nombre de hauts fourneaux et d'installations de préparation de la charge de dispositifs pour économiser l'énergie, tels que récupération de la chaleur sensible des fumées à l'agglomération et aux cowpers, extinction à sec du coke, turbines de détente aux hauts fourneaux, etc.

Un des résultats obtenus est une diminution significative de la consommation globale d'énergie néces-

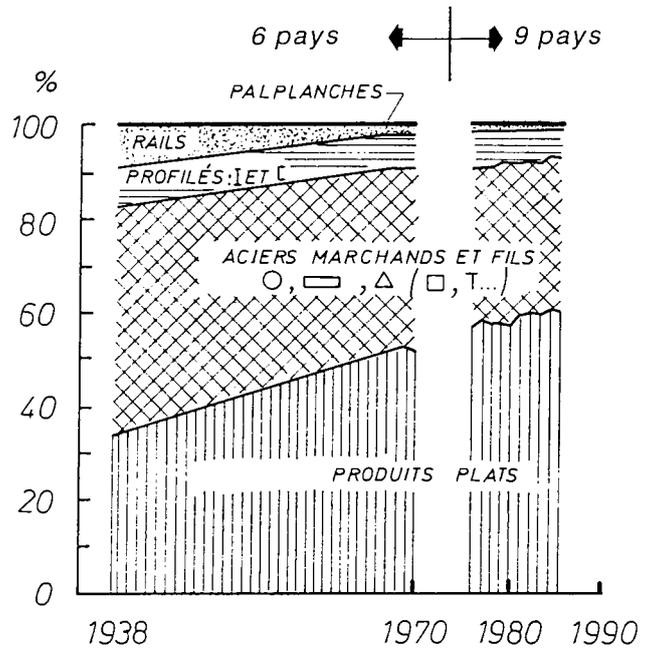


Figure 6

Évolution des produits sidérurgiques fabriqués dans la Communauté  
(Sources : Stahleisen Kalender et Jahrbuch Stahl)

saire pour produire 1 tonne de fonte. Ce résultat est illustré au tableau 2 :

Tableau 2  
Consommation énergétique nécessaire pour produire 1 tonne de fonte (cokerie et préparation de la charge comprise)

Résultats obtenus dans 18 usines européennes de fabrication de produits plats			
	1985	1986	1987
Moyenne (GJ/t)	18,85	18,48	18,31
Fourchette (GJ/t)	17,34 à 20,80	16,79 à 20,15	16,20 à 19,92
Référence japonaise performante (GJ/t)	16,96	17,00	—

Source : ATSF - Commission énergie.

Un autre résultat obtenu est le changement de nature des énergies utilisées et, plus précisément, la substitution de charbon injecté aux tuyères au coke chargé au gueulard. La figure 7 montre l'évolution cumulative de la quantité de charbon injectée dans les hauts fourneaux européens, tandis que le tableau 3 montre la croissance du nombre d'installations dans la Communauté européenne.

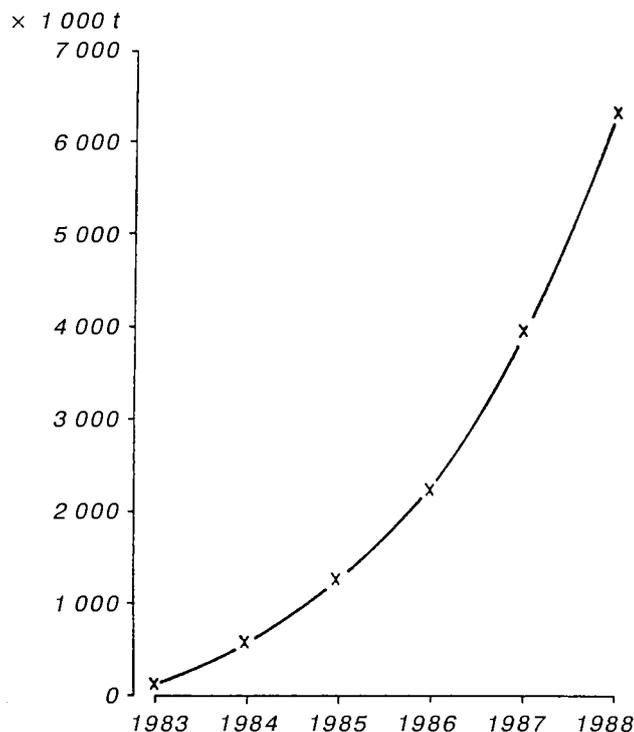


Figure 7

Intensification de l'injection de charbon aux tuyères des hauts fourneaux européens

(Source : G. Hanniker, J. Derycke, N. Edberg, M. Geerdes, Y. de Lassat de Pressigny et K. Langner : «Coal injection into blast furnaces in Western Europe», Internationaler Kongreß für neue Entwicklungen in der Prozeßmetallurgie, Düsseldorf, 22 mai 1989)

**Tableau 3**  
**Nombre d'installations d'injection de charbon dans les hauts fourneaux de la Communauté européenne**

1983	6
1984	7
1985	9
1986	13
1987	21
1988	25
1989	34

Source : Jahrbuch Stahl.

Ces évolutions favorables ont permis de maintenir la compétitivité des hauts fourneaux vis-à-vis des procédés concurrents de réduction.

ÉLABORATION DE L'ACIER

Depuis 1985, ainsi que le montre la figure 8, l'acier de la Communauté européenne n'est virtuellement plus fabriqué que par les procédés à l'oxygène (70 %) ou aux fours électriques à arc (30 %).

Les procédés à l'oxygène, qui furent mis au point en Europe, ont atteint dans les pays de la Communauté un haut niveau de développement. Ils y sont généralement utilisés dans la version soufflage combiné par le haut et par le fond et, parfois, dans la version soufflage, uniquement par le fond.

La R & D de ces dernières années a visé à y élaborer les nouvelles nuances d'acier demandées par la coulée continue et par la clientèle. Toutes ces nuances sont caractérisées par des contenus analytiques de plus en plus précis. Certaines demandent, en outre, des teneurs en impuretés de plus en plus réduites. Ce double objectif a pu être atteint :

- d'abord, grâce à une fonte de qualité améliorée par les progrès réalisés aux hauts fourneaux ainsi que par les progrès réalisés en matière de désulfuration et de prétraitement de la fonte;
- ensuite, par une meilleure connaissance des phénomènes qui se déroulent en convertisseur;
- pour suivre, grâce à l'emploi de plus en plus généralisé de la métallurgie de poches. Le tableau 4 relatif aux aciéries à l'oxygène de quelques pays de la Communauté montre que, depuis 1985, le nombre d'installations continue à augmenter et que leur degré de sophistication (possibilité de réchauffer, possibilité de faire le vide) croît également;
- pour terminer, en utilisant le tundish des coulées continues comme réacteur métallurgique permettant la décantation finale des inclusions.

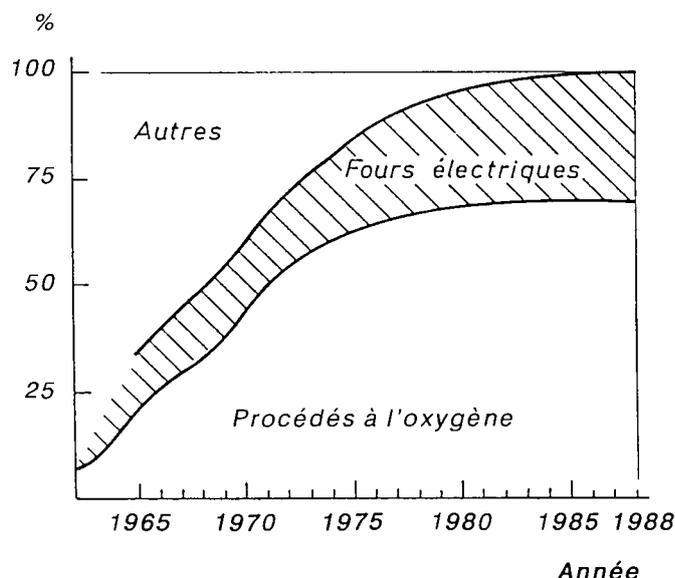


Figure 8

Évolution des techniques de production de l'acier dans la Communauté

(Source : P. Nilles : «Present Status and Developments of Oxygen Steelmaking in Europe», rapport interne CRM DS 17/87)

**Tableau 4**  
**Installation de métallurgie de poches dans les aciéries à l'oxygène de la Communauté européenne (dix pays)**

	Nombre d'aciéries	Nombre total de métallurgie de poches	Nombre d'installations permettant		
			le vide	le réchauffage	le vide et le réchauffage
Situation 1985	38	99	15	6	4
Construction après 1985	—	36	4	9	4

Source : International Working Group Exchange of Data on BOS Plants.

La figure 9 donne une idée des limites qui peuvent être atteintes actuellement.

La R & D a également visé à développer de nouvelles techniques de récupération des gaz de convertisseur basées sur la filtration à sec de ces gaz. Elles ont été implantées dans quelques aciéries. Au total, treize aciéries de la Communauté récupèrent déjà le gaz de convertisseur, ce qui représente une économie de plus de 0,5 GJ/tonne acier.

#### *Les fours électriques*

Comme les procédés à l'oxygène, les fours électriques ont atteint un haut niveau de développement grâce, notamment, à l'apport des transformateurs de grande puissance et à l'utilisation de la métallurgie de poches pour augmenter la productivité.

L'évolution est toutefois loin d'être terminée. La Communauté est très active dans ce domaine. On peut, par exemple, citer le développement, la mise au point et la construction de fours industriels à courant

continu, qui permettent dès aujourd'hui d'atteindre des productivités de 1 coulée/heure avec des consommations d'électrodes de moins de 2 kg/t.

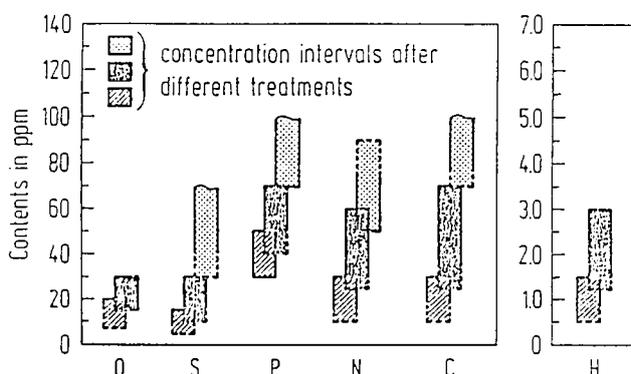
En ce qui concerne les nuances d'acier, l'évolution est la même que dans les procédés à l'oxygène : l'effet cumulé de la R & D et de techniques de fusion combinant l'injection partielle d'oxygène et le barbotage par le fond et l'utilisation intensive d'installations de métallurgie de poches sophistiquées composées dans certains cas de deux installations en série (l'une oxydante, l'autre désoxydante) ont permis de répondre à de nombreux besoins nouveaux de la clientèle, ainsi que de limiter la consommation d'éléments d'alliages qui sont, comme on le sait, parfois fort coûteux. Les principales limitations qualitatives des fours électriques se situent au niveau des teneurs en azote, ainsi que des impuretés contenues dans les ferrailles qui ne peuvent toujours pas être éliminées économiquement.

#### COULÉE DE L'ACIER

Les dernières années ont été marquées dans le monde par la disparition progressive de la coulée en lingots au profit des procédés bien rôdés de coulée continue de slabs, de blooms et de billettes.

Le tableau 5 montre que la sidérurgie européenne a suivi cette tendance.

On constate qu'il subsiste dans la Communauté un retard par rapport au Japon, mais qu'une petite avance a pu être prise sur l'ensemble des pays industrialisés (Japon compris). L'économie considérable d'énergie et de coût liée à l'utilisation de ce procédé explique pour une bonne part cette évolution. Il faut toutefois souligner que les efforts continus de R & D portant sur tous les aspects du procédé — design, instrumentation, modélisation, métallurgie, introduction de nouvelles technologies (brassage électromagnétique...) — ont facilité cette évolution, car ils ont permis d'améliorer les



**Figure 9**

Limite des teneurs en impuretés actuellement accessible par des traitements spéciaux

(Source : H. Rellermeyer :

«Present and Future Development in Iron and Steel Technology»,  
First Iron and Steel Technology Conference,  
Gajo, octobre 1987)

**Tableau 5**  
**Pourcentage d'acier coulé en continu**  
**dans le monde et ses régions**

	1980	1985	1988
Communauté européenne	38,9	69,5	84,2
Japon	59,5	91,1	93,0
Ensemble des pays industrialisés	39,4	68,7	79,9
Ensemble du monde	29,9	49,7	58,8

Source : IISI.

performances du procédé et, par exemple, sa sécurité, sa fiabilité, sa productivité, la qualité et la diversité de son programme de fabrication. En ce qui concerne ce dernier point, on peut, par exemple, mentionner le développement et la mise en service récente de coulées continues horizontales mieux adaptées à la coulée d'aciers spéciaux en petite série.

#### LAMINAGE A CHAUD DE L'ACIER

Le laminage à chaud a subi de profondes mutations au cours de ces dernières années :

- d'une part, il s'est adapté à une alimentation par la coulée continue;
- d'autre part, il utilise de plus en plus la chaleur contenue dans le produit laminé pour réaliser plus ou moins «gratuitement» des traitements thermiques qui confèrent à l'acier des propriétés fort intéressantes;
- enfin, de nouvelles techniques ont été adoptées pour accroître encore la précision dimensionnelle.

#### *Alimentation par la coulée continue*

L'alimentation des laminoirs finisseurs à chaud par la coulée continue présente comme première caractéris-

**Tableau 6**  
**Consommation énergétique**  
**de 18 trains à larges bandes à chaud**  
**de la Communauté européenne**

	1985	1986	1987
Moyenne (GJ/t coils)	3,02	2,87	2,84
Fourchette (GJ/t coils)	2,22 à 4,66	2,12 à 3,87	2,01 à 3,74
Référence japonaise performante (GJ/t coils)	1,92	1,80	—

Source : ATSF — Commission énérgie.

tique le fait que les demi-produits ont des dimensions différentes (souvent plus grandes) et sont moins diversifiés que ceux obtenus par la voie classique. De ce fait, un certain nombre :

- de développements, notamment l'étude de grandes réductions de largeur aux trains à larges bandes;
- d'investissements en équipements de déformation complémentaires spécifiques,

ont été nécessaires pour faire face à cette nouvelle situation.

L'alimentation par la coulée continue permet — et ceci constitue la deuxième caractéristique — de bénéficier de la bonne qualité des produits qui y sont fabriqués, qui, dans bien des cas, ne doivent plus subir de conditionnement préalable avant d'être portés à la température requise pour le laminage à chaud. Cette circonstance permet aussi, dans les installations à layout favorable, d'enfourner les produits coulés encore chauds dans les fours de réchauffage et même à la limite de by-passer complètement ces fours. On économise alors les calories correspondantes. Le tableau 6 donne une idée des économies déjà réalisées, et encore réalisables dans le cas des trains à larges bandes à chaud.

Il est clair que les résultats déjà obtenus ont demandé pas mal d'efforts de développement :

- pour repérer les produits enfournables à chaud;
- pour connaître leur contenu calorifique et programmer les fours en conséquence;
- pour adapter les aciers au cycle thermique modifié que les produits subissent;
- pour faire coïncider les programmations des coulées continues et des trains à chaud.

Ce dernier point est particulièrement difficile à réaliser sur les trains à larges bandes classiques qui sont programmés en cône. Pour se libérer de cette contrainte et pratiquer le «schedule free rolling», des solutions ont été imaginées pour déplacer axialement les cylindres de travail des laminoirs. L'Europe n'est pas absente de ces recherches, notamment avec le développement des systèmes UPC (Universal Profile Control), CVC, Clecim, et la mise en place de ces dispositifs ou de dispositifs analogues sur une dizaine de trains à bandes de la Communauté.

#### *Traitements thermiques dans la chauffe de laminage*

Le refroidissement des produits sortant des laminoirs à chaud a été fortement amélioré au cours de ces dernières années, de manière à éviter de coûteux traitements thermiques (normalisation, patentage) ou mécaniques (torsadage) ultérieurs. Dans ce domaine, on peut mettre à l'actif de la sidérurgie européenne l'invention et la mise au point du concept de trempe et autotvenu des aciers à la sortie des laminoirs à chaud. Cette technique imaginée en 1971 pour les ronds à béton fut baptisée Tempcore et les ronds fabriqués par ce

procédé portent le trade mark Tempcore. Elle présente l'avantage de nécessiter beaucoup moins de coûteux éléments d'alliages que les ronds traditionnels de même résistance, tout en possédant une soudabilité et une formabilité améliorée. Le Tempcore démarra en 1974. Son développement fut mondial, puisqu'en 1989 il y a 51 affiliés appartenant à 22 pays et représentant une production de ronds Tempcore de 5 millions de tonnes par an.

Le procédé de trempe et autorevenu à la sortie des laminoirs à chaud est maintenant appliqué à d'autres produits et, notamment, aux :

- tôles fortes,
- poutrelles.

Il y est connu sous le vocable QST (Quench and Self-tempering).

### Contrôle dimensionnel

Depuis de nombreuses années, la clientèle invite l'industrie sidérurgique à améliorer ses tolérances dimensionnelles de manière à :

- économiser la matière (diminuer les surépaisseurs et les surlargeurs),
- éviter les coûteuses opérations d'usinage,
- automatiser les opérations de finition.

C'est ainsi que le contrôle en continu de l'épaisseur et de la largeur des produits plats (AGC et AWC) est bien connu. Des systèmes analogues sont en cours de développement pour les produits longs et, notamment, en Europe pour les ronds et les profilés. Dans ce dernier cas une véritable tomographie est nécessaire. Par ailleurs, d'autres aspects dimensionnels doivent être pris en considération. Pour les produits plats il s'agit de la planéité, des chutes d'épaisseur en rives, de la forme des extrémités. De nouvelles technologies basées sur le contrecambrage des cylindres, sur leur déplacement axial ... ont été développées et implantées pour faire face à ces nouveaux défis.

### RÉSUMÉ RELATIF A LA SIDÉRURGIE A CHAUD

Arrivé au terme de l'examen des progrès réalisés dans la sidérurgie à chaud, il peut être intéressant de cumuler certains gains et, notamment, ceux réalisés en matière énergétique. Le tableau 7 montre les résultats obtenus dans l'exemple déjà traité pages 8 et 11.

On constate que les progrès moyens sont de l'ordre de 3 %/an et que les performances des meilleures usines se situent maintenant à un bon niveau.

### Cas particulier des aciers spéciaux

Dans le cas particulier des aciers spéciaux, les développements sont similaires à ceux évoqués à propos

**Tableau 7**  
**Consommation énergétique globale**  
**nécessaire pour produire**  
**1 tonne de coils à chaud (tout compris)**

Résultats obtenus dans 18 usines européennes de fabrication de produits plats			
	1985	1986	1987
Moyenne (GJ/t)	23,44	22,43	22,11
Fourchette (GJ/t)	19,57 à 30,40	19,04 à 29,51	18,65 à 29,84
Référence japonaise performante (GJ/t)	18,69	–	–

Source : ATSF – Commission énergie.

des aciers ordinaires. A l'heure actuelle, les installations de métallurgie de poches souvent assez complexes permettent d'élaborer la plupart des nuances demandées à partir d'acier provenant aussi bien des convertisseurs à l'oxygène que des fours électriques à arc, comme c'est le cas pour les aciers ordinaires. Les progrès décrits précédemment ont toutefois eu un impact plus marqué :

- tout d'abord, parce que les économies sur les rendements matières sont d'autant plus grandes que ces matières sont coûteuses ;
- ensuite, parce que les économies sur les éléments d'alliages sont d'autant plus appréciées que les quantités mises en œuvre sont importantes, et que la fiabilité d'approvisionnement de ces éléments d'alliage n'est pas garantie à 100 %.

A titre d'exemple, la technique de métallurgie de poche AOD, introduite depuis 1960 pour la production des aciers inoxydables, a permis d'intensifier les recyclages de ferrailles inoxydables ainsi que l'utilisation de ferro-chrome carburé au détriment des coûteux ferro-chromes affinés. Cette technique, jointe aux progrès réalisés en aciérie, à l'utilisation intensive de la coulée continue et à l'efficacité améliorée des laminoirs, a permis à l'acier inoxydable de poursuivre, après les chocs pétroliers, une croissance de 3 à 4 % l'an illustrée à la figure 10.

### LAMINAGE A FROID

Les laminoirs à froid ont fortement progressé sous les aspects :

- productivité,
- qualité dimensionnelle des produits fabriqués.

En ce qui concerne l'aspect productivité, la mise en continu/continu des laminoirs tandem à froid :

- par soudage des coils les uns aux autres ;
- par découpe à la vole de la bande à froid laminée ;
- par mise en place d'un dispositif particulier de tracking et de set up du tandem,

progresses, dans la Communauté européenne comme dans les autres pays industrialisés, sous deux variantes :

- mise en continu/continu du tandem à froid ;
- couplage continu/continu décaperie et tandem à froid,

grâce à un intense programme de R & D. Elle permet des gains significatifs de productivité par disparition des temps morts entre bandes et par diminution des arrêts pour changements de cylindres.

En ce qui concerne l'aspect dimensionnel, les problèmes sont similaires à ceux évoqués à propos du laminage à chaud, à la différence que la précision absolue demandée est encore beaucoup plus grande. Ces problèmes reçoivent des solutions analogues à celles mentionnées page 12. Les technologies utilisées sont toutefois plus sophistiquées (par exemple cages à 6 cylindres) et demandent plus de développement qu'en laminage à chaud.

#### RECUIT APRÈS LAMINAGE A FROID

Le recuit de recristallisation après laminage à froid a connu une grande évolution à la fin des années 70, lorsque sont apparus :

- d'une part, des procédés nouveaux : les procédés de recuit continu CAL, CAPL, KM-CAL au Japon et le procédé HOWAQ dans la Communauté;
- d'autre part, une amélioration des procédés existants : les fours à hydrogène à haute convection.

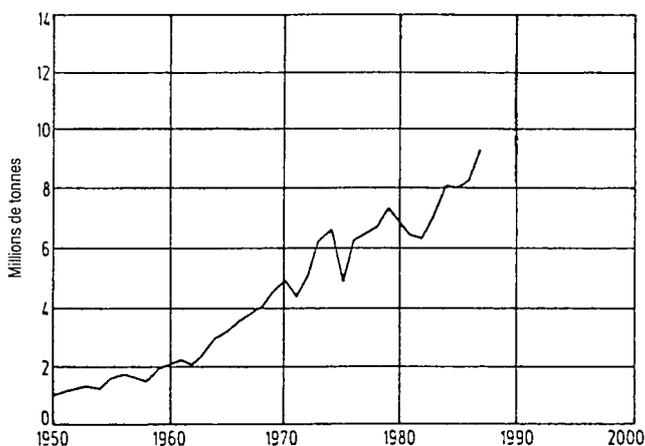


Figure 10

Évolution de la production mondiale d'acier inoxydable brut

(Source : H. Pariser et D. Toerien : *Stahl und Eisen* 109, 1989, n° 11, p. 543)

Ces procédés visent à une augmentation de productivité par diminution du temps nécessaire au recuit. En plus, dans le premier cas, ils permettent :

- d'améliorer l'homogénéité du produit et sa qualité de surface;
- de coupler le recuit à une autre opération amont ou aval, comme le skin pass et le cisailage de rives, sans manipulations intermédiaires.

La R & D nécessitée par la mise au point de tels procédés est considérable non seulement sur le plan technologique, mais aussi sur le plan fondamental, car la métallurgie du procédé de recuit continu est totalement différente de celle du recuit batch, ce qui a des répercussions aux laminoirs à froid et à chaud, à l'aciérie et même sur l'analyse de la fonte et des ferrailles.

Six installations de recuit continu (compte non tenu des recuits continus pour fer-blanc ou incorporés dans les lignes de galvanisation) ont été construites en Europe au milieu des années 80. On a observé un certain ralentissement, compte tenu du coût des investissements nécessaires et de l'avènement du recuit à l'hydrogène. Toutefois, le démarrage de trois nouvelles installations est encore prévu en Europe d'ici à 1992, et il est probable que d'autres types de couplage permettront encore à ces procédés de progresser à l'avenir.

#### GALVANISATION ET ÉLECTROZINGAGE

La demande accrue du marché en produits (surtout plats) résistant mieux à la corrosion a conduit les sidérurgistes à augmenter la capacité de production de tôles revêtues de zinc. L'Europe ne pouvait rester insensible à cette évolution, ainsi que le montre le tableau 8 :

Tableau 8

#### Capacité de production de tôles revêtues de zinc dans la Communauté européenne

	(Mio t/an)				
	1983	1987	1988	1992	1995
Hot Dip	7,6	8,0	8,4	11,9	12,5
Électrozingué	1,5	2,8	3,4	4,9	5,2
Total	9,1	10,8	11,8	16,8	17,7

Source : Commission des Communautés européennes (données provisoires fournies par la DG III).

Ces augmentations quantitatives se sont accompagnées d'améliorations qualitatives visant à améliorer :

- la qualité du support (notamment sa formabilité pour les applications dans l'industrie automobile) grâce, notamment, aux acquis de la technologie du recuit continu;

- la qualité du revêtement, qui n'est plus nécessairement du zinc pur, mais qui peut être, en hot dip, du galvannealed, du galfan, du zinc-aluminium, en électrozingué, du zinc-nickel, du zinc-nickel avec un revêtement organique... suivant l'application visée;
- la qualité de l'accrochage support-revêtement par un conditionnement approprié de la surface.

Dans ce domaine, bon nombre d'innovations, tant au niveau de la technologie de la ligne que de la technologie du produit, peuvent être mises à l'actif de l'Europe.

#### COIL COATING

De la même manière que pour les produits revêtus de zinc, les besoins du marché du bâtiment et du marché des biens d'équipement en produits plats recouverts d'un revêtement organique, permettant d'éviter de coûteux traitements de peinture ou d'émaillage sur produits finis, ont conduit les sidérurgistes, et évidemment aussi les sidérurgistes européens, à augmenter leur capacité de «coil coating».

**Tableau 9**  
**Capacité de coil coating**  
**dans la Communauté européenne**

	1983	1987	1988	1992	1995
Mio t/an	1,8	2,3	2,6	3,6	4,0

Source : Commission des Communautés européennes (données provisoires fournies par la DG III).

On peut répéter qu'ici aussi il y a eu de nombreux développements qualitatifs :

- au niveau du support pour permettre un profilage profond du produit revêtu;
- au niveau des revêtements qui doivent présenter des propriétés et des aspects de plus en plus diversifiés.

On peut signaler enfin que, même dans la technologie de dépose de ces films organiques sur le support, bien des évolutions sont en cours. A titre d'exemple, il existe en Europe des installations couplées de galvanisation et de coil coating.

#### *Mutation dans les produits*

La mutation qui s'est opérée, au cours de ces dernières années, dans les produits sidérurgiques fabriqués dans la Communauté européenne est considérable.

En se limitant aux années 80 et en parcourant les différents produits sidérurgiques, on peut faire état d'un grand nombre de nouveautés (?).

#### EN TÔLES A FROID

On peut tout d'abord souligner que la norme européenne EN 10.130 s'est enrichie, dans sa nouvelle version, de deux nouvelles qualités :

- Fe PO<sub>5</sub>,
- Fe PO<sub>6</sub> (IF : interstitial free),

à performances largement améliorées en formage à froid. Ces deux produits ont été développés par les producteurs européens pour répondre aux besoins les plus pointus exprimés par les constructeurs et les transformateurs en matière d'emboutissage.

Par ailleurs, il faut épingleur :

- la mise au point, pour le secteur de l'émaillage, d'aciers calmés de coulée continue, qui remplacent progressivement les aciers effervescents traditionnels. Ce secteur de l'émaillage constituait un des derniers bastions des produits de la coulée classique;
- le développement d'aciers à haute résistance à propriétés de formage relativement élevées grâce à l'utilisation rationnelle des nouvelles lignes de recuit continu, dont il a été question page 13. Il faut toutefois signaler que, contrairement aux carrossiers japonais, l'industrie automobile européenne utilise encore peu ce type de produits.

#### EN TÔLES REVÊTUES

La gamme des produits revêtus s'est fortement élargie dans la Communauté européenne, ainsi qu'on l'a signalé ci-contre. On peut, notamment, mentionner :

- les revêtements galvannealed et les produits électrozingués destinés à l'industrie automobile, où ils permettent maintenant de garantir la résistance à la corrosion des véhicules sans recourir à de coûteux produits de substitution et sans hypothéquer la recyclabilité des carrosseries usagées;
- les revêtements zinc-aluminium offrant, pour le bâtiment ou pour d'autres usages industriels, une protection renforcée par rapport au galvanisé traditionnel;
- les revêtements aluminés, destinés, par exemple, aux pots d'échappement, qui présentent pour ce type d'application une résistance comparable à celle des aciers inoxydables.

Le développement de ces produits a nécessité de nombreux travaux, notamment dans le domaine de la mise en œuvre des aciers revêtus. C'est ainsi que les techniques de soudage ont été fortement investiguées, et l'intérêt du soudage par laser mis en évidence non seulement pour l'industrie automobile, mais aussi pour d'autres applications. Cette technique n'endommage

quasiment pas les revêtements des tôles et permet les assemblages les plus divers, y compris dans les liaisons à trois dimensions.

#### EN FER-BLANC ET ECCS <sup>(3)</sup>

Les développements se sont principalement orientés sur la mise au point de produits :

- plus minces (grâce, notamment, à la double réduction) ;
- à tolérances dimensionnelles plus réduites (en long, en travers et en planéité) ;
- à formabilité améliorée (grâce à une plus grande homogénéité et à une meilleure propreté),

permettant de réduire le coût des emballages aussi bien par réduction du poids des matières (réduction de l'épaisseur) que par diminution des coûts de mise en œuvre (utilisation de procédés à grande cadence de production). Les économies qui en résultent permettent à l'acier de soutenir la concurrence des autres matériaux d'emballage comme l'aluminium, le plastique, le verre et le carton.

En fer-blanc, comme en tôles revêtues, les développements de nouveaux produits nécessitent d'importants travaux dans le secteur de la mise en œuvre : c'est dans ce cadre qu'a été entrepris dans la Communauté européenne un travail très important sur la réalisation de couvercles en acier à ouverture rapide pour les boîtes de boisson.

#### EN TÔLES MAGNÉTIQUES

Des progrès sensibles ont été réalisés en Europe dans le secteur des tôles à *grains non orientés*. Grâce aux développements visant à optimiser :

- les analyses chimiques (métallurgie de poches) ;
- les cycles de traitement thermique (recuit continu) ;
- la qualité des revêtements superficiels (isolation, formabilité),

l'Europe a pu rejoindre le peloton de tête.

Dans le secteur des tôles à *grains orientés*, par contre, l'Europe reste tributaire des licences japonaises et les développements réalisés restent dans le cadre des know-how transférés.

#### EN TÔLES A CHAUD

Provenant de trains à bandes et de trains quartos, les progrès essentiels se situent au niveau des traitements thermomécaniques réalisés dans la chaude de laminage, avec ou sans le QST évoqué page 12. Ces traitements visent à réaliser des produits à limite élastique améliorée (par exemple 680 Mpa) conservant de bonnes propriétés de formage et de soudabilité. Ces produits très attrayants sont largement utilisés en

construction métallique, dans des secteurs aussi variés que les tuyauteries soudées de grande dimension et la construction des véhicules utilitaires.

De nouveaux progrès en matière de régularité des traitements permettent d'envisager des utilisations plus extensives en construction navale, pour les réservoirs et en offshore.

#### EN FIL MACHINE

Les développements ont conduit à des produits de plus en plus sophistiqués. C'est ainsi que le steelcord, développé jadis pour remplacer les matières synthétiques qui renforçaient traditionnellement le caoutchouc dans des applications comme les pneumatiques, les courroies transporteuses et les flexibles hydrauliques, continue à progresser. Ce matériau à très haute résistance et à très faible teneur en inclusions pourrait techniquement être concurrencé par les fibres de carbone. Ces dernières sont malheureusement assez coûteuses et, tant qu'à présent, de nouveaux progrès en résistance, obtenus par des modifications de la microstructure du steelcord, ont permis de différer le recours à ces fibres.

#### EN RONDS A BÉTON

Les nouveaux produits Tempcore ont déjà été décrits pages 11 et 12.

#### EN MATÉRIEL DE VOIE FERRÉE, ET PLUS PARTICULIÈREMENT EN RAIL

L'Europe a été très active dans le développement de nouveaux produits plus résistants à l'usure tout en restant soudables et présentant toute garantie de résistance à la rupture fragile. On peut citer :

- les rails naturellement durs à 1 100 et 1 200 Mpa de limite de rupture, qui se sont avérés très performants et très économiques à l'emploi ;
- les rails à bourrelet traité thermiquement dans la chaude de laminage, qui viennent d'être installés par les principales sociétés de chemin de fer européennes et qui paraissent très prometteurs.

#### EN PROFILÉS LOURDS

Les traitements thermomécaniques utilisés pour les tôles à chaud commencent à être transposés, et quelques usines européennes proposent déjà des produits plus résistants et moins sensibles à la rupture fragile. Le travail de normalisation de ces produits reste toutefois à entreprendre.

#### EN ACIERS SPÉCIAUX

Des mutations très profondes sont à signaler.

Tout d'abord, deux produits ont connu une expansion très significative. Il s'agit :

- des *aciers inoxydables*, dont la croissance est due non seulement à la réduction drastique des coûts évoquée page 12, à l'augmentation de qualité des produits, mais aussi à un travail considérable de recherches de nouveaux marchés dans des domaines aussi divers que la décoration des bâtiments, les cabines téléphoniques, les poteaux d'éclairage, les tonneaux de bière, les silencieux pour automobiles, les wagons de chemin de fer, les installations de désulfuration des effluents gazeux, etc. L'entrée dans ces nouveaux marchés implique le développement d'un service important à la clientèle, aussi bien dans le domaine du design des produits que dans celui de leur mise en œuvre;
- des *aciers résistant à l'usure*, dont la croissance est facilement explicable compte tenu de la politique générale d'économie de matières évoquée précédemment. Pour minimiser les coûts globaux, cette politique conduit à remplacer les aciers doux par des aciers alliés dès que le contexte usure/corrosion l'exige. Il faut ajouter que le développement de nouvelles nuances plus performantes ou moins chargées en alliages n'est pas étranger à cette évolution.

Il faut aussi mentionner dans les produits en expansion :

- les *aciers à haute résistance à l'oxydation à chaud* (par exemple les aciers au Cr-Al qui résistent à 900 °C) qui sont appelés à connaître un grand développement depuis la décision d'équiper les voitures de la Communauté de pots catalytiques.

Ensuite, des ripages de qualité ont été observés. C'est ainsi :

- que les *aciers pour traitements thermiques*, au Cr, Ni, Mo, destinés aux applications, nécessitant des limites élastiques très élevées, sont assez fréquemment remplacés par des aciers au B, voire même par des aciers microalliés qui ne nécessitent plus de traitements thermiques;
- que, dans le domaine des *aciers de décolletage*, de nouvelles nuances ne contenant plus de plomb ont été développées pour répondre aux soucis de protection de l'environnement. Ces nuances, traitées au calcium, n'atteignent toutefois pas encore les «top»-performances des aciers au plomb;
- que, dans le domaine des *aciers résistant au fluage*, les nuances plus chargées en éléments d'alliages (9 % Cr - 1 % Mo) remplacent de plus en plus les nuances moins chargées (2,5 % Cr - 1 % Mo), en raison de leur résistance à des températures plus élevées. Ce mouvement a nécessité d'importants développements, notamment dans le domaine de la soudure. Les principes métallurgiques développés à cette occasion peuvent être extrapolés aux aciers ordinaires.

Enfin, des remplacements par des matériaux moins coûteux ont été observés :

- dans le *domaine des vilebrequins* pour les moteurs de cylindrée inférieure, où les nouvelles qualités de fonte ont remplacé les aciers de traitement thermique;
- dans le *domaine des aciers à outil*, où les aciers rapides subissent la concurrence des néocéramiques (oxydes ou nitrures).

#### EN RÉSUMÉ

Il ressort de ce qui vient d'être montré sur les nouveaux produits des usines sidérurgiques que, dans l'ensemble, la sidérurgie européenne a su rencontrer les demandes spécifiques qui lui étaient adressées par ses principaux clients, ce qui a permis de freiner les mouvements de substitution par des matériaux étrangers et de maintenir quasiment inchangé le niveau des exportations nettes de la Communauté (voir figure 4). La R & D a largement contribué à l'obtention de cet objectif, grâce à :

- 1) des études à caractère assez fondamental des propriétés des aciers et, notamment :
  - la soudabilité, avec des retombées comme de nouveaux procédés de soudage (laser) ou de nouveaux tests permettant d'évaluer le risque d'apparition de défauts;
  - la formabilité, par des méthodes assez élaborées, comme la modélisation par les éléments finis;
  - les mécanismes de rupture;
  - le comportement à la fatigue;
  - la résistance à la corrosion dans les milieux les plus divers;
  - la résistance au fluage à chaud.Ces études sont menées avec les nouveaux moyens d'expérimentation et de modélisation que la technologie moderne permet;
- 2) des études plus spécifiques menées pour un secteur d'application particulier, voire pour ou avec un utilisateur déterminé. Ce type d'études va être illustré pour les deux principaux marchés de la sidérurgie — l'automobile et le bâtiment — dans les paragraphes qui suivent;
- 3) des actions de promotion.

#### *Automobile et transport*

L'acier est le matériau principal utilisé actuellement dans les carrosseries automobiles en raison, notamment, de sa résistance statique, de sa résistance à la fatigue, de sa sécurité d'emploi, de son prix, de la facilité de son formage et de son assemblage par soudage et des possibilités très importantes de recyclage. Pour rester dans la compétition, ces propriétés ont dû être amé-

liorées, notamment du point de vue du formage (emboutissabilité) :

- en améliorant les aciers (Fe PO<sub>5</sub> – Fe PO<sub>6</sub>),
- mais aussi en améliorant avec les constructeurs la technique d'emboutissage elle-même, comme cela vient d'être réalisé grâce à l'élastoformage.

Par ailleurs, d'autres propriétés ont dû être développées, sans trop altérer les premières, comme :

- la résistance à la corrosion, par l'utilisation judicieuse des nouveaux aciers revêtus qui ont été décrits page 14;
- l'aspect de surface après emboutissage, qui a pu être amélioré par l'utilisation de cylindres de laminage à rugosité contrôlée usinés au laser. Il s'agit ici d'un développement européen;
- le rapport résistance/poids, grâce à la promotion et à un service technique important pour assurer la bonne utilisation des aciers à limite élastique plus élevée conservant de bonnes propriétés de formage et de soudabilité;
- la fiabilité des assemblages à d'autres matériaux, par développement des techniques de collage, par exemple.

#### *Bâtiment et travaux publics*

Dans le secteur du bâtiment et des travaux publics, l'acier seul ou dans un ensemble composite est en compétition avec le béton, contenant lui-même une certaine quantité d'acier, et avec tous les autres matériaux de construction.

Le choix d'une solution ou d'une autre, pour une application donnée, est une question :

- de prix de l'ensemble, c'est-à-dire des matériaux et de leur mise en œuvre;
- d'esthétique;
- de résistance au feu et à la corrosion.

Pour augmenter la compétitivité de l'acier, il faut améliorer tous ces facteurs, par exemple :

- diminuer le poids d'acier en améliorant la matière de base (acier HLE, QST...) et/ou la forme et la dimension des profilés (nouvelles gammes à chaud, à froid ou soudées), ainsi qu'en modifiant les techniques de construction (par exemple, murs portants, planchers collaborants dans le bâtiment);
- diminuer le prix de la mise en œuvre par utilisation d'assemblages simplifiés (étude des nœuds) et/ou par industrialisation de certaines opérations (pré-fabrication, standardisation...) et/ou par utilisation de produits prélaqués ou skinplate qui peuvent subir des formages sévères ainsi que le soudage après coating;
- multiplier la gamme des formes et coloris disponibles;
- mettre au point des assemblages composites, par exemple acier/béton, où le béton sert d'enrobage à l'acier et le protège de l'action directe des flammes;
- protéger l'acier contre la corrosion par les pré-revêtements les plus appropriés (aluzinc...).

Un bon nombre de pays européens sont très dynamiques dans ce domaine et peuvent mettre de splendides réalisations à leur actif, aussi bien en ouvrages d'art, en bâtiments qu'en rénovation.

## Rôle de la R & D à court et à moyen terme

### OBJECTIFS CLÉS POUR LE SOUTIEN DE LA COMPÉTITIVITÉ

Le maintien, voire le développement, de l'industrie sidérurgique européenne nécessite de poursuivre les efforts entrepris jusqu'ici en termes de :

- compétitivité de la sidérurgie européenne vis-à-vis de ses principaux concurrents;
- compétitivité de l'acier vis-à-vis des matériaux concurrents dans les marchés traditionnels et même dans de nouveaux marchés.

A titre d'exemple du premier point, si la productivité actuelle européenne se situe entre trois et cinq heures de travail à la tonne de produits standards laminés, certains dans le monde visent déjà deux heures. D'un autre côté, le tableau de la page 12 a montré que, si la consommation énergétique moyenne européenne ac-

tuelle se situe, pour la fabrication de coils à chaud, à 22 GT/t coils, certains obtiennent 18 GT/t coils et même moins.

Pour mieux cerner le deuxième point, il faut rappeler que la compétitivité d'un matériau se mesure au niveau du composant fini, non seulement au niveau du prix, mais aussi au niveau fonctionnel général. Cela signifie que, pour améliorer la compétitivité de l'acier, il faut poursuivre les efforts déjà mentionnés ci-contre, pour que :

- les carrosseries réalisées en majeure partie avec de l'acier restent préférées à celles réalisées en plastique ou en fibre de carbone, ou intégrant beaucoup de ces matériaux;
- les bâtiments et ouvrages de travaux publics incorporant beaucoup d'aciers standards ou inoxydables, dans les structures, les bardages, les planchers, voire même les finitions intérieures,

deviennent plus attrayants que les autres types de bâtiments;

- les emballages à base d'acier soient, dans le plus grand nombre de domaines possible, plus attractifs que ceux à base d'aluminium, de verre, de plastique ou de carton.

Ce deuxième point est en fait celui de la substitution, dont l'impact n'est pas apparu de façon très marquée jusqu'à présent (voir page 6). Il risque de ne plus en être de même dans les prochaines années, compte tenu :

- de l'effort intense de R & D déployé par les industries concurrentes pour les matériaux concurrents;
- des effets induits par l'ouverture du marché unique en 1993, sur les habitudes de consommation qui se trouveront inévitablement modifiées par la libre circulation de produits faiblement diffusés dans certaines régions, par l'apparition de nouvelles normes... Cet aspect normalisation intervient deux fois :

- d'abord, au niveau du produit sidérurgique. Dans ce domaine, des problèmes subsistent, ainsi qu'on peut le voir à l'annexe établie par le D<sup>r</sup> D. Schauwinhold;

- ensuite, au niveau des composants finis : normes de construction, de sécurité, de recyclabilité, etc.

On ne peut évoquer la substitution sans souligner le fait rapporté page 16, selon lequel le phénomène doit être envisagé :

- non seulement entre l'acier, la fonte, le béton, les matériaux polymériques, les matériaux non ferreux, le verre, les céramiques, etc.;
- mais aussi entre les diverses catégories d'un même matériau.

En ce qui concerne l'acier, ces possibilités «internes» de substitution sont nombreuses : aciers alliés/aciers microalliés, produits revêtus/produits non revêtus, produits laminés à froid/produits laminés à chaud...

## RÉSULTATS ATTENDUS EN 1991-1995 DE LA R & D AU NIVEAU DES PROCÉDÉS

Au cours de la période 1991-1995, les efforts de la R & D viseront à optimiser les procédés de production :

- déjà existants,
- en cours d'implantation actuellement, comme la coulée continue à slabs minces,

en vue de faire *vite, mieux et moins cher*.

### *Vite*

Vite signifie améliorer les délais de réalisation des produits laminés et revêtus tant en moyenne qu'en dispersion.

Cela implique de nombreux efforts de R & D :

- pour optimiser la *gestion du flux de production* depuis les matières premières jusqu'au client en prenant en compte non seulement les aspects délais, mais aussi les aspects de stockage intermédiaires, les effets de série sur les prix de revient ... et en intégrant les nouvelles techniques de suivi rendues possibles par l'informatique. Des efforts ont déjà été consentis en Europe dans cette direction pour réaliser ce que l'on appelle le «Just in time». Ils semblent moins intenses qu'au Japon qui est vendeur de software;
- pour augmenter la *fiabilité de toutes les étapes du processus* en vue d'éliminer :
  - les défauts qui retardent l'écoulement du produit et nécessitent la mise en œuvre de moyens de réparation;
  - les rebuts qui sont encore plus pénalisants, puisqu'ils nécessitent une remise complète en fabrication.

Des potentiels d'amélioration existent à tous les niveaux du processus de fabrication, et de nombreuses sociétés sont engagées dans des actions dites de *qualité totale*, non seulement pour améliorer les délais, mais aussi pour supprimer les coûts de la non-qualité;

- pour augmenter la *flexibilité des processus de fabrication surtout dans la partie aval de la chaîne de fabrication*, où la diversité des produits à fabriquer devient très grande. Le but idéal à atteindre est évidemment de supprimer toutes les contraintes de programmation. En attendant, un besoin évident existe pour rendre les passages d'une fabrication à l'autre moins coûteux (schedule free rolling, changement de types de revêtement en galvanisation, changement de teintes en coil coating).

### *Mieux*

Mieux signifie :

- améliorer la qualité des produits fabriqués sous tous les aspects (propriétés internes, propriétés de surface, aspects dimensionnels, présentations), tant en moyenne qu'en dispersion;
- améliorer les conditions d'obtention de ces produits fabriqués au niveau de la sécurité et de la protection de l'environnement.

Mieux requiert :

une *connaissance plus fine sur le plan fondamental* des processus très complexes qui se déroulent à chaque étape du processus sidérurgique.

Cela nécessite *d'abord* l'examen d'une chaîne, qui devient de plus en plus longue depuis l'agglomération, jusqu'au coil coating, en passant par des étapes nouvelles comme les prétraitements de la fonte et les installations de métallurgie de poches.

Cela nécessite *ensuite* le recours à des disciplines scientifiques de plus en plus diversifiées :

- intenses échanges de masse et de chaleur dans des systèmes multiphasés à très haute température;
- écoulement, dans des réacteurs de forme complexe et dans des systèmes toujours multiphasés, de solides parfois très minces (défilement de tôles, à chaud ou en ligne de revêtement), ou parfois très morcelés (minerais fins chargés sur une bande d'agglomération, charbons pulvérisés injectés aux tuyères, agglomérés circulant dans un haut fourneau);
- écoulement de fluides compressibles et incompressibles à des vitesses dépassant parfois la vitesse du son (aciérie à l'oxygène) dans les mêmes réacteurs complexes et multiphasés;
- mise à forme des solides avec grande déformation, grands déplacements, grande vitesse de déformation, à chaud et à froid, de systèmes polyphasés en équilibre ou hors équilibre, homogènes ou non homogènes;
- physicochimie des interfaces à haute température et en atmosphère particulière;
- réactions complexes à l'état solide;
- électrolyse sous haute densité de courant.

Cela nécessite *encore* de prendre en compte non seulement les procédés traditionnels, mais aussi ceux qui sont en cours d'implantation, comme la coulée continue des produits minces qui fait intervenir un refroidissement plus rapide du produit et, par conséquent, une nouvelle métallurgie.

Cela nécessite *enfin* d'intégrer les nouvelles découvertes de la science, comme la théorie des fractals.

#### LE DÉVELOPPEMENT DE NOUVEAUX MOYENS DE CONTRÔLE DE CES PROCESSUS

Cela requiert d'abord de *nouveaux capteurs de mesure*, dont le but est de donner aux opérateurs ou aux systèmes de régulation une image de l'état réel du système la plus complète possible :

- *dans l'espace* : il ne s'agit plus de mesurer en quelques points, mais sur toute la hauteur et sur tous les diamètres d'un haut fourneau, sur toute la largeur et bientôt sur toute l'épaisseur d'une bande d'agglomération...
- *dans le temps* : il ne s'agit plus de mesurer au début et à la fin des processus, mais à intervalle régulier et, si possible, en continu, l'évolution de l'opération et, par exemple, la température de l'acier en cours d'affinage, voire sa composition, en interférant le moins possible dans l'opération;
- *dans la diversité des paramètres contrôlés* : il ne s'agit plus uniquement de mesurer quelques aspects du procédé ou du produit, mais d'aborder tous les aspects du contrôle et, notamment, pour le produit, toutes ses dimensions, son profil, sa planéité,

l'épaisseur des différentes couches de revêtement, sa microstructure et son aspect de surface (parfois en continu), ses propriétés mécaniques (dont certaines en continu)...

L'incorporation massive des technologies nouvelles est nécessaire pour mener à bien cette tâche.

Cela nécessite *ensuite* de *traiter les mesures expérimentales*, et en premier lieu de les stocker et de les transformer pour les rendre accessibles :

- aux *opérateurs*, ce qui nécessite un très important travail de synthèse pour éviter leur surcharge;
- aux *systèmes experts*, qui proposeront aux opérateurs des solutions pour éviter ou pour pallier les dérives observées entre l'état réel des systèmes et l'état souhaité;
- aux *systèmes de régulation automatique*, qui agissent directement sur le processus pour éliminer les écarts entre la réalité et la consigne.

Le développement de ces deux formes d'intelligence artificielle consomme beaucoup d'efforts de R & D dans la Communauté européenne. Le problème est que *tout modèle* est, par la force des choses, basé sur de nombreuses hypothèses simplificatrices et que c'est par un choix adéquat de celles-ci que l'efficacité sera ou non atteinte, les modèles les plus sophistiqués n'étant pas forcément les plus performants.

#### LE DÉVELOPPEMENT DE MODÈLES PRÉVISIONNELS

Destinés à quantifier l'effet de la variation de différents paramètres sur les résultats obtenus et, par exemple, sur la qualité des produits obtenus, sur l'économie générale du procédé et sur les effets secondaires prévisibles.

Ces modèles *off line* permettent de définir de manière plus objective la stratégie d'exploitation et de fixer de façon moins arbitraire les consignes pour les opérateurs et les systèmes de régulation.

Bien exploités, ils permettent une optimisation de l'étape envisagée et, s'ils sont intégrés les uns aux autres, une optimisation de l'ensemble des opérations.

La définition de ces modèles, basés à la fois sur la théorie (voir «Une connaissance plus fixe sur le plan fondamental») et sur l'expérience (voir «Le développement de nouveaux moyens de contrôle de ces processus»), requiert un travail considérable. Ici aussi, malgré le fait que le traitement se fasse *off line*, il est nécessaire de faire des hypothèses simplificatrices, et cela doit être fait sans obérer trop fortement le résultat.

#### *Moins cher*

Moins cher signifie réduire le prix de revient :

- en diminuant les consommations spécifiques de main-d'œuvre (voir page 17), d'énergie (voir page 17) et de matières premières;

- et/ou en diminuant le prix unitaire de l'énergie et des matières premières par un choix plus approprié et/ou une préparation plus poussée de celles-ci.

Cela implique inévitablement l'invention et la mise en service de nouvelles techniques. On trouvera ci-dessous une liste indicative des pistes suivies actuellement en Europe.

#### DANS LE DOMAINE DE L'ÉLABORATION DE LA FONTE

Une série d'améliorations sont d'abord prévues à l'agglomération.

D'une part, la modification de la composition de l'enfournement, de la préparation de la charge et de la dépose des matières sur la grille devrait permettre la fabrication à plus basse température d'agglomérés, plus riches en fer et plus réductibles. Quelques usines japonaises se sont déjà fortement engagées dans cette voie, qui doit permettre de réduire la consommation d'énergie non seulement à l'agglomération, mais surtout au haut fourneau. Des retombées positives pour l'environnement sont également attendues.

D'autre part, de nouveaux dispositifs de récupération et de recyclage des calories contenues dans les fumées permettraient également de réduire la consommation énergétique de l'agglomération.

Aux hauts fourneaux proprement dits, le souci principal, outre l'enfournement d'agglomérés (ou de pellets) de meilleure qualité, est de remplacer le coke par des réducteurs moins onéreux et, en particulier, par le charbon. Les efforts de R & D actuels (voir figure 7) ont porté les possibilités d'injection de charbon pulvérisé légèrement au-dessus de 150 kg/t de fonte sur de longues périodes. Le souhait de dépasser cette limite est légitime, et plusieurs pistes sont ou vont être investiguées en Europe, comme la suroxygénation du vent chaud, la réalisation de brûleurs oxy-charbon, la surchauffe du vent chaud par torche plasma ou par d'autres moyens.

#### DANS LE DOMAINE DE L'ÉLABORATION DE L'ACIER

Le souci général est de poursuivre, voire d'intensifier, le recyclage des ferrailles, dans le but de valoriser au mieux cette matière première disponible :

- les difficultés proviennent en premier lieu des ferrailles revêtues de zinc ou d'alliages de zinc, qui deviennent de plus en plus abondantes. Ces ferrailles enrichissent les poussières d'aciérie en zinc, et il convient de rechercher et de développer les moyens qui permettront d'en extraire et de valoriser au mieux ce métal;
- les difficultés viennent ensuite des oligoéléments présents dans certains types de ferrailles qui, avec les procédés actuels, demeurent dans l'acier après affinage, et qui en altèrent les propriétés pour bon

nombre d'applications. Suivant l'acuité de ces difficultés, le développement de procédés complémentaires de traitement de l'acier en poches devra ou non être examiné.

Une autre préoccupation générale des aciéries est d'augmenter l'efficacité des traitements de métallurgie de poches, grâce, par exemple :

- à une réduction des entraînements de scories oxydées hors des convertisseurs ou hors des fours à arc, qui occasionnent beaucoup de pertes de temps et des consommations inutiles d'éléments d'alliages lors des traitements ultérieurs;
- à une amélioration des performances intrinsèques de ces installations, à obtenir par des modifications ponctuelles ou par un remodelage plus complet des équipements. Cela est particulièrement à considérer pour la fabrication des aciers inoxydables, où un fort accroissement de la production est encore prévu pour les années à venir (voir figure 10). Certaines prévisions font, en effet, état, rien que pour l'Europe, d'une production de 5,4 Mio t/an en 1995, alors que la production 1988 se situe à 3,7 Mio t/an. L'expansion pourrait donc être en sept ans de 1,7 Mio t, ce qui n'est pas jugé irréaliste en regard de 1 Mio t d'accroissement réalisé entre 1984-1988. Il faut cependant que certaines conditions soient respectées, notamment au niveau de la compression des prix de revient.

De manière plus spécifique, de nouveaux progrès sont attendus dans les fours à arc, en vue d'y utiliser plus rationnellement l'énergie, grâce, par exemple :

- au préchauffage des matières enfournées,
- à l'amélioration des soles conductrices pour les fours à courant continu,
- à l'injection de matières pulvérulentes pour réduire les temps de dissolution.

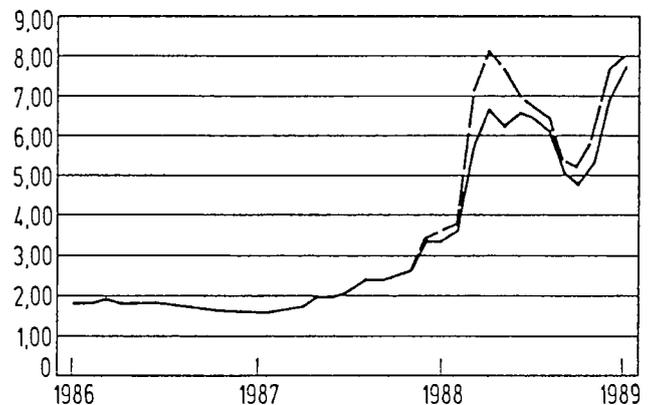


Figure 11

Évolution du prix du nickel en USD/lb :

————— : à terme (3 mois).

----- : comptant.

(Source : *Stahl und Eisen* 109, 1989, n° 11, p. 559)

Dans le domaine encore plus particulier des *aciers spéciaux*, les renchérissements de prix de certaines matières (voir figure 11), les possibles difficultés d'approvisionnement en néodyme et les perspectives d'augmentation du marché de l'acier inoxydable maintiennent l'attention sur les problèmes des ressources en matières premières particulières et, notamment, en chrome. Ce métal est difficilement remplaçable dans les aciers inoxydables ainsi que dans les aciers résistant à haute température (voir page 16), et la principale source se situe en Afrique du Sud. En cas de difficultés, des développements seront nécessaires pour :

- intensifier les recyclages;
- mettre au point des nuances de remplacement, basées sur des additions d'aluminium et de silicium, pour certaines applications;
- mettre le chrome uniquement à la surface des produits grâce à de nouvelles techniques de revêtement ou par collage de feuilles inoxydables à la surface d'aciers ordinaires.

Le premier développement peut porter ses fruits rapidement. Il n'en est pas de même des deux autres, qui font appel à des travaux de plus longue haleine. C'est la raison pour laquelle ce point sera repris au chapitre intitulé «Perspectives à long terme de la recherche acier».

#### DANS LE DOMAINE DE LA COULÉE DE L'ACIER

Les efforts vont porter dans deux directions.

D'une part, il s'agira d'améliorer encore les machines de coulée continue existantes, tant au niveau de la productivité que de la qualité des produits fabriqués, par exemple :

- en intensifiant l'élimination des inclusions au niveau du tundish et en accentuant les protections de jet entre tundish et lingotière;
- en intensifiant l'évacuation des calories juste avant l'entrée en lingotières;
- en améliorant la lubrification;
- en homogénéisant le refroidissement secondaire.

D'autre part, il s'agira de mettre au point les nouvelles machines de coulée continue pour demi-produits «aminés» (brames minces, petites billettes), qui commencent à être construites en divers points du globe et aussi en Europe. Ces développements concernent aussi bien la technologie de ces machines que la métallurgie des demi-produits qu'elles produiront.

#### DANS LE DOMAINE DU LAMINAGE A CHAUD

L'adaptation devra être faite aux produits des nouvelles coulées continues, non seulement sur le plan dimensionnel, mais aussi sur le plan métallurgique, ce qui imposera fort probablement de faire suivre aux pro-

duits des chemins thermiques différents de ceux suivis actuellement. Des développements sont donc prévisibles :

- au niveau des fours de réchauffage (par exemple, pour les brames minces);
- au niveau des moyens de refroidissement, où l'accent ne sera plus seulement mis sur les températures à atteindre, mais surtout sur les vitesses de refroidissement à réaliser.

Ces développements se feront évidemment dans l'optique d'améliorer la qualité des produits, notamment sous l'aspect diminution des rebuts et de la dispersion. Ils amèneront vraisemblablement une amélioration des états de surface (oxydation) et une diminution de la consommation énergétique.

#### DANS LE DOMAINE DES LIGNES DE FINITION

Les développements viseront d'abord à *améliorer les procédés existants*, principalement au niveau des vitesses réalisables. Des progrès devraient pouvoir être réalisés dans les lignes de recuit continu, de galvanisation et d'électrolyse, grâce, notamment, dans ce dernier cas, à l'utilisation de plus fortes densités de courant.

Ensuite, les efforts porteront sur la *mise au point de nouvelles techniques* :

- soit plus performantes que les techniques actuelles, par exemple dans les domaines du décapage (décapage neutre) et de l'électrolyse (nouvelles cellules à rendement de courant amélioré), où l'Europe est très active;
- soit supplémentaires aux techniques actuelles et destinées à la fabrication de produits nouveaux, comme le vernissage en continu de tôles étamées, le calendrage de films plastiques, la fabrication de produits composites insonorisants, la fabrication de foils d'acier, etc., où l'Europe s'efforcera de combler le retard qu'elle a encore sur le Japon.

Enfin, les *couplages entre lignes* devraient connaître, moyennant des développements appropriés, de nouvelles applications, compte tenu des gains considérables obtenus par élimination des doubles opérations. On peut illustrer ces couplages en citant les intégrations :

- recuit-décapage pour les aciers inoxydables,
- recuit continu-électrozingage ou électrozingage coating pour les aciers revêtus.

Le but final de ces couplages est de réaliser, à plus long terme, une chaîne de finition totalement intégrée.

#### DANS L'ENSEMBLE DES DOMAINES

De nombreux efforts de R & D seront encore nécessaires :

- pour mettre à profit les innovations réalisées dans le domaine des réfractaires, tant au niveau nature

FR

des produits que robotisation de leur mise en œuvre;

- pour mieux capter et valoriser les co-produits, c'est-à-dire les matières produites en même temps que les matières principales, et ce essentiellement dans une optique de meilleure utilisation des ressources naturelles et de protection de l'environnement;
- pour concevoir et réaliser des agrégats électromécaniques moins chers et plus fiables, de manière à réduire les coûts d'entretien.

#### EN RÉSUMÉ

Le but visé par ces nouvelles techniques est une réduction de prix de revient de 2 %/an, à coût des facteurs constants et compte non tenu du coût de développement de ces nouvelles techniques (frais de R & D et d'investissements).

#### RÉSULTATS ATTENDUS EN 1991-1995 DE LA R & D AU NIVEAU DES PRODUITS

Au cours de la période 1991-1995, les efforts de R & D viseront à optimiser les produits déjà existants et à finaliser les produits en cours de développement, en vue de répondre aux souhaits de la clientèle *vite, mieux et moins cher*.

#### *Vite*

Vite signifie améliorer le délai de mise en fabrication des produits demandés par le client, ce qui implique :

- *une meilleure gestion des communications entre clients et fournisseurs*. Au niveau national, dans la Communauté, des dispositifs performants sont mis en place entre sidérurgistes et gros clients. A l'aube de 1993, une européanisation de ces mesures paraît être un objectif à viser;
- *une caractérisation fiable et détaillée des différents produits existants*, de manière à faciliter le choix des clients. Cela implique, dans le cas de développement de produits nouveaux, des actions de promotion adéquates, notamment vis-à-vis des organismes de normalisation et d'agrégation;
- *une connaissance de base approfondie du comportement des aciers* sous les aspects les plus divers et dans les sollicitations les plus variées, de manière à raccourcir les délais de mise au point de produits modifiés pour de nouvelles applications.

#### *Mieux*

Mieux signifie fournir des produits plus conformes aux besoins de la clientèle, ce qui doit déboucher directe-

ment sur une réduction du nombre et de l'importance des réclamations pour produits défectueux ainsi que sur une diminution des pourcentages de réparations ou de rebuts lors de la mise en œuvre des produits. De manière indirecte, une diminution des frais de réception doit résulter de ces meilleures livraisons.

L'obtention de ce «mieux» nécessite de nombreux efforts :

- d'abord, au niveau du contrôle des produits à la sortie des usines. Un nombre croissant de sociétés sidérurgiques européennes s'engage maintenant, vis-à-vis de leurs clients, dans des actions d'*assurance qualité* basées sur des contrôles très précis à tous les stades d'avancement du produit. Ces contrôles font et feront appel à des techniques, le plus souvent non destructives, de plus en plus élaborées;
- ensuite, au niveau de la connaissance exacte des besoins réels de la clientèle. Cela implique une maîtrise de plus en plus approfondie des procédés de mise en œuvre de l'acier, ainsi que des diverses utilisations de l'acier. Il est à épingleur que de nombreux laboratoires européens simulent, sur des lignes pilotes très instrumentées, les opérations de transformation de l'acier, par exemple le tréfilage, le toronnage et la fabrication du steelcord, ou encore la fabrication de joints soudés, de manière à mieux adapter les aciers et/ou leurs revêtements aux besoins réels de la clientèle, et à lui donner une assistance technique plus étendue sur la façon optimale de mettre en œuvre les aciers dans des domaines aussi variés que le forgeage, le tréfilage, l'estampage, l'emboutissage, l'usinage, le soudage, le collage, etc.

#### *Moins cher*

Moins cher signifie fournir des produits qui, globalement, dans le sens exprimé page 17, c'est-à-dire en tenant compte des coûts de mise en œuvre et des propriétés d'emploi, seront plus compétitifs que les produits concurrents.

Cet objectif de compétitivité passe inévitablement :

- par la mise au point de produits nouveaux;
- par la mise au point de nouveaux procédés de mise en œuvre soit plus performants, soit mieux adaptés aux nouveaux produits;
- par un design plus performant des composants à fabriquer.

*Ces deux derniers points* sont particulièrement délicats :

- d'abord, parce qu'ils font appel à de la R & D dans les domaines de plus en plus éloignés des métiers traditionnels du sidérurgiste. Il y a donc un problème de compétence à acquérir;
- ensuite, parce que ce type de recherche bénéficie en général à l'ensemble de la profession et non pas au seul sidérurgiste qui l'entreprend.

Ces difficultés sont réelles, mais il faut noter qu'elles ne rebutent pas les producteurs de certains autres matériaux, non plus que certaines entreprises sidérurgiques. Une des solutions utilisées par ces entreprises est de réaliser la recherche en partenariat avec quelques utilisateurs.

Le but final du développement de ces nouveaux produits, de ces nouvelles techniques de mise en œuvre et, finalement, de ces composants est au minimum de préserver la part de marché de l'acier vis-à-vis des produits concurrents, sans sacrifier en rien les prix de vente. Le problème du financement de l'effort de R & D à consentir reste évidemment à résoudre dans chaque cas.

*Quant au premier point, celui des produits nouveaux, il peut être illustré par l'énumération qui suit (2).*

#### EN TÔLES A FROID

Trois voies sont prospectées.

*Pour les tôles d'emboutissage, les progrès principaux viendront de l'état de surface et, plus particulièrement, de l'impression en surface de nouveaux types de rugosité. Le résultat souhaité devrait être atteint par des développements appropriés du procédé Lasertex évoqué page 17. Il est, par contre, peu probable que la clientèle demande le développement de nuances à formage encore amélioré par rapport aux nuances Fe PO<sub>5</sub> et Fe PO<sub>6</sub>, qui viennent d'être normées. Cela irait, en effet, à l'encontre de la nécessité de disposer d'un minimum de résistance.*

*Pour les aciers à haute résistance conservant un formage satisfaisant, de nouveaux développements de nuances sont nécessaires pour combler le léger retard vis-à-vis de l'industrie japonaise. On peut penser, à cet égard, à la mise au point de nuances à effet de «bake hardening» renforcé malgré de faibles températures de cuisson, mais aussi et surtout à un resserrement des dispersions des nuances actuelles.*

*Pour les produits à propriété acoustique (c'est-à-dire à isolation acoustique renforcée), destinés, par exemple, à l'automobile, de nouveaux développements dans la réalisation de composites, formables et soudables, combinant de fines couches d'isolant entre tôles à froid, sont prévisibles. Ici aussi, il existe un retard vis-à-vis du Japon.*

#### EN TÔLES REVÊTUES

Les travaux entrepris avec les utilisateurs pour la mise en œuvre des produits sous les différents aspects :

- du processing (formage à froid),
- de l'assemblage (soudure et collage),
- du dépôt du revêtement final (peinture),

conduisent à prévoir des progrès sensibles tant au niveau des supports (qui bénéficieront des progrès décrits au paragraphe précédent) que des revêtements, pour lesquels des perfectionnements sont activement recherchés.

#### EN FER-BLANC ET ECCS

Les travaux engagés avec les grandes sociétés d'emballage pour concevoir le dessin et la réalisation des emballages compétitifs de demain entraîneront aussi des modifications au niveau du produit sidérurgique allant vers un renforcement :

- de la diminution des épaisseurs,
- des impositions de régularité,

et dans la mise au point avec l'industrie chimique de nouveaux types de vernis ou de films protecteurs résistant mieux à la corrosion.

Des développements dans la conception des emballages, analogues à ceux entrepris pour les couvercles des boîtes de boisson (voir page 15), sont à prévoir.

#### EN TÔLES MAGNÉTIQUES

De nouvelles perspectives s'ouvrent dans le long terme avec le développement de produits de la coulée continue directe de foils par «melt spinning», qui permettent l'obtention de produits (notamment amorphes) irréalisables actuellement.

Ces travaux ne doivent pas conduire à la mise en veilleuse des travaux fondamentaux nécessaires pour poursuivre l'amélioration des produits existants :

- à grains non orientés, où l'Europe est encore en bonne position,
- à grains orientés, où l'avance prise par le Japon risque de devenir d'autant plus insupportable que le Japon a également pris une avance dans le domaine des matériaux amorphes.

#### EN TÔLES A CHAUD

Les travaux se poursuivent dans le domaine des produits à haute limite élastique :

- pour augmenter encore les niveaux de limite élastique atteints actuellement (à la demande du marché des tubes soudés) et pour améliorer la soudabilité (en vue de l'application des techniques à haut apport calorifique);
- pour attaquer de nouveaux marchés comme celui de la future industrie de l'hydrogène (production, transport, stockage), pour lesquels de nouveaux problèmes de corrosion (notamment par le H<sub>2</sub>S) se posent.

## EN PRODUITS LONGS

Les travaux progressent dans le domaine des profilés, où les développements décrits à la page 15 devraient se poursuivre et se généraliser.

## EN ACIERS SPÉCIAUX

Les efforts se partagent entre l'amélioration des aciers actuels et la recherche de nouvelles opportunités, c'est-à-dire de nouveaux marchés pour ces aciers.

En ce qui concerne les *améliorations*, les travaux s'orientent dans le sens :

- du renforcement des propriétés spécifiques des produits, par exemple, résistance à la corrosion pour les aciers inoxydables, résistance à l'oxydation à chaud pour les aciers Cr-Al, résistance à l'abrasion pour les aciers anti-usure, usinabilité pour les aciers de décolletage, etc.

Le résultat souhaité pourra être atteint par un affinement de la métallurgie de ces produits (par exemple par une optimisation de leur analyse), basée sur une meilleure connaissance fondamentale des facteurs influençant la propriété envisagée;

- de l'identification, pour l'ensemble des aciers, de compositions alternatives, permettant, moyennant une baisse raisonnable des performances, de pallier l'effet de trop brusques variations de prix des fer-roalliages.

Il faut préciser qu'il s'agit d'adaptations d'analyse et non pas de véritables solutions alternatives, qui ne pourraient intervenir qu'à moyen terme (voir pages 20 et 21);

- du renforcement, pour l'ensemble des aciers, de la soudabilité par développement de moyens de contrôle du grossissement des grains dans la zone affectée thermiquement (HAZ).

En ce qui concerne les *nouvelles applications*, les travaux en cours sur les aspects spécifiques de ces applications dictent les adaptations de qualité nécessaires, comme cela a été le cas pour les aciers destinés aux pots catalytiques.

A titre d'exemple, l'étude de certaines applications de l'acier inoxydable dans le bâtiment a fait ressortir le besoin de développer un acier inoxydable à limite élastique plus élevée, même si cela doit conduire à une diminution de la résistance à la corrosion.

## Perspectives à long terme de la recherche acier

L'importante contraction des budgets R & D pendant la longue crise a différé les projets à long terme. Aujourd'hui, la question de savoir quels seront les procédés sidérurgiques utilisés en l'an 2000 préoccupe fortement l'industrie, car elle conditionne les investissements à réaliser ou à différer. Cela explique :

- la multiplicité des projets actuels,
- la diversité des domaines investigués.

Par définition, il est impossible de connaître à l'avance la recherche qui aboutira, ni où elle aboutira (en Europe, au Japon ou aux États-Unis). Toutefois, comme les recherches à long terme *doivent être démarrées suffisamment tôt*, puisqu'elles durent plus longtemps, on peut procéder à une énumération des travaux en cours et donner une appréciation qui, elle, sera forcément subjective.

### LA PRODUCTION DE LA FONTE

Parallèlement aux efforts très importants déjà accomplis et programmés à court et à moyen terme pour améliorer la voie classique cokerie, agglomération, hauts fourneaux, la recherche de nouveaux procédés de réduction des minerais de fer se poursuit.

Le but visé est d'utiliser directement le charbon, sans passer par le stade de la cokéfaction, et, éventuelle-

ment, le minerai cru, sans passer par les étapes de l'agglomération ou de la pelletisation.

Ces projets connus sous le vocable «Smelting Reduction» sont nombreux. Le plus avancé est le procédé COREX, imaginé et développé en Europe, qui se trouve maintenant au stade pilote en Afrique du Sud. Les résultats obtenus montrent qu'un énorme travail est encore nécessaire et qu'il n'est pas certain que toutes les difficultés rencontrées dans ce procédé pourront être solutionnées.

Certains pays, comme le Japon, les États-Unis et l'Australie sont ou semblent prêts à s'engager dans d'importants travaux sur d'autres procédés de «Smelting Reduction». Des projets existent également en Europe, mais on n'est pas encore au stade d'envisager le début de tels travaux. A l'heure actuelle, aucun élément ne permet de prévoir si ces procédés alternatifs de production de fonte aboutiront, et quand ils aboutiront.

On ne peut dès lors dire à partir de quelle époque il faudra se dispenser de reconstruire les hauts fourneaux en fin de campagne pour investir dans ces nouveaux procédés. C'est la raison pour laquelle les reconstructions actuelles de hauts fourneaux se font en visant des durées de campagne de plus en plus longues, grâce à des développements dans de nouveaux réfractaires et dans de nouveaux types de refroidissement.

## LA PRODUCTION DE L'ACIER

La production de l'acier subira inévitablement à long terme des évolutions :

- d'abord, parce que les nuances d'acier connaîtront au cours du temps d'inévitables changements;
- d'autre part, à cause de problèmes futurs liés à la composition des ferrailles.

Les procédés actuels, très souples, puisque constitués de plusieurs phases :

- réparation des ferrailles et/ou prétraitement de la fonte;
- fusion au four à arc ou affinage au convertisseur;
- métallurgie de poches éventuellement en deux stades,

devraient permettre de faire face à ces nouvelles situations, moyennant des adaptations plus ou moins profondes, notamment au niveau de la préparation des ferrailles.

Il devrait en être de même lorsqu'il s'agira de traiter la fonte ou le produit éventuellement préaffiné qui sortira des procédés de «Smelting Reduction».

Ces raisons font qu'actuellement les travaux concernant de nouveaux procédés d'aciérie et, par exemple, l'affinage continu sont interrompus.

### LA COULÉE CONTINUE DIRECTE DE PRODUITS PROCHES DES PRODUITS FINIS

Le domaine de la coulée de l'acier reste en évolution constante :

- la coulée continue classique a permis de by-passer les premiers stades du laminage à chaud, c'est-à-dire le dégrossissage, ce qui a déjà occasionné de substantielles économies;
- la coulée continue de petites billettes dans une lingotière en forme de roue, comme plus récemment la coulée continue de slabs minces, qui vient d'entrer dans sa phase de commercialisation dans différentes variantes toutes d'origine européenne, permet de by-passer en plus la partie amont des trains finisseurs à chaud, et en l'occurrence la partie amont des trains à fil, à fer marchand ou à larges bandes.

Cette dernière solution ne semble être, aux yeux de certains, qu'une solution transitoire, dans la mesure où :

- elle ne permet des économies substantielles que dans le cas où il faut reconstruire ou construire un train finisseur;
- elle est, du moins actuellement, nettement moins productive que la coulée continue classique.

C'est la raison pour laquelle un nouveau progrès est envisagé grâce à la coulée continue directe de coils ou

de fil machine. De nombreux projets sont développés dans cette direction, basés sur les principes les plus divers. A titre d'exemple, on peut citer pour les coils :

- la coulée en lingotière oscillante pour slabs minces avec rapprochement subséquent, dans un engin adéquat, des deux minces couches solidifiées, puis laminage (coulée — pressage — laminage);
- la coulée entre deux cylindres faiblement écartés;
- la coulée d'un mince film sur un seul cylindre;
- la coulée avec atomisation dans un gaz neutre, suivie de compactage sur un substrat plat;
- ...

L'Europe est très active dans ces domaines où elle développe de nombreux projets. Il en est de même au Japon et aux États-Unis.

### LE TRAITEMENT DES PRODUITS COULÉS

Les futurs traitements des produits coulés devront être adaptés :

- aux dimensions, qu'il sera possible d'obtenir avec les procédés de coulée continue futurs;
- aux microstructures, qui seront obtenues dans ces procédés;
- aux nouveaux besoins tant dimensionnels (par exemple, en épaisseurs très minces) que microstructuraux imposés par la clientèle.

Il est prévisible que les modifications seront importantes, dans la mesure où :

- la mise à forme nécessaire sera très différente. Pour les produits plats, elle sera beaucoup plus réduite en épaisseur et limitée, par exemple, à du laminage à froid;
- la microstructure obtenue dans les nouveaux procédés sera beaucoup plus fine (à la limite même amorphe), moins ségrégée et avec des microprécipitations différentes de celles rencontrées en coulée continue classique.

Il est, pour le moment, prématuré d'énumérer les modifications qui seront nécessaires, mais de nombreux laboratoires, notamment européens, se sont déjà engagés dans des études fondamentales sur les nouvelles microstructures. Ces études sont indispensables pour définir les propriétés de mise en œuvre et d'utilisation de ces nouveaux produits. Elles déboucheront inévitablement sur la création de nouvelles applications.

### LE TRAITEMENT DES SURFACES

L'accumulation des connaissances fondamentales sur les propriétés particulières de la surface des aciers jointe à la mise au point :

- d'alliages nouveaux, par l'industrie des métaux non ferreux ;

- 
- de films synthétiques nouveaux, par l'industrie chimique,

conduiront très probablement au développement de nouveaux composites à propriétés améliorées.

Il faudra alors développer les moyens technologiques, c'est-à-dire les lignes de fabrication les plus adaptées pour alimenter le marché avec ces nouveaux matériaux.

Parallèlement, il est possible que des procédés de revêtements nouveaux, par exemple d'évaporation sous vide, de dépôt sous plasma neutre ou réactif, se développent et conduisent à de meilleurs prix de revient et/ou à plus de souplesse et/ou à de meilleures propriétés

que les procédés actuels au trempé, d'électrolyse, d'enduction, de collage ou de colaminage, même fortement améliorés (voir page 21).

### LES APPLICATIONS DE L'ACIER

Bien que n'ayant pas d'action directe sur les évolutions à long terme qui se produiront dans les entreprises clientes, l'industrie sidérurgique doit rester vigilante :

- non seulement aux changements technologiques et de marchés qui se manifesteront dans sa clientèle traditionnelle;
- mais aussi aux besoins en matériaux à usage général ou à usages spécifiques des nouvelles industries qui se créent.

# ANNEXE

## Note sur la normalisation des produits sidérurgiques dans la Communauté européenne <sup>(4)</sup>

La réalisation du marché unique en 1993 impose un important travail d'unification des normes, standards et prescriptions.

En ce qui concerne l'acier, le COCOR (comité de coordination pour la normalisation des produits sidérurgiques) a, pendant plus de dix ans, eu l'occasion, en tant qu'émanation de la CECA, d'établir des euro-normes destinées à unifier les produits sidérurgiques dans les pays concernés. Bien que n'ayant pas de caractère obligatoire, ce qui a facilité singulièrement la recherche de consensus, le travail du COCOR a conduit à de substantiels progrès en matière d'unification de ces produits.

Depuis mars 1986, la normalisation des produits sidérurgiques est passée sous le contrôle du CEN et une organisation indépendante, l'ECISS, a été créée à cet effet. Les pays de l'EFTA ont, par ailleurs, rejoint cette organisation en 1989. Les normes établies par l'ECISS ont, dans la CEE, un caractère obligatoire, et cela signifie qu'elles doivent être reprises intégralement dans les normes nationales.

Étant donné que ces normes ont inévitablement un impact sur le marché de l'acier, il paraît normal que les producteurs et consommateurs d'acier s'associent étroitement aux travaux de l'ECISS. Cela ne semble pas avoir été le cas au cours des deux dernières années. A titre d'exemple, les problèmes rencontrés lors de l'établissement de la norme «ECISS-TC22/CEN-TC24» relative aux réservoirs sous pression, à partir d'une ligne directrice (87/404) préexistante, témoignent du fait qu'il est impossible de se passer de la présence des spécialistes de la profession. La démonstration a été d'autant plus éclatante que cette norme n'est toujours pas finalisée actuellement. Il a, en outre, été constaté à cette occasion :

- qu'une meilleure collaboration entre l'ECISS et le CEN,
- qu'une meilleure prise en compte des normes nationales et internationales préexistantes,
- et qu'un réel esprit de compromis

seraient nécessaires pour accélérer le travail qui reste à réaliser. Les mêmes remarques peuvent être formulées à propos de l'établissement de l'eurocode dans le domaine de la construction et des euronormes correspondantes pour les aciers et produits sidérurgiques y afférents.

Elle devra trouver les solutions les plus appropriées pour suivre ces transformations et ces créations, s'y adapter et faire face aux nouveaux défis qui seront lancés.

Elle devra aussi, pour mériter la confiance de sa clientèle, trouver des solutions alternatives adéquates en cas de rupture prolongée d'approvisionnements en un ferroalliage stratégique.

La solution à tous ces problèmes ne peut être improvisée. C'est la raison pour laquelle le travail préparatoire à caractère assez fondamental et relativement passe-partout, du type de celui décrit à la page 16, doit être poursuivi.

### Références

- (<sup>1</sup>) Stahl und seine zukünftige Bedeutung — L. J. Holschuh. Eröffnungssitzung des internationalen Kongresses für neue Entwicklungen in der Prozeßmetallurgie — Düsseldorf — 22 Mai 1989.
- (<sup>2</sup>) Voir D. Schauwinhold : Final report on contract ETSI-0011 — T. Gladman : Final report on contract ETSI-0012.
- (<sup>3</sup>) Electrolytic Chromium Coated Steel.
- (<sup>4</sup>) Voir D. Schauwinhold : Final report on contract ETSI-0011.

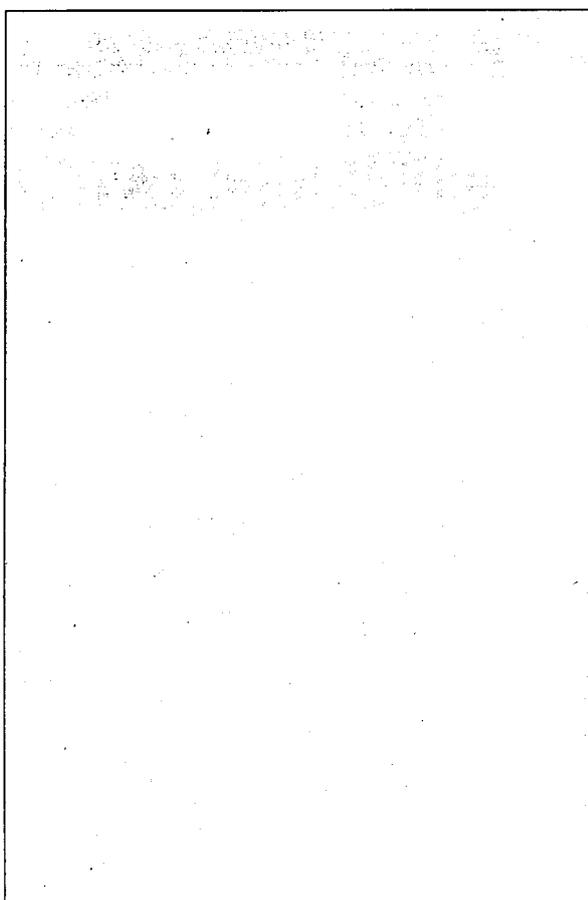
---

# **KEY TECHNOLOGIES**

**A REPORT FROM THE FAST PROGRAMME OF THE CEC**

**BY H. REVERMANN, PH. SONNTAG**

---



**Contents:**

*What are key technologies?  
What key technologies are available?*

**Applications:**

*Processing and production innovations;  
The effects of key technologies from the stand-  
point of selected industrial sectors;  
Competition;  
Summarizing assessment of key technologies;  
References*

---

*VIII + 153 pp.*

*ISBN 0 566 05692 5*

*Published by:*

*Avebury, Gower Publishing Company Ltd*

*Gower House*

*Croft Road*

*Aldershot, Hants. GU11 3HR*

*United Kingdom*

*Also published in German by  
VDE-Verlag GmbH, Berlin, as:*

**SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN**

**ISBN 3 8007 1516 3**

---

**FORSCHUNGSVERTRÄGE  
RESEARCH AGREEMENTS  
CONVENTIONS DE RECHERCHE**

**FIRST JOINT  
RESEARCH PROGRAMME  
ON SAFETY  
IN ECSC INDUSTRIES**

# Studie über die Unzuverlässigkeitsfaktoren in der Arbeitsorganisation und das Verhalten des Menschen in Risikosituationen

EGKS : CERCHAR – PARIS, FRANKREICH

Kontrakt Nr.: 7262-10/200/03

Dauer: 1.1.1990 – 31.12.1991

## PROBLEMSTELLUNG

IM BEREICH der Unfallverhütung enthalten die uns zur Verfügung stehenden objektiven Studienmaterialien im wesentlichen Daten über die technischen Unfallursachen. Nachträgliche Analysen haben gezeigt, daß der Unfallursprung auf verschiedenen Ebenen in den drei Bereichen Mensch, sachbezogene Voraussetzungen und Organisation zu suchen ist.

Die Lösungen für die damit zusammenhängenden Probleme gestalten sich nicht immer ganz einfach.

Auf der Ebene der sachbezogenen Voraussetzungen ermöglicht es die Technik im allgemeinen, die Maschinen und Anlagen inhärenten Gefahren zu reduzieren.

Was den Menschen betrifft, so gelten eine angemessene Ausbildung oder Fortbildung und Umschulung als die beste Garantie für ein fehlerfreies Verhalten am Arbeitsplatz.

Hier muß jedoch hinzugefügt werden, daß die Sicherheit bei der Ausführung der Arbeitsaufgaben nicht immer durch die Technik und die Ausbildung gewährleistet werden kann.

Die Forschungsarbeiten von Professor Fabergé haben gezeigt, daß bestimmte anomale Umstände oder Sonderfälle der Arbeitsorganisation Unzuverlässigkeit hervorrufen können.

Jüngere Studien, die sich insbesondere mit der Analyse der Beziehung Mensch – Maschine befassen, haben ebenfalls Anomalien im menschlichen Verhalten aufgezeigt.

Durch Übertragung von Verantwortung und Motivierung wird ständig versucht, ein Arbeitsklima zu schaffen, das einem positiven Verhalten in Risikosituationen förderlich ist.

Obwohl uns bekannt ist, daß zahlreichen Vorfällen und Unfällen menschliche Fehler oder Schwächen zugrunde liegen, ist es gegenwärtig immer noch sehr schwierig, die genauen Gründe aufzuzeigen. Dies ist jedoch unerlässlich, damit präventive Maßnahmen in diesem Bereich getroffen werden können.

Unsere Zielsetzung ist es, die Gründe für die Unzuverlässigkeit des Menschen am Arbeitsplatz zu untersuchen, ob sie nun auf die Arbeitsorganisation oder auf das Verhalten des Menschen zurückzuführen sind, wobei das Verhalten wiederum von bestimmten, in der Person selbst liegenden oder externen Faktoren (Arbeitsklima, Umgebung, Beziehung zu Vorgesetzten usw.) beeinflußt wird.

Endzweck des Vorhabens ist natürlich, den Sicherheitsstandard an den Betriebspunkten zu verbessern.

## ARBEITSPLAN

### *Studie über die Unzuverlässigkeitsfaktoren in der Arbeitsorganisation*

Folgende Vorgehensweise ist geplant:

- Die klassische Unfallanalyse wird fortgeführt, parallel jedoch werden die Ursachen nach den in den Studien von Professor Fabergé vorgeschlagenen Unzuverlässigkeitsfaktoren eingestuft:
- Faktoren mit dauerhafter Wirksamkeit:
  - Koaktion,
  - Abgrenzungen,
  - Schnittpunkte,
  - Sukzession,
  - Bewegungsraum,
  - Engpaß;
- Faktoren mit vorübergehender Wirksamkeit:
  - Koaktion,
  - Bewegungsraum,
  - Engpaß,
  - ungeeignetes Werkzeug;
- Wissensfaktoren: Kenntnis
  - der Teamarbeit,
  - der Vorschriften,
  - der Hinweisschilder,
  - der vor- bzw. nachgeschalteten Verfahren,

- der Risiken;
- Verhaltensfaktoren:
  - Arbeitsverhalten,
  - Beachtung der Hinweisschilder,
  - Tragen von Schutzausrüstung,
  - Verhalten im Gefahrfall.

Ausgehend von dieser Typologie möglicher Ursachen wird ein codierter und damit für die elektronische Datenverarbeitung geeigneter Unfallbogen ausgearbeitet, auf dem die herkömmlichen Unfallursachen durch die Unzuverlässigkeitsfaktoren ersetzt werden.

Danach muß eine Testarbeitsstätte ausgewählt und in Zusammenarbeit mit den betriebsärztlichen Diensten ein Muster für die Ausfüllung dieser Unfallbogen ausgearbeitet werden. Die mit der Ausfüllung der Bogen betrauten Personen sind entsprechend auszubilden.

Liegt eine ausreichende Zahl ausgefüllter Bogen vor, können die ersten analytischen Untersuchungen vorgenommen werden.

### *Studie über das menschliche Verhalten in Risikosituationen*

Die Vorgehensweise im Rahmen dieser Studie unterscheidet sich grundlegend von der der vorhergehenden.

Das Ziel der Studie ist nicht etwa, die direkten Ursachen für Vorfälle oder Unfälle zu untersuchen, sondern es sollen die weniger offensichtlichen Ursachen im Zusammenhang mit den zwischenmenschlichen und psychologischen Aspekten sowie mit der Gefahrenwahrnehmung des Menschen bestimmt werden.

Zu diesem Zweck wird eine aus fünf Personen bestehende Arbeitsgruppe eingesetzt, der

- ein Arbeitsmediziner,
- ein Sozialpsychologe,
- ein auf Unfallverhütungsfragen spezialisierter Ingenieur,

- zwei im Bergbau tätige Ingenieure angehören.

Die Arbeitsgruppe beabsichtigt, mit den in die Unfälle verwickelten Personen Gespräche zu führen. Die einzelnen Mitglieder der Gruppe werden in den Unterredungen auf ihren jeweiligen Zuständigkeitsbereich eingehen. Die Studienfälle werden der Arbeitsgruppe von der Leitung der betreffenden Betriebs-einheiten vorgelegt.

Daraufhin tritt die Gruppe zusammen, um die Ergebnisse der Unterredungen zu untersuchen und zu analysieren.

Die abgeleiteten Schlußfolgerungen sollten es ermöglichen, die Betriebsleitung in den Bereichen Arbeitsorganisation und Personalmanagement zu beraten; sie ergänzen und unterstützen die im vorangehenden Kapitel erwähnten statistischen Untersuchungen.

## VON DER DURCHFÜHRUNG DES VORHABENS ERHOFFTE VORTEILE

Wir hoffen, durch eine sorgfältige Untersuchung der Probleme der Arbeitsorganisation und eine Analyse des Einflusses der Arbeitsumgebung im weitesten Sinne neue Unfallverhütungsleitlinien entwickeln zu können.

Der technische Aspekt dieser Probleme soll nicht vernachlässigt werden; wir wollen jedoch den menschlichen und psychosozialen Aspekten der Arbeit eine größere Bedeutung beimessen.

Eine bessere Kenntnis des Einflusses nichttechnischer Faktoren dürfte es uns ermöglichen, den Arbeitnehmern eine zusätzliche Hilfestellung für ihren eigenen Schutz am Arbeitsplatz zu geben.

Unsere Vorschläge werden auf praxisorientierte Weise folgende Themen behandeln:

- Unzuverlässigkeitsfaktoren in der Organisation,
- Verhalten der Ausführenden und der Vorgesetzten in Risikosituationen,
- Beziehung zwischen Ausführenden und Vorgesetzten,
- Beteiligung interdisziplinärer Gruppen.

Wir hoffen, durch diese Bemühungen ein umfassenderes und mehr auf den Menschen konzentriertes Verständnis zu schaffen, um Unfallursachen bekämpfen zu können, die auf technischer Ebene vielleicht weniger offensichtlich, auf menschlicher Ebene jedoch grundlegend sind.

# Subjektive Ursachen und Einfluß der Persönlichkeit Arbeitsunfälle und Unfallinzidenz in Walzstraßen der Eisen- und Stahlindustrie

EGKS: ACERINOX SA – MADRID, SPANIEN

**Kontrakt Nr.: 7262-23/207/14**

**Dauer: 1.1.1990 – 31.12.1992**

## PROBLEMSTELLUNG

BEABSICHTIGT ist, die Arbeitsunfälle in einem auf NR-Stahl spezialisierten integrierten Hüttenwerk mit dem Einfluß, den die Parameter Beschäftigung, neue Technologien, neu eingestellte Arbeitskräfte ohne Erfahrung, Tätigkeit, geographische und klimatische Faktoren usw. einschließlich subjektiver Gründe und menschlicher Faktoren haben können, in Beziehung zu setzen.

Zu diesem Zweck werden wir auf die Statistiken der verschiedenen nationalen und regionalen mit Sicherheit und Gesundheitsschutz befaßten Einrichtungen, der Arbeitnehmer- und Arbeitgeberversicherungen sowie auf die in unserem Unternehmen über die Arbeitskräftepopulation durchgeführten Untersuchungen zurückgreifen.

## ARBEITSPLAN

Es soll eine Beziehung zwischen folgenden Faktoren und Situationen hergestellt werden:

- Beschäftigtenpopulation in den verschiedenen Betriebsbereichen und Verteilung nach Arbeitsgruppen und -kategorien,
- Inzidenzrate der Unfälle nach subjektiven Ursachen:

$$T, I = \frac{\text{Zahl der Arbeitsunfälle}}{\text{Zahl der exponierten Personen}} \times 1\,000$$

1. Gesamtinzidenzrate pro Land/Region

Beeinflussung der Inzidenzrate durch

- Einstellen von Personal aus anderen Bereichen,
- Anwendung eines neuen, schnelleren und moderneren Verfahrens zur Durchführung der Arbeit,
- Einstellen von jungen Arbeitskräften mit theoretischen Kenntnissen, aber ohne Erfahrung.

2. Inzidenzrate nach ausgeführter Tätigkeit

Verschiedene Tätigkeiten (Stahlwerk, Walzwerk usw.).

3. Inzidenzrate nach Provinzen

Die folgenden Aspekte werden nach dem gleichen Verfahren analysiert:

- 1) Entwicklung der Inzidenzraten und der Unfallhäufigkeit,
- 2) Entwicklung des Schweregrads und der durchschnittlichen Dauer der Arbeitsunfähigkeit,
- 3) Unfälle und Beschäftigte nach Altersgruppen,
- 4) Entwicklung der Zahl der Arbeitskräfte im Versuchszeitraum,
- 5) Verteilung der Arbeitskräfte und der Unfälle nach Tageszeiten,
- 6) Unfälle pro Arbeitsstunde,
- 7) Unfallursachen,
- 8) Art der Verletzung,
- 9) verletzter Körperteil,
- 10) Dauer der Arbeitsunfähigkeit.

Was Faktoren und Gründe betrifft, die als subjektive Ursachen Unfälle beeinflussen, so beabsichtigen wir, folgende Aspekte in Beziehung zu setzen und zu untersuchen:

Präventive Maßnahmen des Arztes im Zusammenhang mit subjektiven Ursachen, die im einzelnen Arbeitnehmer und in seiner in diesem Kontext entscheidenden Stellung zu sehen sind.

*Menschliche Faktoren:* Untersuchung von Ermüdung, Arbeitsdauer, Pausen, Eignung, Alter, Geschlecht, Arbeitsplatz usw.

*Aufbau der individuellen Persönlichkeit:* verschiedene Faktoren, die in unterschiedlichem Maße das Verhalten des einzelnen beeinflussen, so daß seine Einstellung in bestimmten Situationen einen Unfall verursachen bzw. verhindern kann.

*Äußere Faktoren,* die einzeln oder gemeinsam auf den einzelnen Arbeitnehmer einwirken

1) *Prädisposition und Anfälligkeit einzelner für Unfälle:* Von Einfluß sind Zufall und frühere Unfälle. Diese Faktoren stellen bei gleichen Arbeitsbedingungen einen Risikofaktor dar.

2) *Alter der Arbeitskräfte und Zeit der Betriebszugehörigkeit:* Beziehung zwi-

schen Unfällen jüngerer und Unfällen älterer Beschäftigter und Beziehung zwischen Unfällen jüngerer Arbeitskräfte, die Erfahrungen sammeln, und Arbeitskräften, die Erfahrung mit der jeweiligen Arbeitsaufgabe haben.

3) *Eignung:* Einfluß spezifischer Eignungskriterien für eine Aufgabe und Vorliegen psychologischer Faktoren, die eine gewisse Ablehnung gegenüber vielen gefährlichen Tätigkeiten bedingen, wodurch Aufmerksamkeit und Reaktionsfähigkeit als wesentliche Komponenten des Faktors Selbstverteidigung erhöht werden.

4) *Soziale Faktoren:* familiäre Situation, Unbehagen oder Wohlbefinden der Beschäftigten, Löhne, Gewohnheiten im Privatleben, Arbeitskonflikte, Verantwortung im Beruf, Merkmale der Arbeitsgruppe, Ansehen des Unternehmens, Ansehen, das die Arbeitsaufgabe genießt, Information über die Ergebnisse, Arbeitsunterbrechung, Arbeitsplatzwechsel, Beteiligung an Entscheidungen.

5) *Umgebungsfaktoren:* Lärm, Luftdruck, Temperatur, Feuchtigkeit und

Einfluß der vorherrschenden Windrichtungen.

### VON DER DURCHFÜHRUNG DES VORHABENS ERHOFFTE VORTEILE

Wir hoffen, durch umfassendere Kenntnisse aller Größen, die Einfluß auf das Unfallgeschehen haben, die Zahl der Unfälle zu verringern, indem wir auf folgende Risikogruppen und -faktoren einwirken, um sie soweit wie möglich auszuschalten:

a) *Arbeitskräfte:* Körperverletzungen, vorübergehende Funktionsbeeinträchtigungen, Tod, psychologische Schäden (mit oder ohne Arbeitsunfähigkeit),

b) *Unternehmen:* Desorganisation des Produktionssystems, wirtschaftliche Verluste durch Ausfallzeiten usw.

Wir hoffen, auf diese Weise sowohl wirtschaftliche als auch soziale Vorteile zu verwirklichen.

## Industrierobotereinsatz bei der Entnahme und Abführung von Proben aus Blechen aus der Fertigstraße

EGKS: SOLLAC – PARIS, FRANKREICH

Kontrakt Nr.: 7262-24/209/03

Dauer: 1.1.1990 – 30.6.1991

### FORSCHUNGSZIEL

ELIMINIERUNG manueller Materialbewegungen.

### ARBEITSPLAN

1. Vorbereitung des Lastenhefts in Zusammenarbeit mit den Benutzern.
2. Erstellung des Lastenhefts in Zusammenarbeit mit dem Konstruktionsbüro und Vorlage der Pläne bei Solmer.
3. Prüfung der Pläne durch Solmer und Rücksprache bei den Benutzern im Hinblick auf eventuelle Änderungen.
4. Absprache mit dem Konstruktionsbüro im Hinblick auf Änderungen des Vorschlags.

5. Zur Zeit stehen wir in Verhandlungen über die Durchführung und Fortsetzung eines Projektteils (La-deplatz).

6. Meß- und Kontrollverfahren sowie bei der Durchführung der Arbeiten zu beachtende Kriterien

– Einhaltung des Lastenhefts und der Termine.

7. Abnahmeprüfungen:

- Kontrolle der Probengreifkraft,
- Kontrolle der Sicherheitsvorrichtungen,
- Kontrolle der Bewegungsgeschwindigkeiten,
- Kontrolle der Positionierungen,
- Kontrolle der Automatik,
- Kontrolle der Dickenmessungen,
- Kontrolle des Greifsystems für die geschnittenen Proben.

8. Garantie

– 1 Jahr, Teile und Arbeitslohn.

### VON DER DURCHFÜHRUNG DES VORHABENS ERHOFFTE VORTEILE

Verbesserung der Sicherheit

Unfälle, die sich in letzter Zeit an diesem Arbeitsplatz ereignet haben:

- Schnittverletzung beim Handhaben eines Blechs,
- andere Schnittverletzung,
- Fußverletzung durch herabfallendes Blech bei dessen Handhabung,
- Lumbaltrauma links (Arbeitsunfähigkeit 14 Tage).

# Verbesserung der Arbeitsbedingungen und der Sicherheit des Personals an der Stapelmaschine einer Querteilanlage

EGKS: SOLLAC – PARIS, FRANKREICH

Kontrakt Nr.: 7262-24/208/03

Dauer: 1.1.1990 – 31.12.1991

## ZIEL

DAS VORHABEN betrifft den Endpunkt der Querteilanlage (16 mm) und insbesondere den Arbeitsplatz, an dem Unterleghölzer zur Trennung der Blechpakete unterhalb eines Vakuumstaplers zu positionieren sind.

Entwickelt werden soll eine vollautomatische Steuerung (Roboter, Meßwandler und Positionsmelder, Fernüberwachung) mit folgenden Möglichkeiten:

- Bereitstellung der Hölzer,
- Zuschneiden der Hölzer in Abhängigkeit vom Programm,
- Positionierung der Hölzer unter der Stapelmaschine.

## ARBEITSPLAN

- Beobachtung von Arbeitsabläufen und außerplanmäßigen Ereignissen,
- Aufzeichnung und Analyse von Meßsignalen,
- Ermittlung der optimalen Automatisierungslösung,
- Erprobung.

## VON DER DURCHFÜHRUNG DES VORHABENS ERHOFFTE VORTEILE

- Automatische Überwachung anhand von Meßwandlern,
- Fernüberwachung durch das Bedienungspersonal.

Der wesentliche Vorteil wäre die Verbesserung der Sicherheit des Personals durch Ausschaltung der Gefahren bei der Handhabung der Hölzer in der Nähe von bewegten Lasten und Anlagenteilen.

Ausschaltung der Lärmbelästigung durch die Stapelmaschine.

D  
E

# Entwicklung und Realisierung eines Konzepts zur Erhöhung der Arbeitssicherheit durch Kopplung von Maschinen- und Prozeßdiagnosesystemen mit Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssystemen

EGKS: FORSCHUNGSINSTITUT FÜR RATIONALISIERUNG – AACHEN, DEUTSCHLAND

Kontrakt Nr.: 7262-25/212/01

Dauer: 1.1.1990 – 30.9.1993

## PROBLEMSTELLUNG

DER BEREICH der Instandhaltung ist durch zunehmende Unfallzahlen gekennzeichnet. Einen Ansatzpunkt zur Erhöhung der Arbeitssicherheit stellen organisatorische Maßnahmen zur Planung und Steuerung der Instandhaltung dar.

Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssysteme ermöglichen es, notwendige Instandhaltungsmaßnahmen unter der spezifischen Zielgröße „Erhöhung der Arbeitssicherheit“ zu planen.

Maschinen- und Prozeßdiagnosesysteme gewährleisten eine frühe Fehlererkennung, -lokalisierung und -ermittlung. Hiermit können potentielle Gefahrenquellen frühzeitig erfaßt werden.

Ein großes Potential zur Erhöhung der Arbeitssicherheit für das Instandhaltungs- und Produktionspersonal liegt in der Kopplung von Diagnosesystemen mit Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssystemen. Das Problem der Kopplung besteht in der Umwandlung der mit Hilfe einer Prozeß- oder Maschinendiagnose gewonnenen Daten (Kennwerte) in organisatorische Daten zur Planung und Steuerung entsprechender Instandhaltungsarbeiten. Vielfach besteht kein algorithmischer Zusammenhang, so daß die Kopplung nur mit Hilfe eines Expertensystems realisiert wird.

Ziel des geplanten Vorhabens ist es, sowohl die technischen und organisatorischen Voraussetzungen zur Erhöhung der Arbeitssicherheit herzustellen und zu

definieren als auch ein Konzept für die Kopplung von Diagnosesystemen mit Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssystemen mit Hilfe eines Expertensystems zu entwickeln und zu realisieren.

## ARBEITSPLAN

In einem ersten Schritt ist eine Marktübersicht über Diagnosesysteme zu erstellen, die im folgenden hinsichtlich der hier verfolgten Zielsetzung einer Erhöhung der Arbeitssicherheit beurteilt werden.

Danach sind die Anforderungen abzuleiten, die Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssysteme in bezug auf die benötigten Eingangsdaten an Diagnosesysteme stellen. Besonderes Augen-

merk kommt dabei den Funktionen und Daten zu, die Arbeitssicherheitsbelange berühren. Darauf aufbauend sind Verknüpfungspunkte abzuleiten, die in die Entwicklung eines Grobkonzeptes münden.

In einem weiteren Arbeitsschritt ist das entwickelte Grobkonzept zu verfeinern und durch Realisierung eines entsprechenden Expertensystems in einem Pilotunternehmen zu verwirklichen.

Die beispielhafte Realisierung dieser Kopplung ist derart zu dokumentieren, daß eine Verallgemeinerung der realisierten Schnittstelle für die gesamte Branche des Pilotunternehmens ermöglicht wird.

Schließlich ist die Effizienz einer derartigen Kopplung hinsichtlich der Ziele

Arbeitssicherheit und Wirtschaftlichkeit in dem Pilotunternehmen zu untersuchen.

### VON DER DURCHFÜHRUNG DES VORHABENS ERHOFFTE VORTEILE

Mit der Realisierung der Kopplung zwischen Diagnosesystemen und Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssystemen sowie der Umsetzung der begleitenden organisatorischen Maßnahmen sind Verbesserungen zu erwarten in bezug auf die Erhöhung der Arbeitssicherheit

– durch die Reduzierung von ungeplanten Instandhaltungsmaßnahmen

men und den damit oft verbundenen gefährlichen Improvisationen,

- durch die Planung der Instandhaltungsarbeiten in sicherheitstechnischer Hinsicht,
- durch die Schaffung einer Datenbasis für sicherheitstechnische Analysen;

in bezug auf die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit

- durch die Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit,
- durch die Verkürzung der Reaktionszeiten der Instandhaltung,
- durch die Verkürzung der instandhaltungsbedingten Anlagenstillstände,
- durch die Erhöhung der Produktivität der Instandhaltung aufgrund verbesserter Planung und Steuerung.

## Erhalt der Arbeitssicherheit beim Ersatz von Asbest in Bremseinrichtungen der Stahlindustrie

EGKS: THYSSEN STAHL AG – DUISBURG, DEUTSCHLAND

Kontrakt Nr.: 7262-25/213/01

Dauer: 1.1.1990 – 31.12.1993

### PROBLEMSTELLUNG

DURCHFÜHRUNG von praxisgerechten Versuchen auf den Prüfständen der TU Berlin und vergleichende Versuche in der Praxis der Anlagentechnik bei der Fa. Thyssen Stahl AG.

Aus sicherheitstechnischen Gründen müssen die verschiedenen Einflußgrößen experimentell sowohl durch Prüfstandsversuche als auch durch Erprobung in der Praxis ermittelt werden. Bei der Entwicklung und Erprobung von asbestfreien Bremsbelägen erfolgt eine koordinierte Zusammenarbeit durch Thyssen Stahl AG und WBK Seilprüfstelle mit Prof. Haibach sowie Prof. Severin, TU Berlin.

Durch praxisorientierte Versuche mit praxisgleichen Kennwerten und Beanspruchungsgrößen (vielfach höhere Werte als bei bisherigen Forschungen in Kraftfahrzeugbremsen untersucht) soll

der Nachweis der Gebrauchseignung von asbestfreien Bremsbelägen von einigen geeigneten Bremsbelagherstellern erfolgen. Die Kennwerte der kennzeichnenden Eigenschaften einer Bremsbelagsorte nach den Festlegungen in DIN 15436 (siehe Anlage) werden durch vergleichende Gegenüberstellung der entsprechenden Versuchsergebnisse aufgezeigt.

### ARBEITSPLAN

Die Einflußgrößen nach DIN 15436 werden für die Anwendung der Kennwerte und Beanspruchungsgrößen für den Bereich der Bremsen in der Anlagentechnik der Stahlindustrie experimentell auf dem Prüfstand und in der Praxis ermittelt und optimiert.

Der Terminplan ist aus dem Antrag auf Beihilfe für dieses Forschungsvorhaben vom 7. Oktober 1988 ersichtlich.

### VON DER DURCHFÜHRUNG DES VORHABENS ERHOFFTE VORTEILE

Durch dieses Forschungsvorhaben wird sichergestellt, daß die Ergebnisse auf die Wahl zukünftig asbestfreier Bremsbeläge angewendet werden. Die Anforderungen zum Nachweis der Gebrauchseignung werden in die Regelwerke der Technik aufgenommen, so daß die Ergebnisse von den Anwendern zukünftig genutzt werden können. Die Vermeidung von gesundheitsschädlichem Einfluß durch den Asbest und von Schadensfällen infolge Bremsversagens soll hierdurch sichergestellt werden.

# Reduzierung der Schwingungsbelastung bei Benutzern von Elektrohandschleifmaschinen durch Verringerung der Schleifscheibenunwucht

EGKS: BRITISH STEEL – LONDON, VEREINIGTES KÖNIGREICH

Kontrakt Nr.: 7262-23/215/08

Dauer: 1.4.1990 – 31.3.1993

## PROBLEMSTELLUNG

ZIEL des Forschungsvorhabens ist es, mittels Anwendung der Ergebnisse früherer, ebenfalls mit Beihilfe der EGKS durchgeführter Laboruntersuchungen und Pilotstudien am Arbeitsplatz die Exposition der Arbeitnehmer gegenüber der Gefährdung durch Schwingungen zu verringern. Dies soll durch eine Optimierung der Toleranzen für die Schleifscheibenunwucht und das Bohrung/Spindel-Spiel mit dem Ergebnis einer geringen Schwingungsbelastung und einer positiven Reaktion der Bediener zu akzeptablen Herstellungskosten erreicht werden.

Bei zahlreichen in der Stahlindustrie anfallenden Arbeiten müssen die Arbeitnehmer handgehaltene Elektrowerkzeuge verwenden, die eine hohe Schwingungsbelastung der Hand verursachen. Eine kontinuierliche hohe Schwingungsbelastung des Hand-Arm-Systems kann zu vaskulären Schäden an der Hand führen, die unter der Bezeichnung VWF (Vibration induced white finger, Vibrationssyndrom) bekannt sind; in schweren Fällen werden Berufstätigkeit und gesellschaftliches Leben so stark in Mitleidenschaft gezogen, daß ein Berufswechsel erforderlich wird. Eine Erhebung über den Einsatz von Elektrowerkzeugen in der Stahlindustrie des Vereinigten Königreichs ergab, daß die Handschleifmaschine das bei weitem am häufigsten und am kontinuierlichsten verwendete Elektrowerkzeug ist. Eine vor kurzem von British Steel für die EGKS fertiggestellte Untersuchung der durch Schleifmaschinen verursachten Schwingungsbelastung bestätigte, daß diese Belastung, wie in ISO 5349 angegeben, ein VWF-Risiko darstellt und daß die Unwucht der verwendeten Schleifscheiben die Hauptursache dafür ist. Die Studie enthielt Entwürfe für schwingungsisolierende Handgriffe für Geradeaus-, Winkel- und Senkrechtschleifmaschinen, kam jedoch zu der Schlußfolgerung, daß eine signifikante Schwingungsreduzierung am Entstehungsort nur in Zusammenarbeit mit Schleifscheibenherstellern mittels Ver-

ringerung der Schleifscheibenunwucht erfolgen kann.

Schleifmaschinen werden vor allem in Stabwalzwerk-Adjustagen, in Profilstahlwalzwerken sowie bei der Herstellung von Maschinenbaustahl und von Stahlrohren zur Beseitigung von Oberflächendefekten eingesetzt. Regelmäßige Verwendung finden sie ferner bei zahlreichen Instandhaltungs- und Ausbesserungsarbeiten.

In Stabwalzwerken werden Schleifmaschinen tagtäglich zu Kontrollzwecken und zur Beseitigung von Oberflächenfehlern verwendet; die Bediener sind daher unter Umständen täglich bis zu vier Stunden einer Schwingungsbelastung ausgesetzt. Die nach ISO 5349 gewichtete Schwingbeschleunigung variiert von  $2,5 \text{ m/s}^2$  bis  $10 \text{ m/s}^2$ , liegt jedoch meist im Bereich von  $2,5 \text{ m/s}^2$  bis  $5,5 \text{ m/s}^2$ . Dies entspricht gemäß Anlage A des Anhangs zu ISO 5349 dem Risiko, daß 10 % der Schleifmaschinenbenutzer im Zeitraum von 12 bis 5,5 Jahren VWF-Symptome aufweisen.

Die Schwingung, der der Bediener ausgesetzt ist, entspricht in etwa der Umlauffrequenz der Schleifscheibe, was dafür spricht, daß Unwuchtkräfte eine ihrer Hauptursachen sind. Die durch die Schleifmaschine selbst bedingte Schwingung (die mit reibschlüssig befestigten ausgewuchteten Scheiben anstelle von Schleifscheiben gemessen wurde) war sehr gering; sie betrug weniger als  $1 \text{ m/s}^2$  gewichtete Schwingbeschleunigung, woraus folgt, daß Schleifscheiben die Hauptschwingungsursache darstellen.

Die unwuchtbedingte Schwingung resultiert aus zwei Ursachen:

1. Schleifscheibenunwucht aufgrund ungleichmäßiger Masseverteilung. ISO 6103 „Bonded abrasive products – static balancing of grinding wheels“ gibt die maximal zulässige Unwucht für verschiedene Schleifscheibentypen an. Bei den am häufigsten verwendeten Scheiben von 125 mm Durchmesser und 25 mm Dicke ist eine Unwucht von  $9,4 \text{ g}$  zu-

lässig (diese Masse muß am Scheibenrand angebracht werden, um die Scheibe auszuwuchten). Für gekröpfte Scheiben läßt die genannte Norm eine Unwucht von  $6,4 \text{ g}$  (bei 180 mm Durchmesser/400 g Gewicht) bis  $8,3 \text{ g}$  (bei 230 mm Durchmesser/673 g Gewicht) zu. Man rechnet, daß diese Unwuchten eine Schwingungsbelastung von  $13 \text{ m/s}^2$  bis  $22 \text{ m/s}^2$  gewichtete Beschleunigung verursachen. Glücklicherweise liefern die meisten Hersteller Scheiben mit einer Unwucht, die deutlich unterhalb der zulässigen Werte liegt; jedenfalls sind im Hinblick auf die Schwingungsbelastung die von der Norm zugelassenen Höchstwerte völlig unakzeptabel.

2. Die zweite Ursache ist die exzentrische Befestigung der Schleifscheibe auf der Schleifspindel. Die FEPA hat einen sicherheitstechnischen Leitfaden für Schleifscheiben (Safety code for the use and care of abrasive wheels, Code 129B 1987, 1987) erstellt, der festlegt, daß die Toleranzen für Bohrung und Schleifspindel in BS 4506 Teil 1 (1969) genannten entsprechen sollen. Die Schleifscheibenbohrungen haben einen Nenndurchmesser von 20 mm, und die genannte Norm legt fest, daß ein Bohrloch mit diesem Nenndurchmesser zwischen 20,00 mm und 20,21 mm groß sein muß, um auf Spindeln, deren Durchmesser im Bereich von 19,927 mm bis 19,96 mm liegen muß, zu passen, womit ein Spiel von 0,04 mm bis 0,283 mm zugelassen wird. Ein gewisses Spiel ist notwendig, um eine Ausdehnung der Schleifspindel aufgrund des Temperaturanstiegs während des Schleifvorgangs zu ermöglichen; allerdings bewirkte der beim Schleifen kalter Werkstoffe (im Rahmen der oben genannten Untersuchung) gemessene Temperaturanstieg nur eine Ausdehnung von 0,008 mm und lag damit beträchtlich unter dem kleinsten zulässigen Spiel. Beim maximalen Spiel von 0,283 mm könnte eine unwuchtbedingte Schwingung von bis zu  $5,2 \text{ m/s}^2$  gewichtete Beschleunigung

DE

gung entstehen. Allerdings setzen die Hersteller die Toleranzen niedriger an als der FEPA-Code.

Bei der genannten Untersuchung wurde mit einer typischen massebedingten Unwucht von 1,7 g und einem Bohrung/Spindel-Spiel von maximal 0,195 mm gearbeitet. Diese Werte führen zu einer unwuchtbedingten Schwingungsbelastung von 2,3 m/s<sup>2</sup> bzw. 3,6 m/s<sup>2</sup>, woraus sich eine als Summe der beiden Unwuchtarten wirkende Gesamtbelastung von 5,9 m/s<sup>2</sup> ergibt. Ein Vergleich dieser Zahlen mit der in der Praxis gemessenen Schwingungsbelastung zeigte deutlich, welchen Anteil die Schleifscheibenunwucht an der Belastung des Bedieners hat. Die von den einschlägigen Normen festgelegten Toleranzen für massebedingte Unwucht und Bohrung/Spindel-Spiel führen zu überhöhten Schwingungsbelastungen, was unzweifelhaft Anlaß zur Suche nach strengeren Normen gibt.

Außerdem sind, obwohl die in der Praxis anzutreffenden Toleranzen unterhalb der in den Normen zugelassenen liegen, die massebedingte Unwucht und das Bohrung/Spindel-Spiel noch zu groß. Eine signifikante Verringerung des Bohrung/Spindel-Spiels dürfte keine besonderen Schwierigkeiten mit sich bringen, und es müßte ferner – wenn auch mit erhöhten Kosten – möglich sein, die massebedingte Unwucht zu verkleinern. Ziel des vorgeschlagenen Forschungsvorhabens ist es, mit Blick auf die Herstellung optimale Werte für Unwuchttoleranzen und Spindel/Bohrung-Spiel zu bestimmen, was eine signifikante Reduzierung der Schwingungsbelastung von Schleifmaschinenbedienern bei gleichzeitiger Vermeidung von Scheibensprüngen zur Folge haben wird.

## ARBEITSPLAN

- a) Mit Herstellern von
- Schleifscheiben für Geradeaus-schleifmaschinen und
  - gekröpften Schleifscheiben für Winkel- und Senkrechtschleifmaschinen

sollen Gespräche geführt werden mit dem Ziel der Produktion von Scheiben nach Vorgabe von (niedrigen) Höchstwerten für massebedingte Unwucht und Bohrung/Spindel-Spiel. Dabei sollen die Höchstwerte nach Maßgabe der praktischen Erfahrungen bei der Schleifscheibenherstellung unter Berücksichtigung der Kosten einerseits wie auch der erhofften Minderung der Schwingungsbelastung andererseits aufgestellt werden.

Es kann mehr als ein Satz von Spezifikationen vorgeschrieben werden. Anschließend sollen Hersteller für die Produktion von mehreren Partien (50–100) Schleifscheiben nach den Vorgaben ausgewählt werden.

- b) Diese besonders angefertigten Scheiben werden mit einem Code gekennzeichnet; ihre massebedingte Unwucht und ihr Bohrungsdurchmesser werden gemessen. Parallel dazu wird eine Kontrollpartie Standardscheiben ebenfalls gekennzeichnet und auf Unwucht und Bohrungsdurchmesser untersucht; anschließend soll die statistische Verteilung von Unwucht und Bohrungen sowohl für die Sonderanfertigungen als auch für die Standardscheiben ermittelt werden. Zur Sicherheit wird jede Scheibe, bei der sich das Bohrung/Spindel-Spiel dem Minimum nähert, darauf überprüft, ob sie auf eine Prüfspindel mit dem größten gemäß BS 4506 zulässigen Durchmesser und der bei mindestens 60 °C erreichten Ausdehnung paßt.
- c) Anschließend werden sämtliche Scheiben (der Sonder- wie auch der Standardausführung) an Hüttenwerke verteilt, in denen regelmäßig Schleifmaschinen zum Einsatz kommen. Zur Vervollständigung der erforderlichen Angaben über das Spiel werden die Spindeldurchmesser notiert.
- d) In jedem Werk wird bei mindestens 20 Scheiben die Schwingungsbelastung am Handgriff der Schleifma-

schine erst im Leerlauf und dann während und nach Beendigung des Schleifvorgangs gemessen. Die Meinung der Bediener über die Bequemlichkeit der Handhabung und die Schleifeffizienz wird durch Fragebogen ermittelt. Dabei wird den Bedienern nicht gesagt, bei welchen Scheiben es sich um die Standard- bzw. um die Sonderausführung handelt; sie erhalten jedoch Gelegenheit, beide Typen zu benutzen, dürfen allerdings bei jedem Meßdurchgang nur je eine Art verwenden.

- e) Die bei den Sonder- und den Standardausführungen gemessenen Werte für massebedingte Unwucht und Bohrungsdurchmesser (Mittelwerte und Spannweiten) werden miteinander verglichen, ebenso die jeweiligen Werte für die Schwingung am Handgriff im Leerlauf und beim Schleifen sowie die Reaktion der Bediener auf die verschiedenen Scheiben. Anschließend werden die Herstellungskosten der besonders angefertigten Scheiben (nach Masse bereinigt) und der Standardscheiben miteinander verglichen.

## VON DER DURCHFÜHRUNG DES VORHABENS ERHOFFTE VORTEILE

Von den Ergebnissen des Vorhabens wird eine signifikante Reduzierung der Schwingungsbelastung des Hand-Arm-Systems bei Bedienern von Hand-schleifmaschinen und somit eine Verringerung des VWF-Risikos und seiner Folgen (Arbeitsausfall und soziale Probleme) erhofft. Ferner dürfte eine signifikante Reduzierung der Schleifscheibenschwingung eine erhöhte Effizienz des Schleifvorgangs zur Folge haben. Im Vereinigten Königreich im allgemeinen wie auch in der Health and Safety Executive (Behörde für Gesundheitsschutz und Arbeitssicherheit) im besonderen besteht an beiden Zielen großes Interesse.

---

# Ausführliche Untersuchung über sichere Arbeitsmethoden für das Handling und den Transport von Coils in der Warmband- und in der Kaltbandstraße des Werkes Llanwern

EGKS: BRITISH STEEL – LONDON, VEREINIGTES KÖNIGREICH

**Kontrakt Nr.: 7262-23/217/08**

**Dauer: 1.1.1990 – 31.12.1990**

## PROBLEMSTELLUNG

IM WERK Llanwern wie auch in anderen Walzwerken der British Steel plc und in ähnlichen Walzwerken überall in der Europäischen Gemeinschaft werden Coils durch Brückenkräne, Flurfördermittel, Stetigförderer und hydraulische Hebezeuge befördert. Eine Auswertung der Unfälle und der Zwischenfälle ohne Personenschaden, die sich während der letzten zehn Jahre in Betrieben der British Steel plc ereigneten, ergab, daß Beschäftigte bei diesen Transportvorgängen zwischen den einzelnen Fertigungsschritten von Coils getroffen und/oder eingeklemmt wurden. Die Unfallopfer fanden dabei häufig den Tod oder erlitten schwere Verletzungen.

Hauptziel des Vorhabens ist es, die Handhabung, den Transport und die Lagerung von Coils durch entsprechende Untersuchungen und Erarbeitung von Vorschlägen so zu verbessern, daß die mit diesen Arbeitsgängen verbundenen Sicherheitsrisiken auf ein Minimum reduziert oder ganz beseitigt werden können.

## ARBEITSPLAN

Grundsätzlich werden alle denkbaren Ansätze berücksichtigt. Dabei herrscht

die Auffassung vor, daß die praxisgerechtesten und zweckmäßigsten Lösungen sich nur durch Vergleiche mit anderen Fertigungsverfahren und Werken finden lassen. Werksbesichtigungen sowohl im Vereinigten Königreich als auch in anderen europäischen sowie außereuropäischen Ländern sollen zur Ermittlung des erfolgversprechendsten Systems beitragen. Auf die optimale Lösung wird man sicher nicht in einer bestimmten Anlage allein stoßen. Vielmehr wird der endgültige Vorschlag sich aus den besten Elementen einer ganzen Reihe von unabhängig voneinander entwickelten Systemen zusammensetzen.

Folgende Schwerpunkte sind vorgesehen:

- a) sichere Arbeitsverfahren und -praktiken bei der ferngesteuerten Coil-Beförderung und -Stapelung,
- b) Analyse aller bestehenden Verfahrensvarianten für das Bewegen von Kalt- und Warmband,
- c) Untersuchung der sich bei der Modifizierung bestehender Maschinen/Anlagen zur Verbesserung der Betriebssicherheit ergebenden Probleme,
- d) Prüfung der zur Zeit nicht für die Handhabung, den Transport und die Stapelung von Coils genutzten Technologien im Hinblick auf ihre Eignung für diesen Bereich.

## VON DER DURCHFÜHRUNG DES VORHABENS ERHOFFTE VORTEILE

Zweck des Forschungsvorhabens ist es, das Optimierungspotential bestehender Anlagen zu ermitteln sowie völlig neue Konzepte für das Handling und den Transport von Kalt- und Warmband zu prüfen und zu entwickeln. Dies beinhaltet auch die Änderung der zur Zeit geltenden Arbeitssicherheitsregelungen und die Entwicklung neuer Verfahren.

Im wesentlichen soll dieses Vorhaben die Bundhandhabung sicherer und wirtschaftlicher gestalten. Da die Lager- und Transportvorgänge in der europäischen Eisen- und Stahlindustrie ein wesentlicher Bestandteil des Produktionsprozesses sind, brächte eine praxisgerechte Lösung sehr weitreichende Vorteile mit sich.

---

# Untersuchungen sicherheitsrelevanter Arbeitsabläufe in Adjustagen von Kaltwalzwerken mit dem Ziel, Gefährdungen für die Beschäftigten abzubauen

EGKS: HOESCH STAHL AG – DORTMUND, DEUTSCHLAND

**Kontrakt Nr.: 7262-24/221/01**

**Dauer: 1.1.1990 – 31.12.1991**

## PROBLEMSTELLUNG

DAS UNFALLGESCHEHEN in Kaltwalzwerken der Eisen- und Stahlindustrie wird zu einem erheblichen Anteil durch Unfälle in Adjustagen und arverwandten Vorbereitungslinien bestimmt.

Im Unfallgeschehen spielen Verletzungen an Händen und Unterarmen (z. B. Schnittwunden, Prellungen und Quetschungen) eine bedeutende Rolle. Gerade in den beschriebenen Betriebsbereichen ist es bisher noch nicht wirkungsvoll gelungen, die Gefahr (Hand-

ling mit kaltgewalzten Blechen) vom arbeitenden Menschen fernzuhalten.

Aus diesem Grunde ist es vordringlich angezeigt, auch für den Bereich von Adjustagen und Vorbereitungslinien weitergehende sicherheitstechnische Lö-

sungen zu entwickeln und durchzuführen. Daneben erscheint es sinnvoll, auch eine Verbesserung von persönlichen Körperschutzartikeln anzustreben.

Es ist beabsichtigt, ausgehend von Dressierstraßen, die Situation bis hin zum Versand der Fertigprodukte bei Fein- und Feinstblechen zu untersuchen. Die Untersuchungen werden im Kaltwalzwerk 1 und Kaltwalzwerk 2 der Hoesch Stahl AG durchgeführt. Dabei werden erprobte Beobachtungs- und Meßverfahren zum Einsatz kommen.

### ARBEITSPLAN

- Analyse des Unfallgeschehens in den genannten Betriebsbereichen

eines Kaltwalzwerkes zur Feststellung des Ist-Zustandes;

- Betriebsstudien der Arbeitsabläufe in den zu untersuchenden Anlagenteilen, speziell im Hinblick auf die Gefährdungen;
- Erarbeiten von sicherheitstechnischen Lösungen zu bestimmten Unterthemen;
- weiter gehende Verbesserung des persönlichen Körperschutzes;
- Erarbeiten und Durchführen einer Gesamtkonzeption;
- Analyse der Auswirkung des Gesamtkonzeptes hinsichtlich der Beeinflussung der Gefährdungen.

### VON DER DURCHFÜHRUNG DES FORSCHUNGSVORHABENS ERHOFFTE VORTEILE

Durch diese Forschungsarbeit sollen die Gefährdungen für die Mitarbeiter in den beschriebenen Anlagenteilen eines Kaltwalzwerkes nachhaltig gesenkt werden.

## Optimale Steuerung der Kennwerte für Ausgasung, Erwärmungen und Produktion

EGKS: CERCHAR – PARIS, FRANKREICH

Kontrakt Nr.: 7262-31/222/03

Dauer: 1.1.1990 – 31.12.1992

### PROBLEMSTELLUNG

DER BETRIEBSPUNKTFÖRDERUNG waren früher häufig wegen technischer Hindernisse Grenzen gesetzt:

- Gewinnungsmaschinen mittlerer oder sogar nur geringer Leistung;
- wenig leistungsfähige Abförderungsanlagen, die keine größeren Produktionsmengen bewältigen konnten;
- Gurtförderernetze mit geringen Breiten (600 oder 800 mm) und niedrigen Geschwindigkeiten.

Zu diesen mit dem damaligen Stand der Technik zusammenhängenden Schwächen kam noch die geringe Zuverlässigkeit der einzelnen Maschinen, was letztendlich zu einem recht mäßigen Ausnutzungsgrad der Betriebsmittel führte.

Heute sind die Gewinnungsmaschinen leistungsstark und zuverlässig, ist wegen der größeren Streckenquerschnitte die Installierung breiterer und schnellerer Gurtförderer möglich, lassen sich Spitzenproduktionen problemlos abfordern. Die mittlere Fördermenge der Betriebspunkte hat sich mehr als verdoppelt.

Proportional dazu ist die Ausgasung während der Betriebszeit beträchtlich angestiegen, und gerade hier sind heute die Gründe für Produktionsbeschränkungen zu suchen.

Um sie zu reduzieren, bemühte man sich gleichzeitig um einen höheren Wetterstrom im Streb und um leistungsstärkere Grubengasabsaugnetze. Beide Maßnahmen wirken sich zwar einerseits positiv auf die Grubengasgehalte im Ausziehstrom aus, verursachen aber andererseits auch Erwärmungen im Alten Mann.

Zur Bewältigung dieses Phänomens steht heute ein wirksames Mittel zur Verfügung: die Inertisierung mit Stickstoff. Sie kommt in Frankreich verbreitet zum Einsatz, insbesondere in Blanzay bei den Houillères des Bassins du Centre et du Midi und bei den Houillères du Bassin de Lorraine.

Der Stickstoffverbrauch steigt derzeit exponentiell an, was die Nützlichkeit dieses Mittels beweist; sollte der Verbrauch aber weiterhin dermaßen ansteigen, dann entstünde hier ein erhebliches wirtschaftliches Problem.

Alein im Lothringer Becken kletterte der Verbrauch von 3 Millionen m<sup>3</sup> im Jahr 1985 auf nahezu 6 Millionen m<sup>3</sup>

im Jahr 1986, worauf sich 1987 der Verbrauch mit 26,5 Millionen m<sup>3</sup> vervierfachte. Auf diesem äußerst hohen Niveau bewegen sich auch die Zahlen für das erste Halbjahr 1988.

War der Stickstoffeinsatz zunächst hauptsächlich kurativ, so ist inzwischen auch präventive Anwendung üblich. Allerdings geht man dabei nach wie vor weitgehend empirisch vor, weshalb objektivere Entscheidungshilfen unbedingt erforderlich sind.

Diese lassen sich nur mit einer soliden Untersuchung der Wechselwirkung folgender Parameter ermitteln:

- Grubengasgehalt,
- Fördermenge,
- Wetterstrom,
- Absaugmenge,
- Stickstoffstrom.

Ziel des vorliegenden Forschungsvorhabens ist es somit, die Wechselwirkung dieser Faktoren durch möglichst kostengünstigen und gleichzeitig möglichst wirkungsvollen Einsatz der entsprechenden Mittel zu optimieren und damit das Risiko von Erwärmungen zu minimieren, dabei aber die Grubengaswerte

unterhalb der gesetzlich vorgeschriebenen Grenzen zu halten.

## ARBEITSPLAN

Damit die von uns vorgeschlagene Untersuchung die erhofften Ergebnisse zeitigen kann, sind zunächst genauere Kenntnisse über die Phänomene im Alten Mann erforderlich.

Hierzu müssen folgende Fragen beantwortet werden:

- Wo sammelt sich das Grubengas an?
- Wo liegen die Kohlenmonoxidquellen?
- Welche Wege nehmen die Gase vorzugsweise?

Dann lassen sich folgende Maßnahmen effizienter gestalten:

- die Absaugung,
- die Stickstoffzufuhr,
- die Auswahl der entsprechenden Strömungswege.

Die sich daran logisch anschließenden Phasen der Untersuchung sind:

1. Kartierung der Phänomene im Alten Mann.
2. Untersuchung von Möglichkeiten der Beeinflussung der CO-Entwicklung durch Stickstoffzufuhr.
3. Ermittlung einer optimalen Steuerung von Absaugung und Stickstoffzufuhr durch Analyse der gesammelten Daten.

Es folgt eine Beschreibung der vorgesehenen Mittel zur Abwicklung der drei oben genannten Phasen.

### *Kartierung der Phänomene*

Mangels geeigneter Mittel beschränkt sich heute die Kenntnis der Phänomene auf ihr Gesamterscheinungsbild, wie es sich bei einer Analyse der ausziehenden Wetter oder bestenfalls der Situation in einer gewissen Entfernung von der Wetterausziehstrecke, im Bruchfeld, ergibt.

Um den gesamten Alten Mann in die Untersuchung einbeziehen zu können, ist ein Probenahmernetz einzurichten, wobei die geeignetste Technik noch definiert werden muß (Schlauchleitungen,

Pumpen usw.). Erforderlich sind hierfür auch Versuche und Feineinstellungen.

Die entnommenen Proben sollen dann analysiert werden ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_2$ ), wobei die Methoden für Analyse und Ergebnisspeicherung noch auszuarbeiten sind.

### *Beeinflussung der Phänomene*

Die Stickstoffzufuhr erfolgt derzeit über ein einziges Aufgaberohr oder aber über mehrere, entweder abwechselnd oder in unterschiedlichen Entfernungen.

Die Mittel müssen mit dem Ziel optimiert werden, die Aufgabestelle in 10 m, 20 m bzw. n m Entfernung von der Abbaufont in der einen oder in der anderen Strecke den Umständen entsprechend wählen zu können.

Vorzusehen ist der Einsatz von Prüfgasen zum Aufspüren der Strömungswege, wobei es Zweck eines jeden Versuchs ist, diese Wege zu bestimmen, um die im voraus festgelegten Ziele „anpeilen“ zu können.

Es dürften ausgedehnte Meßkampagnen erforderlich sein, nach deren Abschluß die Meßergebnisse zu analysieren sind.

### *Optimale Steuerung der Parameter*

Sobald die Kartierung erfolgreich abgeschlossen und die Strömungswege aufgespürt worden sind, folgt als nächste Phase die Feineinstellung des Systems aus

- Absaugung,
- Auffindung der CO-Quellen,
- Auswahl der Stickstoffströmungswege, der Aufgabestellen und des erforderlichen Stickstoffstroms.

Anschließend soll die Entwicklung der Grubengasgehalte bei Variierung der verschiedenen Parameter verfolgt werden. Wir werden dabei in starkem Maße auf bereits übliche oder noch zu entwickelnde Datenverarbeitungsmethoden zurückgreifen.

Ganz allgemein verfolgen wir die Strategie, wann immer möglich vollstän-

dig im Rückbau zu arbeiten, eben um Schleichwetterströme zu vermeiden; damit haben wir aber auch keine direkten Zugangsmöglichkeiten zum Alten Mann durch die Strecken mehr.

Die von uns geplante Forschung soll in einem Rückbaustreb durchgeführt werden, dessen Bedingungen weitgehend repräsentativ für unsere anderen Strebbetriebe sind.

## VON DER DURCHFÜHRUNG DES VORHABENS ERHOFFTE VORTEILE

### *Technische Vorteile*

Aus Sicherheitsgründen ist es wichtig, das Erwärmungsrisiko im Alten Mann zu verringern, wobei frühzeitig einsetzende Gegenmaßnahmen äußerst vorteilhaft sind. Deshalb muß das Phänomen so früh wie möglich erkannt werden. Bei Anwendung entsprechender Maßnahmen kann der Abbaubetrieb weitergeführt werden, was auch das beste Mittel ist, um das Risiko in einem Rückbaubetrieb zu verringern.

Gelegentlich erweist es sich als erforderlich, die Absaugung zu reduzieren oder ganz einzustellen, sei es, weil der Grubengasgehalt zu stark absinkt, sei es, weil einziehende Schleichwetter Symptome wie beim Beginn einer Verbrennung auftreten lassen (Erhöhung der CO-Gehalte). Dies hat zur Folge, daß die Grubengasabsaugung starken Schwankungen unterliegt, was sich nachteilig auf die  $\text{CH}_4$ -Gehalte in der Bewetterungsluft auswirkt und wobei außerdem zweifelhaft ist, ob auf diese Weise immer die maximale Effizienz des Absaugnetzes gegeben ist. Mit Hilfe der hier vorgeschlagenen Untersuchungen dürfte sich dies aber erreichen lassen.

### *Wirtschaftliche Vorteile*

Eine Untersuchung dieser Art hat folgende wirtschaftliche Vorteile:

- Verringerung des Erwärmungsrisikos und damit des Risikos, einen Betrieb stillsetzen zu müssen;
- eine bessere Kostenkontrolle beim Stickstoffverbrauch.

# Explosionsschutz durch Auslösesperren in sonderbewetterten Grubenbauen

EGKS: CERCHAR – PARIS, FRANKREICH

Kontrakt Nr.: 7262-32/226/03

Dauer: 1.1.1990 – 31.12.1992

## PROBLEMSTELLUNG

ZUR VERVOLLSTÄNDIGUNG unserer Kenntnisse auf einem Gebiet, mit dem sich 1988 die Sachverständigengruppe des Ständigen Ausschusses „Verringerung der Explosionsgefahr in sonderbewetterten Grubenbauen“ eingehend befaßt hat, schlagen wir die Durchführung einer Versuchsreihe mit einer Explosionssperre bei langsam anlaufenden Explosionen vor, wobei die Entfernung zwischen Sperre und Ortsbrust (Schutz hinter der Vortriebsmaschine) variiert werden soll, um die Einsatzbedingungen zu definieren.

Bei den sonderbewetterten Grubenbauen im Flöz kann es sich entweder um mit Sprengarbeit vorgetriebene Aufhauen oder um mit Teilschnitt-Vortriebsmaschine aufgefahrene Ausrichtungsstrecken handeln. In derartigen Grubenbauen ist ein beträchtliches Explosionsrisiko gegeben, da allen Vorkehrungsmaßnahmen zum Trotz die Anwesenheit von Grubengas und eine Zündquelle zusammentreffen können. Die herkömmlicherweise zur Explosionsbekämpfung eingesetzten passiven Sperren sind erst dann wirksam, wenn die Explosion eine gewisse Stärke erreicht hat; außerdem können sie wegen der Streckeneinbauten oder wegen der Neigung des Grubenbaus nicht immer

so nahe an der Ortsbrust installiert werden, wie es eigentlich erforderlich wäre.

Die Versuche mit Auslösesperren betrafen bisher nur relativ rasch anlaufende Explosionen (Entzündung eines homogenen Grubengaspfropfens oder Entzündung einer aufgewirbelten Kohlenstaubwolke). Doch die Anwesenheit von Grubengasansammlungen unterhalb der Firste läßt sich niemals ganz ausschließen, weshalb es auch angebracht wäre, die Wirksamkeit der Auslösesperren bei relativ langsam anlaufenden Explosionen nach Entzündung einer Grubengasschicht unter der Firste zu untersuchen.

## ARBEITSPLAN

Die geplanten Versuche sollen in der mit einer Gurtfördererattrappe „verbauten“ Cerchar-Versuchsstrecke in Montlville (Querschnitt 10 m<sup>2</sup>, Länge 145 m), in der Fettkohlenstaub ausgestreut wird, durchgeführt werden. Als Entzündungsquellen sind Grubengasschichten vorgesehen. Was die einzusetzenden Methanmengen angeht, so kommen Volumina zwischen 4 und 12 m<sup>3</sup> in Frage, und zwar in Schichten von 10 bis 40 m Länge. Die Entzündung soll am Streckenende stattfinden.

Der Kohlenstaub wird auf der Sohle und auf regelmäßig über die gesamte Streckenlänge verteilten Tafeln ausgestreut.

Das erste Sperrenelement wird in unterschiedlichen Entfernungen vom Streckenende angeordnet, wobei allerdings immer Entfernungen gewählt werden sollen, die bereits im Rahmen der derzeit laufenden Forschung erprobt worden sind, um untersuchen zu können, welche Merkmale eine Auslösesperre haben muß, damit sie sich zum Ablöschen von im Anlaufstadium höchst unterschiedlichen Explosionen eignet. Bei der Auslösesperre kann es sich um eine handelsübliche Anlage oder um eine Zusammenstellung von Elementen verschiedener in den Gemeinschaftsländern gebräuchlicher Auslösesperren handeln.

## VON DER DURCHFÜHRUNG DES VORHABENS ERHOFFTE VORTEILE

Ziel der vorgeschlagenen Versuche ist es, die Wirksamkeit der Auslösesperren bei unterschiedlich heftigen Explosionen genau zu bestimmen und auf dieser Grundlage Strategien für die Anwendung dieses Sperrentyps in sonderbewetterten Betrieben zu definieren.

# Untersuchungen mit Hybridexplosionen bei Methankonzentrationen von 0,5 Vol.-% bis 4,5 Vol.-% (Kurzbezeichnung: Hybridexplosionen)

EGKS: VERSUCHSGRUBENGESELLSCHAFT – DORTMUND, DEUTSCHLAND

Kontrakt Nr.: 7262-32/227/01

Dauer: 1.1.1990 – 31.12.1992

## PROBLEMSTELLUNG

IM STEINKOHLBERGBAU unter Tage liegt als explosionsgefährlicher Brennstoff sowohl Methan als auch Kohlenstaub in unterschiedlichen Mengen und

Konzentrationen vor. Im Falle eines Explosionsereignisses sind fast immer beide Brennstoffkomponenten (Hybrid) zusammen am Verbrennungsvorgang beteiligt. Nur in wenigen Fällen hat es sich bei den Explosionen in der Praxis

um reine Methan- oder um reine Kohlenstaubexplosionen gehandelt.

Es ist bekannt, daß eine gegenseitige Beeinflussung bei Vorhandensein von Hybriden vorliegt, die in Abhängigkeit

von den jeweiligen Konzentrationen steht. Hierzu liegt eine Reihe von Laboruntersuchungen vor.

Die Durchführung von Großversuchen, wie sie bei der Versuchsgrube Tremonia möglich sind, hat sich in der Vergangenheit nur auf eine geringe Anzahl von Experimenten beschränken müssen, da der versuchstechnische Aufwand nicht unerheblich war.

Im Rahmen des hier beantragten Forschungsvorhabens soll daher systematisch untersucht werden, wie sich Methankonzentrationen, die unterhalb der eigentlichen Zündgrenze liegen, auf den Verlauf einer Kohlenstaubexplosion auswirken. Diese Untersuchungen werden dann ebenfalls bei Methanexplosionen mit Kohlenstaubkonzentrationen durchzuführen sein, die auch unterhalb der eigentlichen Zündgrenze liegen.

Im Rahmen dieser Versuchsdurchführung sollte auch das Verhalten im Anlaufstadium einer Explosion erarbeitet werden.

Hierbei kann auf bereits vorliegende Erkenntnisse bei der Versuchsgrube Tremonia zurückgegriffen werden. Das Schwergewicht der Forschungsarbeit soll jedoch bei der Durchführung von Laufexplosionen liegen. Das Einbeziehen unterschiedlicher Streckenquerschnitte soll wichtige Erkenntnisse über den Verlauf von Hybridexplosionen liefern.

Bei Vorliegen der Ergebnisse aus diesem Forschungsvorhaben sollte ein Überdenken der derzeit behördlich zugelassenen  $CH_4$ -Grenzen möglich sein.

## ARBEITSPLAN

Die Versuchsgrube Tremonia verfügt über Explosionsstrecken mit Querschnitten zwischen 8 und 20 m<sup>2</sup>. Gerade die Gegenüberstellung der Ergebnisse bei diesen Streckenquerschnitten dürfte wichtige Erkenntnisse für die fördernden Schachtanlagen liefern.

Die Strecken sind zum Teil mit Streckeneinbauten ausgerüstet. Die Einbauten stellen einen besonders wichtigen Einflußfaktor in der Versuchsführung dar. Zum einen wird der Turbulenzvorgang durch die Einbauten sicherlich gefördert, zum anderen stellen diese Einbauten zusätzliche Flächen für Staubablagerungen dar, die im Falle einer Explosion wesentlich leichter zu aktivieren sind als Staubansammlungen auf der Sohle oder auf dem Streckenausbau.

Die Erstellung von Hybriden, besonders mit niedrigen Methankonzentrationen, ist relativ schwierig und auch kritisch. Schwierig insofern, da die Abstufung der  $CH_4$ -Konzentrationen in den einzelnen Versuchsphasen um jeweils 0,5 Vol.-% recht exakt erfolgen muß. Dies bedingt einen aufwendigen meßtechnischen Aufwand. Kritisch insofern, als bekanntermaßen schon geringe Änderungen bei den Brennstoffkonzentrationen unter Umständen zu einer Eskalation im Explosionsverlauf führen können.

Für die technische Durchführung der Versuche stehen ansonsten die bei früheren Versuchen bewährten Techniken zur Verfügung. Die Auswertung der

Versuche erfolgt über die versuchsgrubeneigene Datenerfassungsanlage.

## VON DER DURCHFÜHRUNG DES VORHABENS ERHOFFTE VORTEILE

Es läßt sich bei den Arbeiten im Steinkohlenbergbau unter Tage kaum vermeiden, daß Kohlenstaub und Methan in den Strecken und Streben entstehen. Es kann auch nicht davon ausgegangen werden, daß die präventiven Schutzmaßnahmen, soweit sie überhaupt Anwendung finden können, auch stets zu 100 % wirksam sind. Das Wissen um die Zusammenhänge bei Vorhandensein von Hybriden im Falle einer Explosion liegt aus Laborversuchen vor. Wie allerdings die Auswirkungen in den Dimensionen sind, wie sie unter Tage anzutreffen sind, ist so gut wie nicht bekannt. Hier Erkenntnisse zu sammeln und daraus Rückschlüsse für die Praxis zu ziehen, ist das Hauptanliegen des vorliegenden Forschungsvorhabens. Die richtige Bewertung von Methan- und Kohlenstaubkonzentrationen unterhalb der eigentlichen Zündgrenzen und die daraus zu schließenden Folgerungen stellen eine wesentliche Erhöhung des Explosionsschutzes im Bergbau unter Tage dar. Da die Problematik zum Thema Hybride in allen Ländern, die Steinkohlenabbau betreiben, die gleiche ist, sind die Erkenntnisse, die bei der Versuchsgrube Tremonia im Rahmen dieses Forschungsvorhabens gesammelt werden, international von Bedeutung.

D  
E

## Grubengasdiagnoseprogramm für Steinkohlenbergwerke

EGKS: BRITISH COAL CORPORATION – LONDON, VEREINIGTES KÖNIGREICH

Kontrakt Nr.: 7262-32/230/08

Dauer: 1.1.1990 – ...

### PROBLEMSTELLUNG

EIN STEINKOHLBERGWERK ist von Natur aus ein gefährlicher Arbeitsplatz. So gut die Sicherheitsbilanz einer Schachtanlage auch sein mag, Selbstgefälligkeit kann teuer zu stehen kommen. Verspätete Analysen und verzögerte Gegen-

maßnahmen im Frühstadium eines Grubengasproblems können potentiell gefährliche Situationen heraufbeschwören. Steht die Zechenbelegschaft vor einem derartigen Problem, dann sieht sie sich vielfach mit widersprüchlichen Ratschlägen, unvollständigen Informationen und dem aus der Notwendigkeit raschen Handelns resultierenden Streß konfrontiert. Diese Faktoren sind der

Entscheidungsfindung nicht zuträglich. Ziel des vorliegenden Forschungsvorhabens ist es nachzuweisen, daß ein zechenbezogenes Grubengasdiagnoseprogramm den Verantwortlichen für Sicherheit und Bewetterung vor Ort Expertenwissen zur Verfügung stellen und damit helfen kann, beim Auftreten von Problemen schnell, sicher und richtig zu reagieren.

Inbesondere wird das Programm darauf abzielen, die Problemlösungsmöglichkeiten des Sicherheitsingenieurs, des Wettersteigers und des Gasabsaugsteigers zu verbessern. Die Wissensschwerpunkte sollen dabei auf den folgenden vier grundlegenden Problembereichen liegen:

- a) allmählicher Anstieg der Grubengaskonzentration in Wetterstrecken;
- b) rascher Anstieg der Grubengaskonzentration in Wetterstrecken;
- c) Verunreinigungen im abgesaugten Gas;
- d) Durchsatzabfall in den Absaugleitungen.

Der Zweck der Befragung wird dabei sein, Symptome zu analysieren, potentielle Ursachen zu ermitteln und effektive Abhilfemaßnahmen vorzugeben.

## ARBEITSPLAN

### *Expertensysteme*

Im Oktober 1984 wurde erstmals die Möglichkeit untersucht, bei Auftreten von Gasausbruchgefahren Expertensysteme anzuwenden. Ein rudimentäres System mit etwa 120 Regeln wurde codiert und aktiven Wetteringenieuren zur Prüfung vorgelegt. Sie äußerten sich nicht nur positiv zu dem Demonstrationssystem, sondern schlugen eine Weiterentwicklung vor, die als Problemlösungshilfe dienen könnte. Wetteringenieure verwenden sehr viel Zeit darauf, zahlreiche wettertechnische Probleme mit unterschiedlichem Schweregrad in einer Schachanlage zu bearbeiten. Da-

bei sind die erforderlichen Daten nicht immer unverzüglich verfügbar, so daß die Ursachensuche und Lösungserarbeitung sich vielfach sehr zeitaufwendig gestalten. Ein benutzerfreundliches, wissensbasiertes Computerprogramm, das fachgerechte Diagnosen und Lösungsvorschläge liefert, könnte den Wetteringenieur weitgehend für seine Planungsaufgaben freistellen und dem Wettersteiger ein Instrument zur effizienteren Arbeitsgestaltung an die Hand geben. Auf diese Weise wurde die Idee eines Grubengasdiagnoseprogramms geboren.

In den folgenden Jahren ließen begrenzte Mittel die Entwicklung und Implementierung jeweils nur eines Expertensystems zu, weswegen man sich auf das UFEL-Programm beschränkte. UFEL hat sich seit nunmehr zwei Jahren im Praxiseinsatz bewährt; eine erste umfangreiche Aktualisierung steht unmittelbar bevor. In der Entwicklung von UFEL lernte man viel über Wissenserwerb, Wissensstrukturierung und den Entwurf von Anwendersystemen. Zunächst wurden verschiedene handelsübliche Shells (Rahmenprogramme) geprüft, und erst in einem relativ späten Stadium des UFEL-Projekts stieß man auf eine Software, die die Voraussetzungen für die Erarbeitung eines benutzerfreundlichen Systems erfüllte. Expertensysteme werden nicht länger als Vertreter einer feindlichen Technologie angesehen, die, wie man fälschlicherweise annahm, Personal ersetzen soll, sondern man akzeptiert sie jetzt als lediglich eine weitere Form der Computerunterstützung. Sie wurden im Bergbau des Vereinigten Königreichs und anderer Länder (siehe Quellenverzeichnis) allmählich und behutsam eingeführt und erwiesen sich als echte Arbeitshilfen.

## Arbeitsprogramm

Ursachen und Auswirkungen einer großen Anzahl unterschiedlichster dokumentierter Grubengasprobleme und -zwischenfälle sollen im Detail analysiert werden. Daran schließt sich die Bewertung verschiedener Gegenmaßnahmen und Problemlösungen an, worauf das so erarbeitete Wissen in einem benutzerfreundlichen Computerprogramm zusammengefaßt wird. Um Zeitaufwand und Kosten für die Softwareentwicklung auf ein Mindestmaß zu begrenzen, ist geplant, für Entwicklung und Bereitstellung des Programms eine handelsübliche Software-Shell zu nutzen. Durchführen soll die Arbeit eine Forschungsgruppe, die über Erfahrungen sowohl in der Entwicklung wissensbasierter Computerprogramme als auch in der Untersuchung von Grubengasproblemen im Steinkohlenbergbau verfügt.

## VON DER DURCHFÜHRUNG DES VORHABENS ERHOFFTE VORTEILE

Durch das vorliegende Forschungsvorhaben soll die Zechenbelegschaft unmittelbaren Zugang zu fachmännischer Anleitung in Form eines benutzerfreundlichen Computerprogramms erhalten. Man geht davon aus, daß eine verbesserte Fähigkeit, grubengasbezogene Probleme bereits auf Zechenebene rasch und exakt zu lösen, es auch mit sich bringt, daß Gefahren ohne Verzögerungen erkannt sowie unverzüglich und wirksam bekämpft werden. Die Risiken für die Untertagebelegschaft werden sich dadurch verringern. Auch wird die Gefahr kleiner, daß an sich geringfügige Probleme zu einem schweren Zwischenfall eskalieren.

# Informationsübertragungssystem

EGKS: CERCHAR – PARIS, FRANKREICH

**Kontrakt Nr.: 7262-34/234/03**

**Dauer: 1.1.1990 – 31.12.1991**

## PROBLEMSTELLUNG

DIE schnelle Warnung der gesamten Untertagebelegschaft eines Steinkohlenbergwerks ist bei Gefahr oberstes Gebot.

Da es sich bei Situationen, die eine solche Warnung erforderlich machen, um außergewöhnliche Situationen handelt, muß das Eingreifen von Personen auf ein Minimum beschränkt bleiben und die Warnung über absolut zuverlässig arbeitende Vorrichtungen erfolgen, damit ein Maximum an Wirksamkeit gewährleistet werden kann.

Um eine schnelle Alarmierung der Belegschaft mit möglichst wenigen Eingriffen von Personen über zuverlässig arbeitende Vorrichtungen durchführen zu können, müssen folgende Probleme gelöst werden:

- Ermittlung einer Vorrichtung, über die der Belegschaft die Informationen übermittelt werden können;
  - Ermittlung einer geeigneten Rückmeldevorrichtung;
  - Abwicklung des Ganzen über ein EDV-System;
- Auswahl der Netze, die sich am besten für die Übermittlung der Alarm- und Rückmeldesignale eignen. In Frage kommen hierfür vorzugsweise bereits vorhandene und im Einsatz befindliche Netze, damit sichergestellt ist, daß sie im Ernstfall in gutem Zustand sind.
  - eventuelle Anpassung dieser Vorrichtungen;
  - Anpassung einer EDV-Anlage für ihre Steuerung.

### *Versuche unter Tage*

- Anmeldung der Vorrichtungen;
- entsprechende Ausrüstung eines Versuchsreviers;
- Erprobung der Alarmanlage unter Realbedingungen.

## ARBEITSPLAN

### *Untersuchungen*

- Untersuchung aller im Bergbau (über und unter Tage) vorhandenen Vorrichtungen, die sich für eine Nutzung im Rahmen einer Alarmanlage eignen könnten;
- ggf. Entwicklung einer entsprechenden Vorrichtung;
- dieselben Arbeiten für die Rückmeldevorrichtung.

### *Versuche über Tage*

- Übertägige Erprobung der Vorrichtungen, die sich als geeignet herausgestellt haben;

## VON DER DURCHFÜHRUNG DES VORHABENS ERHOFFTE VORTEILE

Angestrebt wird eine zuverlässige und sehr schnelle Alarmierung der Belegschaft mit entsprechender Rückmeldung. Die Schnelligkeit, mit der die Alarmanlage arbeitet, entscheidet darüber, ob die Auswirkungen eines Zwischenfalls oder eines Unfalls auf ein Minimum beschränkt werden können.

D  
E

# Study of unreliability factors in organization and in human behaviour in risk situations

ECSC: CERCHAR – PARIS, FRANCE

Contract No: 7262-10/200/03

Duration: 1.1.1990 – 31.12.1991

## AIMS

IN ACCIDENT prevention, the main objective basis for study currently available to us is information on technical factors. Analyses 'after the event' indicate that accidents can be attributed in varying degrees to the following three factors: man, technical conditions and organization.

The solutions which can be used to solve the problems involved are not always simple.

As far as material conditions are concerned, a reduction in the risks associated with machines and installations can generally be achieved by technical means.

As far as man is concerned, training, further training and retraining are regarded as the best guarantee for correct human behaviour at work.

It has to be admitted that technical means and training do not always guarantee reliability in the performance of tasks.

With his work, Professor Faverge has demonstrated that unreliability could be caused by anomalies or special factors in the organization of work.

More recent studies on the analysis of the 'man-machine' concept have also highlighted anomalies in human behaviour.

Attempts are constantly made, by allocating responsibility to and motivating the workforce, to create a working atmosphere which is more conducive to positive reactions in dangerous situations.

Although it is accepted that human error or equipment failure are the cause of numerous incidents and accidents, it is still very difficult for us to draw up a list of exact causes, but this is indispensable if any preventive action is to be taken in this field.

Our aim is to study the reasons for the unreliability of man at work, whether it is caused by organization or human behaviour, and whether behaviour itself is influenced by specific personal factors or non-personal factors (working atmos-

phere, environment, management, relations, etc.).

The final aim of this work is of course to continue to raise safety levels at the workplace.

## PLAN OF WORK

### *Study of unreliability factors in organization*

We plan to apply the following approach:

Accidents would continue to be analysed in the conventional way but in parallel with the other work; causes would be categorized according to unreliability factors as suggested in Professor Faverge's studies:

- (i) Permanent factors:  
simultaneous activities,  
limits,  
intersections,  
sequences,  
congestion,  
bottlenecks.
- (ii) Temporary factors:  
simultaneous activities,  
congestion,  
bottlenecks,  
tool inadequacy.
- (iii) Factors involving knowledge:  
of work and team,  
of regulations,  
of signals,  
of previous and subsequent work processes,  
of risks.
- (iv) Attitude factors:  
behaviour at work,  
observance of rules,  
wearing of protective equipment,  
attitude towards danger.

From this typology of possible causes, a coded accident sheet will be produced which can be processed by computer and on which the usual causes of accidents are to be replaced by unreliability factors.

An experimental centre will then have to be selected and, in cooperation with the industrial medical services, a procedure for filling in this special type of

accident sheet will have to be decided upon. Training will be necessary for the persons responsible for filling it in.

When a sufficient number of sheets have been filled in, the first analytical studies can be started.

### *Study of the behaviour of workers in hazardous situations*

The way in which this study is implemented will differ completely from the previous method.

The aim is not to study the direct causes of the incidents or accidents but the less obvious causes linked with the worker's relational environment, his psychology and perception of risks.

With this in mind, we shall set up a working party of five persons:

- (i) an industrial medical officer,
- (ii) a psychosociologist,
- (iii) an engineer specializing in accident prevention problems, and
- (iv) two production engineers or equivalent persons.

The working party will hold interviews with the people involved in accidents, each member dealing with his/her area of responsibility. The cases for study will be proposed to the working party by the production unit management.

The working party will then meet to examine and analyse the results of the interviews.

The ensuing conclusions should then make it possible to advise the management on the organization of work and management of manpower resources to supplement and back up the statistical studies mentioned in the previous section.

## BENEFITS ANTICIPATED FROM THE RESEARCH

We hope that with a strict approach to problems of work organization and by

analysing the influence of the environment in the broadest sense of the word, we shall derive new concepts for accident prevention.

The technical aspect of the problems would not be neglected but an attempt would be made to attach more importance to the human aspect and various psychosociological aspects of the work.

By establishing more facts about the influence of non-technical factors we

should be able to give the workforce a further means of improving its protection.

The proposals we shall make will in practice involve the following subjects:

- (i) unreliability factors in organization;
- (ii) the behaviour of the workforce and management in risk situations;

(iii) relations between the workforce and management;

(iv) work by mixed teams.

With this action we hope to produce a broader factual basis, and one which is focused more closely on man in order to combat the causes of accidents which are perhaps less obvious from the technical point of view but equally important in human terms.

## The incidence of subjective causes and personality in industrial accidents in rolling mills

ECSC: ACERINOX SA – MADRID, SPAIN

**Contract No: 7262-23/207/14**

**Duration: 1.1.1990 – 31.12.1992**

### AIMS

TO ESTABLISH the correlation between accidents in an integrated stainless steel plant and the effects of parameters such as job content, new technology, newly-recruited inexperienced workers, work context, geographical and climatic factors, etc., and also subjective and human factors.

Use will be made of statistics compiled by various national and regional safety bodies, labour and trade organizations, and of in-house studies on the workforce.

### PLAN OF WORK

The focus will be on the following situations and factors:

Workers employed in the different shops and breakdown by job group and category;

Accident rate by subjective causes:

$$T, I = \frac{\text{Number of industrial accidents}}{\text{Number of workers at risk} \times 1\,000}$$

(1) Total rate per country/region.

Effects on this rate of:

- (i) influx of personnel from other sectors,
- (ii) introduction of new technology to speed up and modernize work organization,

(iii) influx of young workers well-versed in theory but short of on-the-job experience.

(2) Rate by specific work context (steel-making, rolling, etc.).

(3) Rate by province.

The following situations will also be analysed:

- (i) Trends in the incidence rates and frequency of accidents;
- (ii) Trends in the seriousness rates and the average duration of incapacity;
- (iii) Accidents and casualties by age groups;
- (iv) Trends in the number of casualties during the reference period;
- (v) Distribution of casualties and accidents by time of day;
- (vi) Accidents per hour of work;
- (vii) Accident causes;
- (viii) Nature and type of lesion;
- (ix) Site of lesion;
- (x) Duration of incapacity.

As regards the subjective factors and elements which affect accidents, it is hoped to identify and correlate the following:

Intervention of the physician as regards the subjective factors originating in the individual and his role at work;

The human element: examining fatigue, hours worked, rest periods, on-the-job ability, age, sex, place of work, etc.;

Individual character pattern: various factors which affect individual behaviour and create an attitude which may cause a person to have or not to have an accident in certain circumstances;

Influence of external factors, singly or in combination, on individuals:

- (1) Accident-proneness: random circumstances or previous involvement in accidents may make certain persons potential victims if a similar situation reoccurs.
- (2) Age and experience in current job: ratio of accidents among younger workers to those among older workers and to those among younger workers as they gain familiarity and expertise.
- (3) On-the-job ability: influence of specific qualifications for the more demanding tasks and the existence of psychological factors which may steel the individual to many dangerous tasks by sharpening concentration and reflexes, the main factors of self-preservation
- (4) Social influence: family situation, satisfaction/dissatisfaction of the workforce, salaries, pattern of private life, industrial disputes, level of job responsibility, characteristics of the working group, company image, job image, sense of purpose, stoppages, change of job, involvement in decision-making.
- (5) Environmental factors: noise, atmospheric pressure, temperature, humidity, prevailing winds.

## BENEFITS ANTICIPATED FROM THE RESEARCH

A more comprehensive knowledge of all the factors which affect accident frequency should contribute to bringing down the number of accidents by intervening in risk groups and factors to minimize them; this in turn should yield the following economic and social advantages:

imimize them; this in turn should yield the following economic and social advantages:

- (a) from the point of view of the workforce:
- fewer lesions,
  - less permanent and temporary functional damage,
  - fewer fatalities,

fewer psychological disorders (with or without incapacity);

- (b) from the point of view of the undertaking:
- less disruption to the production cycle,
  - fewer financial losses through hours of work lost, etc.

## Improvement of working conditions and safety of workers at the piler of a shearing line

ECSC: SOLLAC – PARIS, FRANCE

Contract No: 7262-24/208/03

Duration: 1.1.1990 – 31.12.1991

### AIMS

THE STUDY relates to the end of a 16 mm sheet shearing line, and more particularly to the workplace where wooden blocks are placed to separate the packs underneath a suction-grip piler.

The aim is complete automatization (robots, measuring and position control sensors, remote surveillance) of the following operations:

- (i) supply of wooden blocks,
- (ii) longitudinal cutting of wooden blocks as a function of the programs,

- (iii) placing of wooden blocks underneath the piler.

### PLAN OF WORK

- (i) Visual observation of sequences and chance events;
- (ii) Recording and analysis of measurement signals;
- (iii) Design of optimum automatization system;
- (iv) Tests.

### BENEFITS ANTICIPATED FROM THE RESEARCH

- (i) Automatic monitoring through sensors;
- (ii) Remote surveillance by the operator.

The main advantage would be increased safety for workers thanks to elimination of the risk involved in handling wooden blocks near a load and moving items. Also, elimination of the noise nuisance caused by the piler.

## Robotization of sampling and sample disposal processes for sheet from finishing lines

ECSC: SOLLAC – PARIS, FRANCE

Contract No: 7262-24/209/03

Duration: 1.1.1990 – 30.6.1991

### AIM

ELIMINATION of manual handling.

### PLAN OF WORK

- (1) Collaboration with users with a view to drawing up specifications;
- (2) Study of the specifications in collaboration with the engineering company and submission of plan to Solmer;
- (3) Examination of plans by Solmer and discussions with users with a view to any requisite modifications;
- (4) Discussions with the engineering company on proposed modifications;

- (5) We are currently in a contractual phase for the implementation and follow-up of part of the project (i.e. the loading workstation);

- (6) Measuring and control techniques and criteria to be observed during the work:

- compliance with specifications and deadlines;

- (7) Reception testing;

- tests to be carried out on:
- prehensile power (for gripping samples),
- safety,
- displacement speed,
- positioning,
- automated systems,

- thickness measuring,
- cut sample gripping system;
- (8) Guarantee:
  - One year on items and labour.

### BENEFITS ANTICIPATED FROM THE RESEARCH

Improved safety.

Recent accidents at this workstation:

- incision wound from sheet handling,
- incision wound,
- fall of sheet onto worker's foot during sheet handling,
- traumatic lumbosciatica (14 days off work).

---

# Development and implementation of a concept for improving safety at work by linking machine and process diagnosis systems with maintenance planning and control systems

ECSC: FORSCHUNGSINSTITUT FÜR RATIONALISIERUNG – AACHEN, GERMANY

**Contract No: 7262-25/212/01**  
**Duration: 1.1.1990 – 30.9.1993**

## PROBLEM

THE NUMBER of accidents occurring during maintenance activities is increasing. Organizational measures to plan and control maintenance represent a first step towards improving safety.

Maintenance planning and control systems enable maintenance activities to be planned with the specific aim of improving safety.

Machine and process diagnosis systems ensure early detection, location and identification of faults, thus allowing potential hazards to be determined at an early stage.

Linking such diagnostic systems with maintenance planning and control systems offers great potential for improving the safety of maintenance and production personnel. The problem with this approach lies in converting the data obtained during process or machine diagnosis (parameter values) into organizational data for the planning and control of corresponding maintenance work. It is often not possible to devise an algorithm for this procedure, so the two types of system have to be linked by means of an expert system.

The aim of the proposed project is to determine and define the technical and organizational requirements for improving safety and to devise and implement a concept for linking diagnostic systems with maintenance planning and control systems by means of an expert system.

## WORK PLAN

The first step calls for the preparation of a market study of diagnostic systems, which will be assessed in terms of the aim of improving safety.

The requirements to be met by diagnostic systems as regards the input data they provide to the maintenance planning and control systems will then be determined, with the focus on those functions and data relevant to safety. This will provide the basis for determining the interface between the two types of system, resulting in the development of a broad concept.

In the next step, the broad concept will be refined and put into practice by implementing an expert system in a pilot firm.

This example will be documented to ensure that the interface constructed

can be generalized for the entire industry of which the pilot firm forms part.

Finally, the effectiveness of this link in terms of safety and cost-effectiveness will be examined in the pilot firm.

## BENEFITS ANTICIPATED FROM THE PROJECT

The linking of diagnostic systems and maintenance planning and control systems, together with the accompanying organizational measures, is expected to:

- (i) Improve safety by:
  - reducing unscheduled maintenance intervention and the dangerous improvisation this often involves, planning maintenance work from the safety point of view and creating a database for safety analyses;
- (ii) improve cost-effectiveness by:
  - increasing plant availability,
  - reducing maintenance response times,
  - reducing plant stoppages due to maintenance work, and improving maintenance productivity as a result of better planning and control.

E  
N

---

# Maintaining of safety at work on the replacement of asbestos in braking devices in the steel industry

ECSC: THYSSEN STAHL, AG – DUISBURG, GERMANY

**Contract No: 7262-25/213/01**

**Duration: 1.1.1990 – 31.12.1993**

## PURPOSE OF WORK

TO CARRY out full-scale tests on the TU Berlin test beds and comparative practical tests at Thyssen Stahl company.

For reasons of safety the various parameters must be quantified experimentally both on test rigs and in practice. For the development and testing of asbestos-free brake linings research work will be coordinated by both Thyssen Stahl AG and WBK Seilprüfstelle with Professors Naibach and Severin of Berlin Technical University.

By means of practice-oriented tests with full-scale parameters and stress

levels (much higher than those hitherto applied in vehicle brake testing) information will be obtained on the suitability for use of the asbestos-free brake linings offered by several reputable manufacturers. The values obtained for characteristics of each type of lining according to DIN 15436 (see Annex) will be indicated by comparison of the tests results.

## PLAN OF WORK

Test-bed experiments and practical tests will be used to calculate and optimize the parameters according to DIN 15436 for application to brakes on industrial and steel-industry plant.

The work schedule is indicated in the application for research aid dated 7 October 1988.

## BENEFITS ANTICIPATED FROM THE PROJECT

This research project will ensure that the results are applied in the selection of asbestos-free brake linings in the future. The requirement to provide proof of suitability will be incorporated in codes of practice, so that the results can be used by operators in the future. This should help to reduce health damage by asbestos and the risk of injury and damage due to brake failure.

---

# Reduction of vibration exposure among users of hand-held power grinders through reduction of grinding wheel imbalance

ECSC: BRITISH STEEL – LONDON, ENGLAND

**Contract No: 7262-23/215/08**

**Duration: 1.4.1990 – 31.3.1993**

## AIMS

THE AIM of the project is to seek work-place application of the results of earlier ECSC-funded laboratory and pilot studies in order to reduce the exposure of workers to the hazard of vibration. It is intended to reach this objective by optimizing manufacturing tolerances on wheel imbalance and wheel bore/spindle clearances to achieve low vibration levels and good operator response at an acceptable product cost.

Within the steel industry there are a number of processes which require employees to use hand-held power tools which produce high levels of vibration at the operator's hands. Continual exposure to high hand/arm vibration levels can result in a vascular disorder of the hand, known as vibration-induced white finger (VWF) which in severe cases can result in interference with work and so-

cial activities such that the person may have to change his occupation. A survey of the usage of such tools in the UK steel industry indicated that the type of tool most used on a regular and prolonged basis was the hand-held grinder. A study on vibration from grinders recently completed by British Steel for the ECSC confirmed that vibration exposure levels from grinding did, according to ISO 5349, present a risk of VWF and that the principal source of vibration in grinding was imbalance in the grinding wheels and discs used. The study did produce designs for vibration-isolating handles for straight, angle and vertical grinders but concluded that significant vibration reduction at source could only be achieved with the cooperation of grinding wheel manufacturers in reducing grinding wheel/disc imbalance.

Grinders are used extensively in bar mills' finishing departments producing engineering steels, in section mills and in

tube mills to remove surface flaws in the product. They are also used on a regular basis for many maintenance and repair jobs.

In bar mills inspectors and rectifiers use grinders on a daily basis and may be exposed to grinder vibration for up to four hours per day. Vibration acceleration levels – weighted according to ISO 5349 – range from 2.5 m/s<sup>2</sup> up to 10 m/s<sup>2</sup>, although they are typically in the 2.5 m/s<sup>2</sup> to 5.5 m/s<sup>2</sup> range. This, according to Annex A of the appendix to ISO 5349, would present a risk of 10% of the tools users contracting symptoms of VWF in 12 to 5.5 years respectively.

The vibration experienced by the operators is almost entirely at the grinder's rotational frequency, indicating out-of-balance rotational forces to be a primary cause. Vibration from the grinders themselves (measured with friction-fit balanced discs in place of grinding

wheels) was very low, i.e. below 1 m/s<sup>2</sup> weighted vibration acceleration, identifying the wheels and discs as the principal sources of vibration.

Imbalance vibration arises from two sources:

- (1) Imbalance in the wheels and discs through uneven distribution of mass. ISO 6103 'Bonded abrasive products - static balancing of grinding wheels' specifies maximum permissible values of imbalance for various types of grinding wheels. For the 125 mm diameter, 25 mm thick wheels in most common use an imbalance of 9.4 g is permissible (this is the mass which must be added to the periphery of the wheel to bring the wheel into balance). With depressed centre discs imbalance of 6.4 g (180 mm diameter/400 gm wt. discs) to 8.3 g (230 mm diameter/673 gm wt. discs) is permissible by this standard. It is calculated that such imbalance would generate vibration levels from 13 m/s<sup>2</sup> to 22 m/s<sup>2</sup> weighted acceleration. Fortunately most manufacturers produce wheels with much lower imbalance than the standard allows, but clearly in terms of vibration exposure the limits allowed by the standard are totally unacceptable.
- (2) The second source of imbalance vibration is the off-centre mounting of the grinding wheel on the grinder spindle. The Federation of European Producers of Abrasive Products (FEPA) produce a safety code for the use and care of abrasive wheels (Code 129B 1987). This code stipulates that tolerances for wheel bore sizes and grinder spindle sizes should conform to those stated in BS 4506 Part 1 1969. Bore sizes for grinding wheels are nominally 20 mm and the above standard specifies that a nominal 20 mm bore shall be within limits of 20.00 mm to 20.21 mm to fit spindles which shall be in the range of 19.927 mm to 19.96 mm diameter, allowing clearances of 0.04 mm to 0.283 mm. Some clearance is required to allow for expansion of the grinder spindle due to increases in temperature during grinding but for grinding cold materials the temperature rise measured (in the study mentioned above) was equivalent to an expansion of only 0.008 mm, considerably less than the minimum clearance allowed. With a maximum off-centre location of 0.283 mm, vibration due to imbalance of up to 5.2 m/s<sup>2</sup> weighted acceleration could be gen-

erated. Again, manufacturers do work to tolerances tighter than the FEPA code allows.

During the study mentioned above, the typical mass imbalance was 1.7 g and the maximum base/spindle clearance was 0.195 mm. These result in vibration levels due to wheel imbalance of 2.3 m/s<sup>2</sup> and 3.6 m/s<sup>2</sup> respectively, giving a total imbalance vibration (where mass imbalance and off-centre location imbalance act additively) of 5.9 m/s<sup>2</sup>. Comparing these figures with the vibration exposures determined in practice clearly demonstrated the contribution provided by wheel imbalance to the grinder operators' exposures. Tolerances specified by the relevant standards relating to mass imbalance and bore/spindle clearances allow much too high vibration levels to be produced and there is a clear case for seeking tighter standards. In addition, although in practice wheels are produced to tighter tolerances than those permitted by the standards, mass imbalance and bore/spindle tolerances are still too great. There would seem to be no particular difficulty in reducing bore/spindle clearances significantly and it should also be possible to improve mass imbalance although this might result in increased cost. The objective of the proposed project is to determine the optimum manufacturing mass imbalance tolerances and spindle bore clearances which will achieve a significant reduction in the vibration exposure of grinder operators whilst avoiding any risk of wheel bursting.

## RESEARCH PROGRAMME

- (i) Consultations will be held with manufacturers of
  - (a) grinding wheels for use with straight grinders, and
  - (b) depressed-centre grinding discs for use with angle and vertical grinders,with a view to the production of wheels to specified (low) limits of mass imbalance and bore/spindle clearances. The limits set will be arrived at on the basis of practicality in the manufacture of the wheels/discs and their cost as well as the vibration reduction expected. More than one set of specifications may be prescribed. Manufacturers will be chosen to produce batches (50-100) of wheels or discs to the prescribed specification.
- (ii) The specially manufactured wheel will be codemarked and the static mass imbalance and the bore size of

each wheel/disc measured. A control batch of standard wheels will also be coded and checked for imbalance and wheel bore sizes and the statistical distribution of the imbalance and bore sizes of both special and standard wheels determined. As a safety check any wheels approaching the minimum bore/spindle clearances will be checked for fit on a check spindle of diameter corresponding to the largest allowed in BS 4506 expanded to at least 60 °C.

- (iii) After checking, the wheels (special and standard) will be distributed to a number of work sites where grinders are in regular use. Spindle sizes will be checked to have total clearance details available.
- (iv) Vibration levels on the handles of grinders will be measured during free running before grinding, during grinding and after grinding with at least 20 wheels at each site. Operator reaction to the wheels, with regard to comfort in use and grinding efficiency, will be assessed through questionnaire. Operators will not be told which wheels are standard and which are special, but will be asked to use only one type during each measurement session and will have the opportunity of using both types.
- (v) The mean and range of mass imbalance and bore dimensions of the special and standard wheels will be compared. The vibration on the grinder handles during free running and grinding when using standard and special wheels, and the operators' reaction to the wheels will be compared. The costs of manufacture of the special wheels/discs (adjusted for mass supply) and standard wheels will also be compared.

## BENEFITS ANTICIPATED FROM THE PROJECT

From the results of the project it is hoped to reduce significantly the exposure to hand/arm vibration of operators of hand-held grinding tools and to reduce the risk of contracting vibration-induced white finger, with the consequent loss of working time and social difficulties. It is also hoped that by reducing significantly grinding wheel vibration there will be an improved efficiency in grinding operations. There is underspread interest in the United Kingdom, including the Health and Safety Executive, in both these objectives.

# A detailed study of safe working methods relating to handling and transportation of steel coil at the hot strip mill and cold mill at Llanwern Works

ASSOCIATION: ECSC: BRITISH STEEL – LONDON, ENGLAND

**Contract No: 7262-23/217/08**  
**Duration: 1.1.1990 – 31.12.1990**

## AIMS

CURRENTLY coil handling operations are carried out within Llanwern Works using overhead electric cranes, mobile plant, conveyors and hydraulic jacks. Such operations are common to other mills in British Steel plc and to similar mills throughout the European Community. A historical analysis of accidents occurring in British Steel plc plants over the past 10 years and of incidents where, fortuitously, no injuries to personnel have resulted, has been carried out. This research has highlighted the fact that during these operations personnel have been struck and/or trapped by coils during transportation between processes. The incidents have often resulted in fatal or serious injuries.

The overall objective of the research is to quantify, analyse and suggest improvements to current methods of coil handling, transportation and stacking such that the possibility of slip and insecurity is minimized or eliminated.

## RESEARCH PROGRAMME

All possible methods of approach will be considered but it is felt that, to ensure the most practical and useful solutions are found, comparisons with other manufacturing practices and works will be necessary. Visits to plants both within the United Kingdom and throughout Europe and elsewhere will be made to assist in identifying the most potentially successful system. The view is held that no single plant will provide an effective answer and the final outcome will combine the best points from a number of schemes which have been developed in isolation.

It is envisaged that particular emphasis will be given to:

- (a) The safe working procedures and practices employed during operations involving remote coil movement and stacking.
- (b) An analysis of all currently available alternative options in the movement of hot and cold rolled steel coils.

- (c) A study of the problems associated with modification of existing plant/equipment to enhance safety of operation.
- (d) An investigation of feasibility and methods of utilizing technology currently not employed in the handling, transporting and stacking of steel coils, to perform this function.

## BENEFITS ANTICIPATED FROM THE PROJECT

The project will identify a range of currently available options for changes to existing plant and study and develop entirely new concepts in handling and transporting hot and cold rolled steel coils. This will involve changes in currently agreed safe working practices and the development of new procedures.

The major benefits to be achieved in this project are to improve the safety and efficiency of coil handling. As this is a major activity in the European steel industry, a practical solution would have very wide-ranging benefits.

# Studies of working procedures concerned with safety in cold-rolling mill finishing shops with the aim of reducing the hazards facing employees

ECSC: HOESCH STAHL AG – DORTMUND, GERMANY

**Contract No: 7262-24/221/01**  
**Duration: 1.1.1990 – 31.12.1991**

## DESCRIPTION OF THE PROBLEM

A LARGE proportion of accidents in cold-rolling mills in the iron and steel industry occur in finishing shops and on similar preparation lines.

Many of these accidents involve cut, bruised or crushed hands or lower arms. Previous efforts to provide effective protection for workers handling cold-rolled steel sheet in the sections mentioned have not been successful.

It is therefore a matter of urgency for more far-reaching solutions to problems of safety in finishing shops and on preparation lines (amongst others) to be developed and implemented. It also seems

appropriate to aim for an improvement in personal protective equipment.

It is intended to study the situation from the skin-pass mill to the despatch of sheet and black plate finished products. The studies will be carried out in the No 1 and No 2 cold-rolling mills of Hoesch Stahl AG, using tested observation and measuring methods.

## PLAN OF WORK

- (i) Analysis of accidents in the cold-rolling mill sections referred to in order to establish the present situation;

- (ii) Practical studies of working procedures in the areas concerned, with particular regard to hazards;
- (iii) Development of ways of improving safety in specific sub-areas;
- (iv) Further improvement of personal protective equipment;
- (v) Development and implementation of an overall plan;
- (vi) Analysis of the success of the overall plan in dealing with the hazards.

## BENEFITS EXPECTED FROM THE RESEARCH

The research is aimed at bringing about a permanent reduction in the hazards facing workers in the cold-rolling mill sections referred to.

# Optimum management of the parameters characterizing firedamp emission, heating and production

ECSC: CERCHAR – PARIS, FRANCE

Contract No: 7262-31/222/03  
Duration: 1.1.1990 – 31.12.1992

## OUTLINE

DAILY OUTPUT per face has often been limited in the past by technical constraints:

- (i) winning equipment of medium or low capacity;
- (ii) coal clearance equipment of low capacity, unable to handle large tonnages;
- (iii) narrow (600 or 800 mm) and slow trunk conveyor systems.

These shortcomings of the available technology were aggravated by the unreliability of each of the items of equipment, as a result of which the machines ran for a fairly low percentage of the time.

Today the winning equipment is powerful, and reliable, larger roadway sections have allowed the installation of wider and faster belt conveyors and production peaks are more easily cleared. Average face production has more than doubled.

There has been a proportionate substantial increase in methane formation during winning operations and today this is indeed the main constraint on production.

To ease this constraint, efforts have been made to provide large air quantities on the face and at the same time to increase the capacity of the firedamp drainage systems. *While both of these practices help to lower the firedamp concentrations in the return airways, they are also conducive to goaf heating.*

An effective means of controlling heating is now available in the form of inertization with nitrogen. Considerable use is made of this technique in France, especially at Blanzay in the Centre-Midi area and in the Lorraine area.

Nitrogen consumption is increasing exponentially. This demonstrates the usefulness of the technique but cannot continue without giving rise to severe problems of cost.

In the Lorraine area alone, consumption rose from about 3 000 000 m<sup>3</sup> in 1985 to nearly 6 000 000 m<sup>3</sup> in 1986 and multiplied fourfold in 1987 to 26 500 000 m<sup>3</sup>. This very high level of use has continued in the first half of 1988.

While nitrogen injection was initially a remedial measure, it has become remedial and preventive. The approach has remained very empirical, however, and in future more objective criteria will be required.

This will not be possible without a thorough study of how the relevant parameters interact:

- (i) firedamp concentration;
- (ii) level of output;
- (iii) ventilation flow rate;
- (iv) methane drainage flow rate;
- (v) nitrogen flow rate.

The purpose of this project is thus to ensure optimum interaction of these factors by managing the various means of control in the cheapest and most effective way to minimize the risk of heating while maintaining the firedamp concentrations within the statutory limits.

## PLAN OF WORK

In order to conduct our proposed investigation effectively it is first necessary to know more about the phenomena occurring in the goaf.

Answers are required to the following questions.

- (a) Where does the firedamp accumulate?
- (b) Where are the carbon monoxide sources located?
- (c) What are the preferential pathways?

These will make possible more effective management of:

- (i) the firedamp drainage,
- (ii) the nitrogen injection,
- (iii) the pathways to be sought for the nitrogen.

The logical sequence of phases is thus as follows:

1. mapping of phenomena in the goaf;
2. investigation of methods of counteracting the appearance of CO sources by injecting nitrogen;
3. analysis of the data collected with a view to optimizing management of firedamp drainage/nitrogen injection.

The means to be employed are described below for each of these phases.

### *Mapping of phenomena*

For lack of suitable equipment, only a general picture of the phenomena can as yet be obtained by analysing the return air or at best the air in the caved goaf some distance behind the return airway.

In order to 'scan' the whole of the goaf, a sampling system will have to be set up using technical means which are still to be specified (flexible piping, pumps, etc.). Trials and development will be necessary.

The samples taken will be analysed (CH<sub>4</sub>-CO<sub>2</sub>-CO-O<sub>2</sub>) and methods will have to be found of analysing and storing the results.

### *Action to control the phenomena*

At present, nitrogen is delivered by a single pipe range or by several ranges alternately or at varying distances.

The method must be refined in respect of the point of delivery, from 10 metres to 20 metres to n metres behind the face in one or other of the gateroads.

Tracer gases may be used to investigate migration pathways, the purpose of each experiment being to identify the pathways in order to 'home in' on pre-selected targets.

Long series of measurements will be necessary and the measurement data will have to be analysed.

## *Optimum management of the factors involved*

Once work on the mapping phase is deemed to have been satisfactorily completed and the pathways have been identified, the next phase will be concerned with control of the system comprising:

- (i) the firedamp drainage,
- (ii) identification of CO sources,
- (iii) selection of nitrogen pathways, injection points and flow rates.

In the further course of the research, changes in concentrations will be monitored as the different factors are varied. Considerable use will be made of our present data-processing equipment or other equipment to be acquired for the research.

Our general strategy is to use entirely retreating layouts whenever possible in order to minimize air leakage. On the other hand, this means that we no longer

have any direct access to the goaf via the gateroads.

The proposed project will be carried out in a retreating district under conditions which are broadly representative of our other faces.

### **BENEFITS ANTICIPATED FROM THE RESEARCH**

#### *Technical benefits*

It is important in terms of safety to reduce the risk of goaf heating and it is a great advantage if early countermeasures can be taken. The onset of spontaneous combustion must be detected as quickly as possible and the purpose of the countermeasures is to ensure continued progress of the face. This is also the best way of reducing the risk in retreating systems.

It is sometimes necessary to reduce or stop firedamp drainage, either because the firedamp concentration has become too low or because air leakage gives rise to the symptoms of incipient combustion (increase in CO levels). The firedamp drainage may thus be subjected to substantial fluctuations with consequent adverse effects on the firedamp concentrations in the ventilating air and it is not certain that this practice allows the system to operate at maximum efficiency. The investigations should enable us to achieve this aim.

#### *Economic benefits*

The economic benefits of such a project are as follows:

- (i) less risk of heating and hence of having to stop a face;
- (ii) better control of nitrogen costs.

## **Explosion protection for blind ends by means of triggered barriers**

ECSC: CERCHAR – PARIS, FRANCE

**Contract No: 7262-32/226/03**

**Duration: 1.1.1990 – 31.12.1992**

### **OUTLINE**

THIS PROPOSAL supplements the research project submitted under No 8046/1/87/FR.

To extend our knowledge of a field studied in 1988 by the Committee of Experts on 'Reduction of the risk of explosion in auxiliary-ventilated workings' of the Safety and Health Commission for the Mining and Other Extractive Industries, we propose to carry out tests with an explosion barrier against explosions with a slow build-up, varying the distance between the barrier and the drivage face to determine the conditions for its use (to afford protection outbye of the heading machine).

Coal headings may be either shotfired faceline drivages or face development headings driven with selective heading machines. Such headings represent a major explosion hazard since despite all the preventive measures taken firedamp and an ignition source may be present simultaneously. Non-triggered barriers, which are the conventional means of containment, are effective only once the explosion has developed a certain force and cannot always be sited as close to the

drivage face as would be desirable because of roadway congestion or gradient.

Triggered barrier tests have so far been carried out against explosions with a fairly rapid build-up (ignition of a homogenous firedamp accumulation or a cloud of pre-dispersed coal dust). However, it is not improbable that methane will be present in the form of roof layers and it would therefore be desirable to study the effectiveness of triggered barriers against explosions which build up comparatively slowly following ignition of a methane layer.

### **PLAN OF WORK**

The proposed tests will be carried out in the Cerchar gallery in Montlavoille (which is 145 m long and has a cross-section of 10 m<sup>2</sup>), with a mock belt conveyor in the gallery and in the presence of coking coal. The ignition sources will be methane layers.

The methane volumes will be 4 to 12 m<sup>3</sup> and the lengths of the methane layers will range from about 10 to 40 m. The explosions will be initiated at the closed end of the gallery.

Coal dust will be spread on the floor and on shelves disposed regularly along the gallery.

The first unit of the triggered barrier will be placed at various distances from the closed end of the gallery, selected to coincide with those investigated in the current work to provide a better basis for studying the design of a triggered barrier to arrest explosions with widely differing build-up patterns. The triggered barrier may be either a system available on the market or a system made up of components of various triggered barriers to be found in the countries of the European Community.

### **BENEFITS ANTICIPATED FROM THE RESEARCH**

The aim of these tests is to acquire a precise knowledge of the effectiveness of triggered barriers against explosions of varying degrees of violence in order to work out strategies for the use of such barriers in blind ends.

# Hybrid explosion tests with methane concentrations of between 0.5 and 4.5 % by volume

ECSC: VERSUCHSGRUBENGESELLSCHAFT – DORTMUND, GERMANY

Contract No: 7262-32/227/01

Duration: 1.1.1990 – 31.12.1992

## OUTLINE

IN COAL MINING underground, explosive substances are present in the form of methane and coal dust in varying quantities and concentrations. When an explosion does occur both components are nearly always involved in the combustion process. Only in a few cases have explosions actually been either pure methane or pure coal-dust explosions.

The two components are known to interact as a function of their concentrations. This has been demonstrated in a whole series of laboratory tests.

Large-scale tests of the type that can be carried out at the Tremonia experimental mine have in the past been limited in number as they involve considerable outlay.

In this research project the way in which methane concentrations which are below the ignition limit can affect a coal-dust explosion is to be investigated systematically and vice versa. The behaviour of an explosion in its initiation phase is also to be studied, making use of previous findings at the Tremonia experimental mine. However, the main focus of the research work will be on progressive explosions. Varying roadway sections are to be examined to provide valuable information on hybrid explosion propagation.

Once the results of this project are available, it should be possible to revise the CH<sub>4</sub> limits permitted by the Inspectorate.

## PLAN OF WORK

The Tremonia experimental mine has explosion galleries with sections of between 8 and 20 m<sup>2</sup>. Comparing results from these sections should provide valuable information for operational collieries.

The galleries are partly fitted with furnishings which represent a particularly important component in the tests as they both increase the effects of turbulence and provide additional surfaces for dust deposits which, in the event of an explosion, can be activated much more easily than deposits on the floor or roadway supports.

Initiating hybrid explosions, particularly with low methane concentrations, is a fairly complex and critical business – complex because the methane concentration in the individual test phases must be increased by precisely 0.5% by volume, which involves an enormous amount of instrumentation, and critical because small changes in the concentrations of fuel can lead to an explosion escalating.

Otherwise, proven techniques from earlier tests are available for these tests. The experimental mine's own data-recording system will be used for analysis.

## BENEFITS ANTICIPATED FROM THE RESEARCH

In coal mining underground, coal dust and methane cannot be prevented in roadways and at faces. Nor can it be assumed that precautions, if taken at all, are always 100% effective. Laboratory tests have demonstrated how the explosive components interact in the event of an explosion but we have very little idea of the effects on the scale encountered underground. The main aim of the research project is to find out what these are and to draw conclusions for mining practice. If the effects of methane and coal-dust concentrations below their actual ignition limits can be assessed correctly and the appropriate steps taken, explosion protection in underground mining can be improved considerably. As the problems associated with hybrid explosions are the same in all hard coal mining countries, the findings from this research project will have international significance.

# Methane diagnostics program for colliery use

ECSC: BRITISH COAL CORPORATION – LONDON, ENGLAND

Contract No: 7262-32/230/08

Duration: 1.1.1990 – ...

## OUTLINE

A COAL MINE is inherently a dangerous place to work and how ever good the safety record of a mine the penalty for complacency can be severe. Delay in analysing and treating incipient colliery methane problems can mean that potentially hazardous situations are allowed to develop. Colliery personnel, when confronted with a problem, are frequently faced with conflicting advice, incomplete information and pressure for immediate response. Such factors are not conducive

to effective decision-making. The aim of this project is to demonstrate that a colliery-based methane diagnostics program has the potential to provide safety and ventilation officials at the mine with expert advice and thus help them to react, rapidly, positively and accurately as and when problems arise.

In particular, the program will be aimed at enhancing the problem-solving capabilities of the safety engineer, the colliery ventilation officer and the fire-damp drainage officer. It is anticipated

that the knowledge will be structured to address four basic problems. These are:

- (i) Gradual rise in airway methane concentration;
- (ii) Rapid rise in airway methane concentration;
- (iii) Loss of purity in the drained gas;
- (iv) Reduction of methane flow in the drainage range.

The object of any consultation will be to highlight symptoms, isolate possible causes and prescribe effective remedial measures.

## PLAN OF WORK

### *Expert systems*

In October 1984, the possibility was investigated of applying expert system technology to the problem of assessing unusual gas emission risk. An embryonic system containing about 120 rules was coded and shown to practising ventilation engineers. They not only commented favourably on the demonstration system but also suggested an additional development which would serve as a problem-solving aid. Much of a ventilation engineer's time is taken up by answering and attempting to solve numerous ventilation problems of varying severity in a working mine. The necessary degree of expertise is not always readily available and so considerable time can be taken to establish causes and possible solutions to these problems. Clearly, a simple to use knowledge-based computer program which gave consistent diagnosis and advice could free the ventilation engineer to concentrate on his planning role and provide the colliery ventilation officer with a tool that would make him more effective. Thus, the idea for a methane diagnostics program was born.

During subsequent years, limited resources precluded the development and implementation of more than one expert system at a time; therefore efforts were concentrated on the unusual gas emission risk program (UFEL). UFEL has now seen successful use in the field for about two years and the first major update is shortly to be released. During the period of development of UFEL much has been learnt about knowledge acquisition, knowledge structuring and the design of practical systems. Various commercial shells (program frameworks) have been investigated and it was not until part way through the UFEL project that a commercial product became available that would facilitate the delivery of a user-friendly system. Expert systems are no longer viewed as alien technology mistakenly supposed to replace personnel but are now accepted as just another form of computer aid. They have been gradually and gently introduced into the UK and other mining industries (see bibliography) and shown to offer real benefits.

### *Research program*

The cause and effects of a wide range of documented methane problems and in-

cidents will be analysed in detail. Various palliatives and solutions will be evaluated and the knowledge encapsulated in a user-friendly computer program. To minimize software development time and costs it is proposed to develop and deliver the program using a commercial software shell. The work will be undertaken by a research group which has had experience both with developing knowledge-based computer programs and with investigating colliery methane problems.

## BENEFITS ANTICIPATED FROM THE RESEARCH

The project will provide colliery personnel with direct access to ostensibly expert guidance in the form of an easy to use computer program. The belief is that an enhanced ability to resolve methane-related problems quickly and accurately at colliery level will mean that hazards are rapidly identified and subjected to immediate and effective treatment. Thus, the final risks to the underground workforce will be reduced. The chances of minor problems escalating to precipitate a major incident will also be reduced.

## Information transmission system

ECSC: CERCHAR – PARIS, FRANCE

**Contract No: 7262-34/234/03**

**Duration: 1.1.1990 – 31.12.1991**

### OUTLINE

It is essential that the whole workforce of an underground mine should be warned rapidly in an emergency.

Since any situation which makes such an alarm necessary is an exceptional situation the alarm must, in order to ensure maximum effectiveness, be given with as little human intervention as possible by means of reliable devices.

In order to enable an alarm to be transmitted rapidly with as little human intervention as possible and by reliable means one must

- (i) find a device for transmitting information to the workforce;
- (ii) find a device for acknowledgement of the warning;
- (iii) manage the whole system by computerized means;
- (iv) identify the most suitable systems for transmission of the alarm and

acknowledgement signals, preference being given to existing systems used for other purposes so that they are sure to be in good working order when needed.

### PLAN OF WORK

#### *Investigative work*

- Identify all devices in industrial use (above and below ground) which might be suitable for transmitting the alarm;
- Develop a device if necessary;
- Ditto for the acknowledgement device.

#### *Surface testing*

- Field trials above ground of the devices selected;

- Adaptation of these devices if necessary;
- Adaptation of data-processing equipment to manage these devices.

### *Underground testing*

- Certification of the devices;
- Installation of the devices in an experimental district;
- Field trials of the alarm.

## BENEFITS ANTICIPATED FROM THE RESEARCH

The aim is to provide a reliable and very rapid means of warning the personnel and checking that they have received the warning. The speed with which the alarm is given is a crucial factor in minimizing the effects of any incident or accident.

# Étude des facteurs d'infiabilité dans l'organisation et du comportement de l'homme vis-à-vis des situations de risque

CECA: CERCHAR – PARIS, FRANCE

Contrat n°: 7262-10/200/03

Durée: 1.1.1990-31.12.1991

## OBJECTIF

DANS LE DOMAINE de la prévention des accidents, les bases d'étude objectives dont nous disposons sont constituées essentiellement de données concernant les causes techniques. Les analyses effectuées a posteriori montrent que l'origine des accidents se retrouve à des degrés différents dans les trois domaines de l'homme, des conditions matérielles et de l'organisation.

Les solutions que l'on peut apporter à la résolution des problèmes qui s'y rattachent ne sont pas toujours simples.

Sur le plan des conditions matérielles, les moyens techniques permettent, en général, de réduire les risques inhérents aux machines et installations.

S'agissant de l'homme, le recours à la formation ou au perfectionnement et au recyclage est considéré comme le meilleur garant d'un comportement infailible de l'homme au travail.

Force est de constater que l'apport technique et la formation ne garantissent pas toujours la sûreté dans l'exécution des tâches.

Les travaux du professeur Faverge ont mis en évidence que certaines anomalies ou cas particuliers de l'organisation du travail pouvaient être cause d'infiabilité.

Des études plus récentes, portant notamment sur l'analyse du concept homme-machine, ont montré également des anomalies du comportement de l'homme.

Par la responsabilisation et la motivation, on cherche constamment à créer une ambiance de travail plus propice à des réactions positives vis-à-vis des situations de risques.

S'il est admis que l'erreur humaine ou la défaillance soient en cause dans de nombreux incidents et accidents, il nous est, par contre, aujourd'hui encore très difficile de dresser une liste de causes précises. Or, cela est indispensable si l'on veut mener des actions préventives en ce domaine.

Notre objectif est d'étudier les causes d'infiabilité de l'homme au travail,

qu'elles proviennent de l'organisation ou du comportement personnel de l'homme, comportement lui-même influencé par certains facteurs propres à sa personne et/ou qui lui sont étrangers (ambiance de travail, environnement, relations hiérarchiques, etc.).

Le but final de cette action est, bien entendu, de continuer à faire progresser le niveau de sécurité dans les chantiers.

## PLAN DE TRAVAIL

### *Étude des facteurs d'infiabilité dans l'organisation*

La démarche que nous comptons suivre est la suivante.

L'analyse des accidents continuerait à se faire de façon classique mais, en parallèle, les causes seraient classées en fonction des facteurs d'infiabilité tels qu'ils ont été proposés dans les études du professeur Faverge:

- facteurs à caractère permanent:
  - coactivité,
  - frontières,
  - intersections,
  - successions,
  - encombrements,
  - goulet d'étranglement;
- facteurs à caractère momentané:
  - coactivité,
  - encombrement,
  - goulet d'étranglement,
  - inadaptation de l'outil;
- facteurs de connaissance:
  - du travail et de l'équipe,
  - des consignes,
  - des signaux,
  - du processus en amont et en aval,
  - des risques;
- facteurs d'attitude:
  - comportement de travail,
  - observation des consignes,
  - port des moyens de protection,
  - attitude face au danger.

A partir de cette typologie de causes possibles, on établira une fiche d'accident codée susceptible de donner lieu à traitement informatique, où les causes habituelles d'accident seraient remplacées par les facteurs d'infiabilité.

Il conviendra ensuite de choisir un site expérimental et, en liaison avec les services de médecine du travail, d'établir une procédure pour remplir cette fiche d'accident d'un modèle particulier. Une formation de ceux qui seront chargés de la remplir sera nécessaire.

Quand un nombre suffisant de fiches seront remplies, les premières études analytiques pourront commencer.

### *Étude du comportement de l'homme face aux situations de risque*

La façon dont nous mènerons cette étude sera fondamentalement différente de la précédente.

Le but en est non pas d'étudier les causes directes des incidents ou accidents, mais les causes moins évidentes liées à l'environnement relationnel de l'homme, à sa psychologie et à sa perception des risques.

Dans cette perspective, nous mettons en place un groupe de travail constitué de cinq personnes:

- un médecin du travail,
- un psychosociologue,
- un ingénieur spécialisé dans les problèmes de prévention des accidents,
- deux ingénieurs exploitants ou assimilés.

Le groupe se propose d'avoir des entretiens avec les personnes concernées dans les accidents. Chaque membre du groupe conduira l'interview en fonction de sa compétence. Les cas d'étude seront soumis au groupe par la hiérarchie des unités d'exploitation.

Le groupe se réunira ensuite pour examiner et analyser les résultats des entretiens.

Les conclusions qui se dégageront de vront permettre de conseiller la hiérarchie dans le domaine de l'organisation du travail et de la gestion de notre potentiel humain; elles viendront en complément et en appui des études statistiques évoquées au précédent chapitre.

### AVANTAGES ATTENDUS DE L'EXÉCUTION DE LA RECHERCHE

Par une approche rigoureuse des problèmes d'organisation du travail et par

une analyse de l'influence de l'environnement au sens le plus large, nous espérons dégager des orientations nouvelles dans la prévention.

L'aspect technique des problèmes ne serait pas négligé, mais on s'efforcera d'attacher plus d'importance à l'aspect humain et aux divers aspects psychosociologiques du travail.

Par une meilleure connaissance de l'influence des facteurs non techniques, nous devons être en mesure d'apporter au personnel un élément supplémentaire pour l'aider à se protéger.

Les propositions que nous ferons concerneront de façon pratique les différents thèmes suivants:

- facteurs d'infiabilité dans l'organisation,
- comportement de l'exécutant et de la hiérarchie face aux situations de risques,
- relation entre exécutants et hiérarchie,
- intervention d'équipes pluridisciplinaires.

Par cet engagement, nous espérons amorcer une appréhension plus globale, mais aussi plus centrée sur l'homme, afin de lutter contre des causes d'accidents peut-être moins évidentes sur le plan technique, mais tout aussi fondamentales sur le plan humain.

## Accidents du travail: causes subjectives, influence de la personnalité des travailleurs et incidence dans les laminoirs

CECA: ACERINOX SA – MADRID, ESPAGNE

Contrat n°: 7262-23/207/14

Durée: 1.1.1990-31.12.1992

### OBJECTIF

L'OBJECTIF recherché est l'établissement de rapports entre les accidents du travail survenus dans une usine intégrée d'acier inoxydable et l'influence que peuvent avoir des paramètres tels que l'emploi occupé, les nouvelles technologies, le personnel récemment embauché et inexpérimenté, l'activité, des raisons géographiques et climatiques, etc., ainsi que les causes subjectives et les facteurs humains.

On utilisera les statistiques obtenues par les différents organismes nationaux et régionaux de sécurité et d'hygiène, les mutuelles professionnelles et patronales, ainsi que des études réalisées dans l'entreprise elle-même sur les travailleurs.

### PLAN DE TRAVAIL

Les travaux viseront à mettre en rapport les facteurs et situations décrits ci-après.

- Population employée dans les différents services et répartition par groupes de travail et catégories.
- Taux d'occurrence (T, I) des accidents par causes subjectives:

$$T, I = \frac{\text{nombre d'accidents du travail}}{\text{nombre de personnes exposées au risque}} \times 1000$$

- 1) taux d'occurrence total dans le pays/la région. Influence sur le taux d'occurrence des facteurs suivants:
    - emploi de personnel venant d'autres secteurs,
    - application d'une nouvelle technologie, plus rapide et plus moderne pour effectuer le travail,
    - emploi de personnel jeune possédant des connaissances théoriques mais inexpérimenté;
  - 2) taux d'occurrence en fonction de l'activité exercée. Différentes activités (aciérie, laminoir, etc.);
  - 3) taux d'occurrence par province.
- De même, les situations suivantes seront analysées:
- 1) évolution des indices d'occurrence et de fréquence des accidents;
  - 2) évolution de l'indice de gravité et de la durée moyenne d'incapacité;

- 3) accidents et victimes par groupe d'âge;
- 4) évolution du nombre de victimes dans la période étudiée;
- 5) répartition des victimes et des accidents par heure du jour;
- 6) accidents par heure de travail;
- 7) causes des accidents;
- 8) nature de la lésion (types de lésions);
- 9) localisation anatomique des lésions;
- 10) durée de l'incapacité.

- En ce qui concerne les facteurs et les raisons d'ordre subjectif qui influent sur les accidents, on étudiera et mettra en rapport les facteurs énumérés ci-après.

*Action préventive du médecin* sur les causes subjectives inhérentes à l'individu et à son rôle principal.

*Facteur humain:* étude de la fatigue, la durée du travail, les périodes de repos, les compétences professionnelles, l'âge, le sexe, le lieu de travail, etc.

*Structuration de la personnalité de l'individu:* les différents facteurs qui influent, à des degrés divers, sur le comportement de chaque individu, de telle sorte que, dans certaines cir-

constances, le comportement individuel peut provoquer ou éviter un accident.

*Influence de facteurs extérieurs*, isolés ou combinés, sur l'individu:

- 1) *prédisposition de certains individus à avoir des accidents* : influence du hasard et du fait d'avoir déjà été victime d'accidents. Cela constitue un risque potentiel, lorsque les individus sont placés dans les mêmes conditions de travail;
- 2) *âge des travailleurs et leur ancienneté au poste de travail*: rapport des accidents survenus à des travailleurs jeunes et plus âgés et rapport des accidents survenus à des travailleurs jeunes, à mesure qu'ils acquièrent expérience et maturité dans le travail qui leur est confié;
- 3) *aptitude professionnelle*: influence des compétences spécifiques né-

cessaires pour effectuer convenablement un travail et existence de facteurs psychologiques qui, face à de nombreuses activités dangereuses, déclenchent une certaine résistance en renforçant la capacité d'attention et de réaction, éléments principaux de la structure d'autodéfense;

- 4) *influence sociale*: situation familiale, satisfaction ou insatisfaction du personnel, salaires, vie privée, conflits du travail, responsabilité professionnelle, caractéristiques du groupe de travail, prestige de l'entreprise, prestige de la tâche, connaissances des résultats, interruption et changement de travail, participation aux décisions;
- 5) *facteurs ambiants*: bruits, pression atmosphérique, température, humidité et influence des vents dominants.

## AVANTAGES ESPÉRÉS DE L'EXÉCUTION DE LA RECHERCHE

Une connaissance plus approfondie de toutes les influences qui interviennent dans les accidents permettra, en agissant sur des groupes et des facteurs de risque, de réduire le plus possible le nombre d'accidents, ce qui entraînera les avantages économiques suivants:

- a) au niveau du travailleur:
  - moins de lésions corporelles,
  - moins d'altérations fonctionnelles permanentes et temporaires,
  - moins de décès,
  - moins de troubles psychologiques (avec ou sans incapacité);
- b) au niveau de l'entreprise:
  - moins de désorganisation du système de production,
  - moins de pertes économiques pour heures non ouvrées, etc.

F  
R

## Amélioration des conditions de travail et de sécurité des opérateurs à l'empileur d'une ligne de cisailage

CECA: SOLLAC – PARIS, FRANCE

Contrat n°: 7262-24/208/03

Durée: 1.1.1990-31.12.1991

### OBJECTIF

L'ÉTUDE concerne la sortie d'une ligne de cisailage en feuille 16 mm et, plus particulièrement, le poste de travail de mise en place de cales en bois pour séparer les paquets sous un empileur à ventouses.

L'expérience à réaliser est la mise au point d'une automatisation complète (robots, capteurs de mesure et de contrôle de position, télésurveillance) permettant:

- l'approvisionnement des bois,
- la coupe à longueur des bois en fonction des programmes,

- la mise en place des bois sous l'empileur.

### PLAN DE TRAVAIL

- Observations visuelles des séquences et des aléas.
- Enregistrements et analyse des signaux de mesure.
- Recherche de la solution automatique optimale.
- Essais.

### AVANTAGES ESPÉRÉS DE L'EXÉCUTION DU PROJET

- Surveillance automatique à partir des capteurs.
- Télésurveillance par l'opérateur.

L'avantage essentiel concernerait l'amélioration de la sécurité du personnel par suppression du risque de manipulation des bois à proximité d'une charge et de pièces en mouvement.

Élimination de la nuisance due au bruit de l'empileur.

# Robotisation des prises et de l'évacuation des prélèvements de tôle provenant des lignes de finissage

CECA: SOLLAC – PARIS, FRANCE

Contrat n°: 7262-24/209/03

Durée: 1.1.1990-30.6.1991

## OBJECTIF

ANNULATION de la manutention manuelle.

## PLAN DE TRAVAIL

1. Collaboration avec les utilisateurs postés pour définir le cahier des charges.
2. Étude du cahier des charges en collaboration avec la société d'Engineering, et proposition de plan à Solmer.
3. Examen des plans par Solmer et concertation avec les utilisateurs postés pour d'éventuelles modifications.
4. Concertation avec la société d'Engi-

neering pour modifications de la proposition.

5. Actuellement, nous sommes en phase contractuelle pour la réalisation et le suivi d'une partie du projet (poste de chargement).
6. Techniques de mesure et de contrôle et critères à respecter pour la réalisation des travaux : respect du cahier des charges et des délais.
7. Tests de réception:
  - contrôle de la puissance de préhension des prélèvements,
  - contrôle des sécurités,
  - contrôle des vitesses de déplacement,
  - contrôle des positionnements,
  - contrôle des automatismes,

- contrôle des mesures d'épaisseur,
  - contrôle du système de préhension des éprouvettes découpées.
8. Garantie: un an pièces et main-d'œuvre.

## AVANTAGES ESPÉRÉS DE L'EXÉCUTION DU PROJET

- Amélioration de la sécurité.
- Accidents récents survenus à ce poste de travail:
  - coupure manipulation de tôle,
  - coupure,
  - chute de tôle sur le pied : manipulation de tôle,
  - lombosciatique gauche traumatique (arrêt: quatorze jours).

# Conception et réalisation d'une méthode d'amélioration de la sécurité du travail par le couplage de systèmes de diagnostic de processus et de machines avec des systèmes de programmation et de gestion de l'entretien

CECA: FORSCHUNGSINSTITUT FÜR RATIONALISIERUNG – AIX-LA-CHAPELLE, RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE D'ALLEMAGNE

Contrat n°: 7262-25/212/01

Durée: 1.1.1990-30.9.1993

## POSITION DU PROBLÈME

LE DOMAINE de l'entretien se caractérise par un nombre croissant d'accidents. Une des possibilités d'améliorer la sécurité s'offre au niveau organisationnel, par le biais de mesures touchant à la programmation et à la gestion de l'entretien.

Les systèmes de programmation et de gestion de l'entretien permettent de programmer les interventions nécessaires dans ce domaine, en prenant en compte la finalité spécifique que constitue l'augmentation de la sécurité.

Les systèmes de diagnostic de processus et de machines assurent une détec-

tion et une localisation rapide des pannes, ainsi que la détermination de leurs causes. Il est ainsi possible d'identifier à un stade précoce des sources potentielles de danger.

Le couplage de systèmes de diagnostic avec des systèmes de programmation et de gestion de l'entretien offre un grand potentiel d'amélioration de la sécurité du travail. Le problème du couplage consiste à transformer en données organisationnelles, en vue de la programmation et de la gestion des travaux d'entretien appropriés, les données (paramètres) obtenues à l'aide d'un diagnostic des processus et des machines. Or, il n'existe souvent pas de lien de type algorithmique, si bien que ce

couplage ne peut être réalisé qu'au moyen d'un système expert.

L'objectif du présent projet de recherche consiste à la fois à définir et à créer des conditions techniques et d'organisation propres à améliorer la sécurité du travail, et à mettre au point et à réaliser, sous la forme d'un système expert, une méthode de couplage de systèmes de diagnostic avec des systèmes de programmation et de gestion de l'entretien.

## PROGRAMME DE TRAVAIL

Dans une première phase, on procédera à un inventaire des systèmes de

diagnostic existant sur le marché, systèmes qui seront ensuite évalués du point de vue de l'objectif recherché, à savoir l'amélioration de la sécurité du travail.

On définira ensuite les exigences auxquelles, du fait des systèmes de programmation et de gestion de l'entretien, les systèmes de diagnostic devront répondre en ce qui concerne les données d'entrée nécessaires. A cet égard, on attachera une importance particulière aux fonctions et aux données touchant à la sécurité. Sur cette base, il conviendra alors de déterminer les éléments de jonction, afin d'aboutir à l'élaboration d'un premier modèle.

Le stade suivant des travaux consistera à affiner ce premier modèle et à le mettre en œuvre en réalisant un système expert dans une entreprise pilote.

Ce couplage, qui servira d'exemple, sera réalisé de façon à permettre une gé-

néralisation de l'interface ainsi obtenue à l'ensemble de la branche dont fait partie l'entreprise pilote.

Enfin, on étudiera au sein de l'entreprise pilote les résultats de ce couplage sur le plan de la sécurité du travail et de la rentabilité économique.

### AVANTAGES ESCOMPTÉS DE L'EXÉCUTION DU PROJET

Les avantages que l'on peut attendre de la réalisation du couplage entre systèmes de diagnostic et systèmes de programmation et de gestion de l'entretien ainsi que de la mise en œuvre des mesures organisationnelles connexes sont les suivants:

— amélioration de la sécurité du travail par:

- une réduction du nombre d'opérations d'entretien non prévues et, partant, de la grande part d'improvisation dangereuse que cela comporte souvent,
  - une programmation des travaux d'entretien dans le respect des normes de sécurité,
  - la création d'une base de données pour des analyses de sécurité;
- accroissement de la rentabilité par:
- une augmentation de la disponibilité des installations,
  - une réduction des temps de réaction pour l'entretien,
  - une réduction de la durée des arrêts pour cause d'entretien,
  - un accroissement de la productivité de l'entretien, du fait de l'amélioration de la programmation et de la gestion.

F  
R

## Problèmes de sécurité liés au remplacement de l'amiante dans les dispositifs de freinage utilisés en sidérurgie

CECA: THYSSEN STAHL AG — DUISBURG, RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE D'ALLEMAGNE

Contrat n°: 7262-25/213/01

Durée: 1.1.1990-31.12.1993

### PRÉSENTATION DU PROBLÈME

RÉALISATION d'essais en conditions réelles sur les bancs de la TU Berlin, et essais comparatifs in situ des engins sidérurgiques chez Thyssen Stahl AG.

Pour des raisons de sécurité, les différents paramètres doivent être déterminés expérimentalement au cours d'essais au banc et in situ.

La mise au point et l'essai des garnitures de freins sans amiante fait l'objet d'une collaboration entre Thyssen AG ainsi que WBK Seilprüfstelle et les professeurs Haiback et Severin de la TU Berlin.

Des essais de caractère pragmatique effectués avec des valeurs et des contraintes analogues à celles rencon-

trées dans la pratique (valeurs nettement plus élevées que celles utilisées lors des recherches effectuées jusqu'ici sur les freins automobiles) doivent démontrer le caractère approprié des garnitures de freins sous amiante, proposées par quelques fabricants qualifiés. Les valeurs des propriétés caractéristiques d'un type de garniture de freins d'après les spécifications DIN 15436 (voir annexe) sont établies sur la base d'une comparaison des résultats des essais effectués.

### PLAN DE TRAVAIL

Les paramètres conformes à DIN 15436 sont déterminés et optimisés expérimentalement sur banc d'essai et in situ, en vue de l'application des valeurs et des

paramètres de contrainte aux dispositifs de freinage des engins sidérurgiques.

Le calendrier de réalisation figure dans la demande d'aide financière introduite pour ce projet, le 7 octobre 1988.

### AVANTAGES ESCOMPTÉS DU PROJET

Le présent projet de recherche garantit l'utilisation des résultats pour le choix des garnitures de freins sans amiante. Les spécifications de conformité seront insérées dans les réglementations techniques, de manière à ce que les résultats puissent, à l'avenir, être pris en compte par les utilisateurs. Le projet doit également permettre d'éviter l'effet néfaste pour la santé de l'amiante et les accidents dus à une défaillance des freins.

# Réduction de l'exposition aux vibrations chez les utilisateurs de meuleuses à main par la réduction du déséquilibre de la meule

CECA: BRITISH STEEL – LONDRES, ROYAUME-UNI

Contrat n°: 7262-23/215/08

Durée: 1.4.1990-31.3.1993

## PRÉSENTATION DU PROBLÈME

LE BUT du projet est d'appliquer, sur le lieu de travail, les résultats d'études pilotes et d'études en laboratoire financées précédemment par la CECA, afin de réduire l'exposition des travailleurs aux risques de vibrations. Cet objectif devrait être atteint en optimisant les tolérances de balourd et de jeu arbre/alésage des meules au moment de la fabrication, afin d'obtenir de faibles niveaux de vibration et une bonne acceptation par les opérateurs pour un coût de production admissible.

Dans l'industrie sidérurgique, un certain nombre de processus exigent l'utilisation d'outils mécaniques à main qui soumettent les bras et les mains des opérateurs à des niveaux élevés de vibrations. L'exposition continue des bras et des mains à des niveaux élevés de vibrations peut provoquer un trouble vasculaire de la main appelé «maladie de Raynaud», laquelle peut, dans les cas graves, constituer une telle entrave à la vie professionnelle et sociale du sujet que celui-ci peut être amené à changer de métier. Une enquête sur l'utilisation de ces outils dans l'industrie sidérurgique britannique a montré que l'outil le plus utilisé d'une manière régulière et prolongée était la meuleuse à main. Une étude des vibrations engendrées par les meuleuses, réalisée par la British Steel pour la CECA, a confirmé que les niveaux d'exposition aux vibrations dans les opérations de meulage présentent, conformément à la norme ISO 5349, un risque de maladie de Raynaud, et que la source principale de vibrations était le déséquilibre des meules et des disques utilisés. L'étude proposait certes des modèles de poignées anti-vibrations pour les meuleuses droites, d'angle et à axe vertical, mais elle concluait que les vibrations ne pourront être réduites d'une manière sensible à la source que si les fabricants de meuleuses collaborent en réduisant le déséquilibre des meules/disques.

Les meuleuses sont largement utilisées dans les laminoirs à barres, qui produisent des aciers pour constructions mécaniques, dans les laminoirs à profilés

et dans les laminoirs à tuyaux pour enlever les défauts de surface du produit. Elles sont aussi régulièrement utilisées pour de nombreux travaux d'entretien et de réparation.

Dans les laminoirs à barres, les contrôleurs de qualité et les rectifieurs utilisent quotidiennement des meuleuses et peuvent être exposés jusqu'à quatre heures par jour à des vibrations. Les niveaux d'accélération des vibrations, pondérés selon la norme ISO 5349, vont de 2,5 à 10 m/s<sup>2</sup>, tout en se situant habituellement entre 2,5 et 5,5 m/s<sup>2</sup>. Selon l'annexe A à la norme ISO 5349, il en résulterait, pour 10 % des utilisateurs, un risque de symptômes de la maladie de Raynaud en l'espace de 5,5 à 12 ans. Les vibrations subies par les opérateurs se produisant presque entièrement à la fréquence de rotation de la meuleuse, leur cause première est le déséquilibre des forces de rotation. Les vibrations engendrées par les meuleuses mêmes (mesurées sur des meuleuses équipées de disques de friction équilibrés au lieu de meules) étaient très faibles, l'accélération de vibration pondérée se situant au-dessous de 1 m/s<sup>2</sup>, ce qui montre que les meules et les disques sont les principales sources de vibration.

Les vibrations de déséquilibre résultent de deux sources.

1) Déséquilibre des meules et des disques en raison d'une répartition inégale de la masse. La norme ISO 6103 – « Produits abrasifs agglomérés – Équilibrage statique des meules » – indique des valeurs maximales admissibles de balourd pour différents types de meules. Pour les meules les plus couramment utilisées, d'un diamètre de 125 mm et d'une épaisseur de 25 mm, un balourd de 9,4 g est admissible (c'est la masse qui doit être appliquée à la périphérie de la meule pour rétablir l'équilibre). Cette norme autorise un déséquilibre de 6,4 g (pour les disques de 180 mm de diamètre/400 g de masse) et de 8,3 g (pour les disques de 230 mm de diamètre/673 g de masse) pour les disques à moyeu déporté.

Il est calculé qu'un tel déséquilibre produirait des niveaux de vibration de 13 à 22 m/s<sup>2</sup> en accélération pondérée. Heureusement, la plupart des fabricants produisent des meules dont le déséquilibre est largement inférieur à la norme autorisée, mais il est clair que les limites d'exposition aux vibrations autorisées par la norme sont totalement inacceptables.

2) La deuxième source de vibrations induites par un déséquilibre est l'excentrage de la meule sur l'arbre de la meuleuse. La Fédération des producteurs européens de produits abrasifs (FEPA) a élaboré un code de sécurité pour l'utilisation et l'entretien des meules abrasives (code 129B 1987). Ce code stipule que les tolérances des alésages des meules et des arbres des meuleuses devraient être conformes à celles énoncées dans la première partie de la norme BS 4506 1969. L'alésage des meules est théoriquement de 20 mm et la norme susmentionnée fixe, dans ce cas, les limites de tolérance à 20,00 et 20,21 mm pour l'alésage et à 19,927 et 19,96 mm pour l'arbre, ce qui laisse un jeu de 0,04 à 0,283 mm. Un certain jeu doit être laissé pour permettre la dilatation de l'arbre sous l'effet de l'échauffement pendant le meulage, mais, lors du meulage de matériaux froids, l'accroissement de température mesuré (dans l'étude mentionnée ci-dessus) ne correspondait qu'à 0,008 mm de dilatation, c'est-à-dire considérablement moins que le jeu minimal autorisé. Un excentrage maximal de 0,283 mm pourrait engendrer une vibration par déséquilibre correspondant à une accélération pondérée maximale de 5,2 m/s<sup>2</sup>. Une fois encore, les fabricants travaillent à des tolérances plus étroites que ne le permet le code FEPA.

Au cours de l'étude susmentionnée, le balourd était couramment de 1,7 g et le jeu maximal de l'arbre était de 0,195 mm. Les niveaux de vibration résultant du déséquilibre de la meule étaient de l'ordre de 2,3 m/s<sup>2</sup> et de

3,6 m/s<sup>2</sup>, donnant une vibration totale induite par balourd (à laquelle concourent le balourd et l'excentrage) de 5,9 m/s<sup>2</sup>. La comparaison entre ces chiffres et les expositions aux vibrations mesurées dans la pratique montre clairement la part de responsabilité du facteur déséquilibre dans l'exposition des utilisateurs de meuleuses.

Les tolérances indiquées dans les normes relatives au balourd et au jeu entre l'alésage et l'arbre autorisent des niveaux de vibration beaucoup trop élevés, et il est clair qu'il y a lieu de chercher des normes plus strictes. En outre, bien que, dans la pratique, les meules soient fabriquées selon des tolérances moindres que celles permises par les normes, les tolérances de balourd et de jeu alésage/arbre sont encore trop importantes. Il semblerait qu'il n'y ait aucune difficulté particulière à réduire sensiblement les tolérances de jeu entre l'alésage et l'arbre, et il devrait également être possible de diminuer le balourd, mais en accroissant le coût de production. L'objectif du projet proposé est de déterminer les valeurs optimales de tolérance de balourd et de jeu arbre/alésage à respecter à la fabrication, pour réduire sensiblement l'exposition des opérateurs aux vibrations sans créer de risque d'éclatement de la meule.

## PLAN DE TRAVAIL

1. Des consultations auront lieu avec des fabricants de:
  - a) meules pour meuleuses droites,
  - b) disques à moyeu déporté pour meuleuses d'angle et à axe vertical, en vue de la production de meules selon des limites (basses) de balourd et de jeu arbre/alésage. Les limites seront fixées en

tenant compte des possibilités pratiques de fabrication des meules et des disques, ainsi que du coût et de la réduction de vibration souhaitée.

Plusieurs séries de spécifications seront éventuellement prescrites. Des fabricants seront choisis afin de produire des lots (50-100) de meules ou de disques aux normes indiquées.

2. Les meules spécialement fabriquées à cet effet seront marquées selon un code, et le balourd statique et l'alésage de chaque meule/disque seront mesurés.

Un lot témoin de meules normales sera également codé et soumis à la mesure des balourds et des alésages. La distribution statistique du déséquilibre et de l'alésage, tant des meules spéciales que des meules ordinaires, sera déterminée. Pour plus de sécurité, chaque meule, dont le jeu d'alésage approche de la limite minimale, sera contrôlée sur un arbre au diamètre correspondant au plus grand diamètre permis dans la norme BS 4506, après dilatation à au moins 60 °C.

3. Le contrôle achevé, les meules (spéciales et ordinaires) seront distribuées à un certain nombre d'installations dans lesquelles des meuleuses sont régulièrement utilisées. Les dimensions des arbres seront vérifiées, afin de disposer de données complètes sur le jeu alésage/arbre.
4. Les niveaux de vibration sur les poignées des meuleuses seront mesurés en fonctionnement à vide, pendant et après le meulage, sur au moins vingt meules dans chaque

installation. L'avis de l'utilisateur, quant au confort d'utilisation et à l'efficacité du meulage, sera évalué à l'aide d'un questionnaire. Les utilisateurs ignoreront quelles seront les meules ordinaires et les meules spéciales, mais ils devront n'utiliser qu'un type de meule pendant chaque séance de mesure et ils auront l'occasion d'utiliser les deux types.

5. La moyenne et la gamme des balourds et des alésages des meules spéciales et ordinaires seront comparées. Les vibrations sur les poignées de meuleuses en fonctionnement à vide et en charge lors de l'utilisation des meules ordinaires et spéciales, et les avis des utilisateurs seront comparés. Les coûts de fabrication des meules/disques spéciaux (ajustés en fonction d'une production en série) et des meules ordinaires seront également comparés.

## AVANTAGES ESPÉRÉS DE L'EXÉCUTION DE LA RECHERCHE

Les résultats du projet devraient permettre de réduire sensiblement l'exposition des mains et des bras des utilisateurs de meuleuses à main aux vibrations, et de diminuer le risque de contracter une maladie de Raynaud, avec la perte d'heures de travail et les difficultés sociales qui en résultent. La réduction sensible des vibrations de meulage devrait également accroître l'efficacité des opérations de meulage. Ces deux objectifs suscitent un vif intérêt au Royaume-Uni, notamment au Health and Safety Executive.

# Étude détaillée des mesures de sécurité à mettre en œuvre dans la manipulation et le transport des bobines d'acier dans les laminoirs à chaud et à froid de l'usine de Llanwern

CECA: BRITISH STEEL – LONDRES, ROYAUME-UNI

Contrat n°: 7262-23/217/08

Durée: 1.1.1990-31.12.1990

## PRÉSENTATION DU PROBLÈME À ÉTUDIER

A L'USINE de Llanwern, la manutention des bobines s'effectue actuellement à

l'aide de ponts roulants, d'engins mobiles, de convoyeurs et de vérins hydrauliques. Ces opérations se retrouvent dans d'autres ateliers de British Steel plc et dans des laminoirs similaires dans toute la Communauté européenne. Les

accidents qui se sont produits dans les usines de la BSC au cours des dix dernières années, ainsi que les incidents qui, par chance, n'ont blessé personne, ont fait l'objet d'une étude rétrospective. Il ressort de cette recherche que des

travailleurs ont été heurtés et/ou coincés par des bobines durant leur transport entre deux phases de fabrication. Les accidents ont souvent fait des morts ou des blessés graves.

L'objectif global de la recherche consiste à quantifier, analyser et proposer des modifications aux méthodes actuelles de manutention, de transport et d'empilage des bobines, de façon à réduire à un minimum ou à éliminer le risque de glissement des bobines ainsi que les dangers qui en résultent.

### PLAN DE TRAVAIL

Toutes les approches possibles seront examinées, mais, pour parvenir aux solutions les plus pratiques et les plus utiles, nous pensons qu'il faudra effectuer des comparaisons avec d'autres modes et d'autres usines de production. A cet effet, des visites d'usines sont prévues au Royaume-Uni, sur le continent

et ailleurs, pour permettre de définir le système le plus prometteur. Il est peu probable qu'une seule usine possède la réponse à notre problème et il faudra sans doute combiner les meilleurs éléments d'un certain nombre d'équipements qui ont été mis au point isolément.

Les travaux porteront essentiellement sur les points suivants:

- a) études des consignes de sécurité et des méthodes de travail pratiques appliquées au cours des opérations de transfert et d'empilage des bobines;
- b) analyse de toutes les solutions de rechange disponibles pour le transfert des bobines de feuillets laminés à chaud et à froid;
- c) étude des problèmes liés à la modification des installations/équipements existants en vue d'accroître la sécurité opératoire;
- d) étude des possibilités et des méthodes d'utilisation des techniques qui ne sont pas encore utilisées dans la manutention, le transport et l'em-

pilage des bobines pour assumer cette fonction.

### AVANTAGES ESPÉRÉS DE L'EXÉCUTION DE LA RECHERCHE

Le projet visera à préciser les propositions de modification existantes des installations, à étudier et à mettre au point de tout nouveaux concepts en matière de manutention et de transport de bobines laminées à chaud et à froid. En conséquence, il faudra modifier les méthodes de travail sûres existantes et élaborer de nouvelles procédures.

Les principaux avantages espérés de la réalisation de ce projet résident dans l'accroissement de la sécurité et de l'efficacité de la manutention des bobines. Comme il s'agit d'une activité importante dans l'industrie sidérurgique européenne, une solution pratique aurait des répercussions positives dans un grand nombre d'entreprises.

## Étude du déroulement du travail dans les ateliers d'ajustage des laminoirs à froid, du point de vue de son incidence sur la sécurité des travailleurs, afin de réduire les risques d'accidents

CECA: HOESCH STAHL AG – DORTMUND, RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE D'ALLEMAGNE

Contrat n°: 7262-24/221/01

Durée: 1.1.1990-31.12.1991

### PRÉSENTATION DU PROBLÈME

PARMI les accidents survenant dans les laminoirs à froid des usines sidérurgiques, nombreux sont ceux qui se produisent dans les ateliers d'ajustage et près de lignes de préparation qui desservent ces ateliers.

Il arrive fréquemment que des travailleurs soient blessés aux mains et aux avant-bras (lésions dues à des coupures, membres contusionnés ou écrasés, etc.). On n'est pas encore parvenu à protéger efficacement les travailleurs occupés dans les ateliers précités contre les risques qui sont liés à la manipulation des tôles laminées à froid.

La mise au point et la réalisation de mesures techniques de sécurité plus efficaces s'imposent donc également pour les installations d'ateliers d'ajustage et des lignes de préparation. Il paraît également indiqué de chercher à perfec-

tionner les équipements de protection individuelle.

On se propose d'étudier l'ensemble des opérations depuis le train d'écrouissage jusqu'à l'atelier d'expédition des produits finis (tôles fines et fer noir). Les études seront réalisées dans le laminoir 1 et dans le laminoir 2 de la société Hoesch Stahl AG. Des méthodes d'analyse et de mesure éprouvées seront utilisées.

### PLAN DE TRAVAIL

- Analyse des accidents survenus dans les ateliers précités d'un laminoir à froid en vue de l'établissement d'un bilan de la situation existante.
- Recherches opérationnelles sur le déroulement du travail dans les installations à étudier, notamment du point de vue des risques d'accidents.

- Mise au point de solutions techniques permettant de résoudre des problèmes de sécurité dans des secteurs déterminés.
- Perfectionnement des équipements de protection individuelle.
- Mise au point et réalisation d'un concept global.
- Analyse de l'impact du concept global sur les risques d'accidents.

### AVANTAGES ESPÉRÉS DE L'EXÉCUTION DU PROJET DE RECHERCHE

Le projet de recherche doit permettre de réduire de façon notable les risques auxquels sont exposés les travailleurs dans les ateliers susmentionnés des laminoirs à froid.

# Gestion optimale des paramètres caractéristiques des dégagements de grisou, des échauffements et de la production

CECA: CERCHAR – PARIS, FRANCE

Contrat n°: 7262-31/222/03

Durée: 1.1.1990-31.12.1992

## PRÉSENTATION DU PROBLÈME A ÉTUDIER

LA PRODUCTION unitaire des chantiers a été souvent limitée dans le passé par des barrières techniques:

- moyens d'abattage de moyennes, voire de faibles, capacités;
- moyens de déblocage peu puissants ne permettant pas l'évacuation de forts tonnages;
- réseaux de convoyeurs de faibles largeurs (600 ou 800 mm) et lents.

A ces défauts propres à la technologie de l'époque, il convient d'ajouter le peu de fiabilité de chacun des engins conduisant en fin de compte à un taux de marche des installations assez médiocre.

Aujourd'hui, les moyens d'abattage sont puissants et fiables, l'augmentation de section des galeries a permis l'installation de convoyeurs à bande plus larges et plus rapides, les débits de pointe sont plus aisément évacués. La production moyenne des chantiers a plus que doublé.

Proportionnellement, le dégagement de grisou a considérablement augmenté pendant le temps de marche, et c'est bien là aujourd'hui que l'on rencontre les limites à la production.

Pour les faire reculer, on a simultanément recherché l'obtention de forts débits d'air en taille et l'augmentation de la capacité des réseaux de captation. Si l'un et l'autre sont des facteurs favorables à l'abaissement des teneurs en grisou dans les retours d'air, ils le sont aussi en tant que causes d'échauffements dans les arrières-tailles.

Pour maîtriser le phénomène, nous disposons maintenant d'un moyen efficace: l'inertisation à l'azote. Il est beaucoup utilisé en France, en particulier à Blanzay dans les HBCM et aux HBL.

La progression de la consommation d'azote est exponentielle, ce qui prouve la qualité de l'outil, mais cela ne saurait continuer sans poser un problème économique important.

Dans le seul bassin de Lorraine, de près de 3 millions de m<sup>3</sup> en 1985, on

passé à près de 6 millions en 1986, et la consommation a quadruplé en 1987, avec 26,5 millions de m<sup>3</sup>. Ce niveau très élevé se maintient au premier semestre de 1988.

Son utilisation initiale a été surtout curative, elle est devenue curative et préventive, mais elle est restée très empirique, et son usage appelle désormais des éléments de décision plus objectifs.

Cela ne peut se faire sans une étude sérieuse de l'interaction des paramètres concernés:

- teneur en grisou,
- niveau de production,
- débit d'aérage,
- débit de captage,
- débit d'azote.

L'objectif visé, grâce à cette recherche, est donc d'optimiser l'interaction de ces facteurs en gérant au moindre coût et avec l'efficacité maximale les moyens correspondants, dans le but de minimiser le risque d'échauffement tout en maintenant les teneurs en grisou en dessous des limites réglementaires.

## PLAN DE TRAVAIL

Pour conduire efficacement l'étude que nous proposons, il est nécessaire au préalable d'avoir une meilleure connaissance des phénomènes qui se produisent dans l'arrière-taille.

Il faut en effet pouvoir répondre aux questions:

- où s'accumule le grisou?
- où sont situées les sources d'oxyde de carbone?
- quels sont les circuits préférentiels?

On peut alors gérer de façon plus efficace:

- la captation,
- l'envoi de l'azote,
- les circuits à rechercher pour son parcours.

Les phases successives et logiques de l'étude seront donc:

- 1) établissement d'une cartographie des phénomènes dans l'arrière-taille;
- 2) recherche des moyens pour agir sur l'apparition des sources de CO, par l'envoi de l'azote;
- 3) recherche de la gestion optimale captation-envoi d'azote par l'analyse des données recueillies.

Pour chacune de ces trois phases, nous décrivons ci-après les moyens envisagés.

### *Cartographie des phénomènes*

Dans la situation actuelle, faute de moyens adéquats, on ne connaît des phénomènes que leur manifestation globale par analyse de l'atmosphère du retour d'air ou, au mieux, de l'atmosphère à une certaine distance en arrière de la voie de retour d'air, dans le foudroyage.

Pour «ausculter» l'ensemble de l'arrière-taille, il y aura lieu de prévoir un réseau de prélèvements dont la technique est à définir (tuyaux souples, pompes, etc.). Des essais et des mises au point seront nécessaires.

Les échantillons prélevés seront analysés (CH<sub>4</sub> - CO<sub>2</sub> - CO - O<sub>2</sub>); les moyens d'analyse et de stockage des résultats sont à rechercher.

### *Action sur les phénomènes*

L'envoi d'azote se fait actuellement par tuyauterie unique ou par plusieurs tuyauteries alternativement ou à des distances variables.

Les moyens sont à perfectionner dans la perspective du choix du point d'envoi à 10 m, à 20 m, à *n* mètres en arrière du front, dans l'une ou l'autre voie.

L'usage de gaz traceurs pour la recherche des circuits est à envisager, chaque expérience aura pour but de déterminer les circuits, afin de «viser» les cibles déterminées à l'avance.

De longues campagnes seront nécessaires, il faudra analyser les résultats des mesures.

F  
R

## Gestion optimale des paramètres

La cartographie étant étudiée et supposée maîtrisée, les circuits étant repérés, la phase suivante aura pour objet de piloter le système:

- captation,
- repérage des sources de CO,
- choix des circuits d'azote, des points d'envoi et des débits.

L'étude se poursuivra par le suivi de l'évolution des teneurs en fonction de la variation des différents paramètres. Nous ferons appel de façon intensive aux moyens informatiques actuels ou à d'autres à acquérir pour la réaliser.

Notre politique générale, quand cela est possible, est d'appliquer une méthode entièrement rabattante, précisément pour limiter les circulations d'air parasite; en revanche, nous n'avons plus de moyens d'accès direct à proximité de l'arrière-queue par les voies.

La recherche que nous nous projetons de faire sera conduite dans un quartier de taille rabattante, dont les conditions sont sensiblement représentatives de celles de nos autres tailles.

## AVANTAGES ESPÉRÉS DE L'EXÉCUTION DE LA RECHERCHE

### Avantages techniques

Sur le plan de la sécurité, il y a intérêt à réduire le risque d'échauffement dans les arrière-tailles: le traitement précoce du phénomène est un grand avantage. Son apparition doit donc être décelée au plus tôt, la mise en œuvre des moyens a donc pour but de préserver la marche du chantier — ce qui est aussi le meilleur moyen de diminuer le risque dans un chantier rabattant.

Il est quelquefois nécessaire de freiner ou d'arrêter la captation, soit parce que la teneur en grisou devient trop faible, soit parce que des entrées d'air parasites font apparaître des symptômes de début de combustion (augmentation des teneurs en CO). On arrive ainsi à faire varier de façon importante le régime d'extraction du grisou, au détriment des teneurs en CH<sub>4</sub> dans l'aérage, et il n'est pas certain que, de cette façon, nous obtenions la meilleure efficacité de notre réseau. Les études devraient nous permettre d'y parvenir.

### Avantages économiques

Une telle étude présente les avantages économiques suivants:

- diminution du risque d'échauffement, donc du risque d'arrêter un chantier;
- meilleure maîtrise des dépenses liées à la consommation d'azote.

## Protection des culs-de-sac contre les explosions par arrêts-barrages déclenchés

CECA: CERCHAR — PARIS, FRANCE

Contrat n°: 7262-32/226/03  
Durée: 1.1.1990-31.12.1992

### PRÉSENTATION DU PROBLÈME

CE PROJET est un complément du projet de recherche notifié n° 8046/1/87 FR.

Pour compléter nos connaissances dans un domaine qui a été examiné en 1988 par le groupe de travail de l'organe permanent « limitation des risques d'explosion dans les travaux en cul-de-sac », nous proposons de faire des essais avec un arrêt-barrage, dans le cas d'une explosion à démarrage lent, en faisant varier la distance de celui-ci au front (protection en arrière de la machine de creusement) pour définir les conditions d'utilisation.

Les voies en cul-de-sac au charbon peuvent être soit des montages tracés à l'explosif, soit des voies de préparation de taille tracées au moyen de machines à attaques ponctuelles. Ces voies présentent un risque important d'explosion, car on peut avoir simultanément, malgré toutes les mesures préventives, du grisou et une cause d'inflammation. Les arrêts-barrages passifs, qui sont les moyens de lutte traditionnels, ne sont efficaces qu'une fois que l'explosion a acquis une certaine violence et ne peuvent pas toujours être disposés aussi près du front qu'il le faudrait par suite de l'encombrement des galeries ou de leur pente.

Avec un modèle d'arrêt-barrage déclenché, les essais ont concerné jusqu'à présent des explosions ayant un démarrage assez rapide (inflammation d'un bouchon homogène de grisou ou inflammation d'un nuage de poussières pré-soulevées de charbon). Or, la présence de méthane sous forme de nappes en couronne n'est pas improbable; aussi conviendrait-il d'étudier l'efficacité des arrêts-barrages déclenchés au cours d'explosions ayant un démarrage relativement lent dû à l'inflammation d'une nappe de méthane.

### PLAN DE TRAVAIL

Les essais envisagés seront faits dans la galerie du Cerchar, à Montlville (galerie de section 10 m<sup>2</sup> et 145 m de long), encombrée d'un pseudo-convoyeur à bande, en présence de charbon gras. Les sources d'inflammation seront des nappes de méthane.

Les quantités de méthane utilisées pourront avoir des volumes de 4 à 12 m<sup>3</sup>, et les nappes auront des longueurs de l'ordre de 10 à 40 m. L'inflammation sera réalisée au fond de la galerie.

De la poussière de charbon sera déposée sur la sole et sur des planchettes régulièrement réparties le long de la galerie.

Nous disposerons le premier élément de l'arrêt-barrage à des distances variables du fond de la galerie, mais à des distances qui auront déjà été essayées dans l'étude actuellement en cours, de façon à mieux étudier les caractéristiques d'un arrêt-barrage déclenché permettant d'arrêter des explosions ayant des démarrages très différents. L'arrêt-barrage déclenché pouvant être soit un ensemble commercialisé, soit un ensemble réalisé à partir d'éléments de différents arrêts-barrages déclenchés que l'on peut trouver dans les pays de la Communauté européenne.

## AVANTAGES ESPÉRÉS DE L'EXÉCUTION DE LA RECHERCHE

Le but de ces essais est de parvenir à bien cerner l'efficacité des arrêts-barrages déclenchés dans des conditions d'explosions de violences variées, afin de définir des stratégies d'emploi de ces arrêts-barrages dans les chantiers en cul-de-sac.

# Étude des explosions hybrides dans une gamme de concentrations de grisou comprises entre 0,5 et 4,5 % en volume

CECA: VERSUCHSGRUBENGESELLSCHAFT – DORTMUND, RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE D'ALLEMAGNE

Contrat n°: 7262-32/227/01

Durée: 1.1.1990-31.12.1992

## PRÉSENTATION DU PROBLÈME

LE GRISOU et la poussière de charbon en quantités et concentrations variables constituent chacun un combustible explosible dans les mines souterraines de charbon. En cas d'explosion, les deux éléments combustibles (hybrides) sont presque toujours associés au phénomène de combustion. Dans la pratique, les coups de grisou ou les coups de poussières purs ne représentent qu'une faible proportion des explosions.

En présence d'hybrides, il existe, le fait est reconnu, une influence réciproque qui dépend des concentrations respectives de chaque élément. En l'occurrence, une série de recherches en laboratoire a déjà été réalisée.

Les essais en grandeur réelle — tels que la mine d'essais de Tremonia permet d'en réaliser — ont, par le passé, dû se limiter à un petit nombre d'expériences. En effet, les dépenses encourues en la matière n'étaient pas des moindres.

Dans le cadre du projet faisant l'objet de la présente demande, on doit donc étudier de manière systématique la façon dont les concentrations de grisou inférieures à la limite d'explosibilité proprement dite agissent sur le déroulement d'un coup de poussières. Ces recherches porteront également sur les coups de grisou en présence de concentrations de poussières, elles aussi inférieures au seuil d'explosibilité proprement dit. Dans le cadre de ces essais, il conviendrait également de définir le phénomène au stade d'amorçage d'une explosion. En l'occurrence, il est possible de puiser dans les connaissances déjà acquises au centre d'essais de Tremonia. Les travaux de recherche doivent cependant porter essentiellement sur le déroulement d'explosions en chaîne. La

réalisation des expériences dans des galeries de sections différentes doit fournir des renseignements importants concernant le déroulement des explosions hybrides.

Une fois réunis les résultats de ce projet de recherche, on devrait pouvoir se livrer à une réflexion sur les teneurs en grisou actuellement permises par les autorités.

## PLAN DE TRAVAIL

La mine expérimentale de Tremonia dispose de galeries de sections comprises entre 8 et 20 m<sup>2</sup>. La seule comparaison des résultats obtenus avec ces sections de galerie devrait fournir des renseignements importants pour les sièges d'extraction.

Ces galeries sont en partie dotées d'équipements encastrés, qui constituent un facteur particulièrement important dans la conduite des essais. D'une part, ils favorisent assurément le phénomène de turbulence et, d'autre part, ils constituent des surfaces supplémentaires pour les dépôts de poussière qui, en cas d'explosion, sont sensiblement plus faciles à activer que les accumulations de poussières sur la sole ou sur le soutènement de la galerie.

La préparation d'hybrides, en particulier à faible teneur en grisou, est relativement difficile et également critique. Difficile, dans la mesure où le gradient des concentrations en CH<sub>4</sub> par tranche de 0,5 % en volume dans les diverses phases des essais doit être réalisé avec exactitude et implique la mise en œuvre de techniques de mesure coûteuses; critique, dans la mesure où — comme on le sait — les moindres variations des concentrations en combustibles peuvent éventuellement entraîner une amplification de l'explosion.

Pour la réalisation pratique des essais, on dispose, par ailleurs, de techniques ayant fait leurs preuves au cours d'expériences antérieures. L'évaluation des essais sera réalisée avec l'installation de saisie des données appartenant à la mine d'essais.

## AVANTAGES ESPÉRÉS DE L'EXÉCUTION DE LA RECHERCHE

Il est difficile d'éviter que les travaux dans les mines de charbon souterraines ne donnent lieu à des dégagements de poussières et de grisou en taille et dans les voies. On ne peut pas non plus partir de l'hypothèse selon laquelle les mesures de protection préventives — pour autant qu'elles puissent s'appliquer — sont toujours efficaces à 100 %. La connaissance des rapports entre les différents éléments d'hybrides intervenant dans une explosion repose sur des essais en laboratoire. Toutefois, on ne connaît pratiquement pas leurs effets dans des espaces comme ceux que l'on trouve au fond. Le présent projet de recherche s'attachera plus particulièrement à recueillir des connaissances à ce propos et à en tirer des conclusions pour la pratique. Le dosage précis des concentrations en grisou et en poussières de charbon inférieures aux limites d'explosibilité proprement dite et les conséquences à en tirer représentent un renforcement sensible de la protection contre les explosions dans les mines souterraines, le problème des hybrides étant le même dans tous les pays producteurs de charbon. Les connaissances qui seront acquises par la mine d'essais de Tremonia dans le cadre du présent projet de recherche revêtent une importance internationale.

F  
R

# Programme de diagnostic du grisou sur les houillères

CECA: BRITISH COAL CORPORATION – LONDRES, ROYAUME-UNI

Contrat n°: 7262-32/230/08

Durée: 1.1.1990-...

## PRÉSENTATION DU PROBLÈME

UNE MINE de charbon est par essence un endroit dangereux et, même si le bilan d'un siège en matière de sécurité est bon, le tribut à payer pour un excès de confiance peut être très lourd. Une analyse et un traitement tardifs des phénomènes grisouteux naissants dans une mine peuvent avoir pour conséquence le développement incontrôlé de situations potentiellement dangereuses. Le personnel des houillères, lorsqu'il est confronté à un problème, reçoit fréquemment des avis contradictoires et des renseignements incomplets et est pressé de réagir immédiatement. De tels facteurs ne favorisent pas des décisions efficaces. L'objectif du présent projet est de démontrer qu'un programme de diagnostic du grisou à l'échelle des sièges est en mesure de fournir aux responsables de la sécurité et de l'aéragage des conseils avisés, et de les aider ainsi à réagir de manière rapide, positive et précise, dès lors que des problèmes se posent.

En particulier, le programme visera à renforcer les ressources dont disposent l'ingénieur de la sécurité, le contrôleur d'aéragage du siège et le responsable des opérations de dégazage pour résoudre les problèmes. Les connaissances s'articuleront probablement autour de quatre problèmes fondamentaux, à savoir:

- a) l'augmentation progressive de la teneur en grisou dans les voies d'aéragage;
- b) l'augmentation rapide de la teneur en grisou dans les voies d'aéragage;
- c) l'abaissement du degré de pureté du gaz capté;
- d) la réduction du débit de grisou dans la canalisation de dégazage.

La consultation du système expert visera à mettre en lumière des symptômes, à dégager les causes possibles et à prescrire des remèdes efficaces.

## PLAN DE TRAVAIL

### *Systèmes experts*

En octobre 1984, on a étudié la possibilité d'appliquer la technologie du système expert au problème que pose l'évaluation du risque des dégagements inhabituels de grisou. Un système embryonnaire comportant environ 120 règles a été réalisé et présenté à des contrôleurs d'aéragage en exercice. Ils ont non seulement réservé un accueil favorable au système pilote, mais aussi proposé l'addition d'un élément qui constituerait une aide pour la résolution des problèmes. Les ingénieurs d'aéragage passent une bonne partie de leur temps à répondre et à essayer d'apporter une solution à de nombreux problèmes d'aéragage plus ou moins graves dans une mine en activité. On n'a pas toujours à portée de la main les connaissances et ressources techniques nécessaires, et la définition des causes et des solutions possibles de ces problèmes peut prendre beaucoup de temps. Il est évident qu'un programme informatique cognitif simple à utiliser, qui fournirait un diagnostic et des conseils cohérents, laisserait à l'ingénieur d'aéragage tout loisir pour se consacrer à son rôle d'organisation et donnerait au contrôleur d'aéragage du siège le moyen d'être plus efficace. C'est ainsi qu'est née l'idée d'un programme de diagnostic du grisou.

Au cours des années suivantes, le manque de ressources a empêché de mettre au point et en œuvre plusieurs systèmes experts à la fois, et les efforts se sont donc concentrés sur le programme concernant le risque lié aux dégagements inhabituels de grisou (UFEL). Ce programme fonctionne maintenant avec succès depuis deux ans environ sur le terrain et sa première version révisée doit être disponible sous peu. Au cours de la période de mise au point de UFEL, on a beaucoup appris concernant l'acquisition des connaissances, leur articulation et la conception de systèmes pratiques. Divers générateurs de systèmes experts disponibles dans le commerce ont été étudiés, et ce n'est que dans le courant du projet UFEL qu'on a pu disposer d'un produit du commerce de nature à faciliter la réali-

sation d'un système convivial. Les systèmes experts ne sont plus considérés comme une technologie d'un autre monde censée à tort remplacer du personnel, mais ils sont à présent acceptés comme toute autre forme d'aide informatique. Ils ont été introduits progressivement et en douceur dans l'industrie minière du Royaume-Uni et dans d'autres pays (voir bibliographie), et ont démontré qu'ils offraient de réels avantages.

### *Programme de travail*

On analysera en détail la cause et les effets d'une large gamme de phénomènes grisouteux et d'incidents pour lesquels existent des références. Divers palliatifs et solutions seront évalués et les connaissances ainsi acquises seront incorporées dans un programme informatique convivial. Pour réduire à un minimum la durée et le coût de la mise au point du logiciel, il est proposé de mettre au point et de livrer le programme en utilisant le support d'un système expert disponible sur le marché. Les travaux seront réalisés par un groupe de recherche qui a acquis une expérience à la fois dans la mise au point de programmes informatiques cognitifs et dans l'étude des phénomènes grisouteux dans les houillères.

### **AVANTAGES ESPÉRÉS DE L'EXÉCUTION DE LA RECHERCHE**

Le projet permettra au personnel des houillères d'obtenir directement des conseils, comme s'il avait affaire à un expert grâce à un programme informatique facile à utiliser. On pense qu'un renforcement de l'aptitude à résoudre les problèmes de grisou avec rapidité et précision au niveau du siège se traduira par une identification rapide et un traitement immédiat et efficace des dangers. On réduira ainsi les risques encourus par le personnel du fond. Il y aura également moins de chances pour que des problèmes bénins ne dégèrent en incident grave.

---

# Système de transmission d'informations

CECA: CERCHAR — PARIS, FRANCE

Contrat n°: 7262-34/234/03

Durée: 1.1.1990-31.12.1991

## PRÉSENTATION DU PROBLÈME A ÉTUDIER

LA MISE en alerte rapide de l'ensemble du personnel d'une mine souterraine en cas de danger est un impératif primordial.

La situation nécessitant cette mise en alerte étant une situation exceptionnelle, il faut, pour s'assurer d'un maximum d'efficacité, que celle-ci se fasse avec le moins d'interventions humaines possibles, et par l'intermédiaire de dispositifs dont on est sûr du fonctionnement.

Pour alerter rapidement, avec un minimum d'interventions par l'intermédiaire de dispositifs dont on est sûr du fonctionnement, il est nécessaire de résoudre les problèmes suivants:

- trouver un dispositif permettant de transmettre les informations au personnel;
- trouver un dispositif permettant l'acquis de bonne réception;
- gérer l'ensemble par un système informatique;

- déterminer les réseaux les plus aptes à véhiculer les signaux de mise en alerte et d'acquis. Ces réseaux seront de préférence des réseaux existants et utilisés par ailleurs, afin que l'on soit sûr de leur bon état au moment opportun.

- Adaptation éventuelle de ces dispositifs.
- Adaptation d'un outil informatique de gestion de ces dispositifs.

### *Essais au fond*

- Certification des dispositifs.
- Équipement d'un quartier expérimental avec ces dispositifs.
- Essais réels de mise en alerte.

## PLAN DE TRAVAIL

### *Investigations*

- Rechercher dans l'industrie (surface et mine) tous les dispositifs pouvant convenir à la mise en alerte.
- Développer éventuellement un dispositif.
- Idem pour le dispositif d'acquis de bonne réception.

### *Essais au jour*

- Essais réels au jour des dispositifs retenus.

## AVANTAGES ESPÉRÉS DE L'EXÉCUTION DE LA RECHERCHE

Il s'agit d'alerter, d'une façon sûre et très rapide, le personnel, et de s'assurer que celui-ci a été touché. La vitesse de mise en alerte est déterminante pour minimiser les conséquences d'un incident ou d'un accident.

FR





GEMEINSCHAFTSNACHRICHTEN  
COMMUNITY NEWS  
NOUVELLES DE LA COMMUNAUTE

**MEDIUM-TERM GUIDELINES  
FOR THE ECSC PROGRAMMES  
OF TECHNICAL STEEL,  
RESEARCH AND OF STEEL/PILOT  
DEMONSTRATION PROJECTS  
(1991 TO 1995)**

*Official Journal of the European Communities  
C 252 of 6 October 1990*

## I. Introducción

Las actividades de investigación técnica de la CECA consisten en dos programas comunitarios de apoyo a la cooperación en la investigación industrial y el desarrollo tecnológico, conforme al artículo 55 del Tratado que estipula que: «la Comisión deberá fomentar la investigación técnica y económica relacionada con la producción y el desarrollo del consumo de carbón y de acero, así como la seguridad en el trabajo de estas industrias».

Los programas específicos se refieren, respectivamente, a la investigación y a los proyectos piloto y de demostración sobre el acero. Su objetivo es fomentar la cooperación entre la industria siderúrgica y sus laboratorios de investigación, por una parte, y los centros complementarios especializados de la industria, las universidades y los centros de investigación, por otra.

Las orientaciones para los programas se establecen periódicamente, a fin de poder reflejar los cambios experimentados en las prioridades científicas y técnicas de la industria. En la actualidad, se ha decidido establecer unas orientaciones comunes para estas actividades que abarquen hasta 1995. Por consiguiente, las presentes orientaciones amplían las establecidas para el período 1986-1990 <sup>(1)</sup> y sustituyen a las del programa relativo a los proyectos piloto y de demostración para 1988-1992 <sup>(2)</sup>.

Los objetivos y las orientaciones técnicas definidas en este documento son coherentes con la política siderúrgica de la Comisión y en particular con la contribución que la investigación de la CECA debe aportar para mantener la competitividad de la industria siderúrgica destacada en los «Objetivos Generales para 1995 en el sector del Acero» <sup>(3)</sup> recientemente establecidos.

Se mantendrá una estrecha coordinación con los demás programas de investigación de la CECA en lo concerniente a cuestiones de medio ambiente y aprovechamiento energético.

## II. Objetivos

Para mantener y desarrollar un sector siderúrgico europeo que sea competitivo en el plano industrial y comercial, es necesario seguir realizando actividades de I + D que persigan los objetivos generales siguientes:

<sup>(1)</sup> DO n° C 294 de 16. 11. 1985.

<sup>(2)</sup> DO n° C 317 de 28. 11. 1987.

<sup>(3)</sup> COM(90) 201 final, Bruselas, 7. 5. 1990.

- a) mejorar la calidad y reducir los costes de producción;
- b) mantener los mercados tradicionales del acero y crear nuevos mercados;
- c) adaptar las condiciones de producción a las necesidades de protección del medio ambiente, cada vez más estrictas.

### 1. Actividades relativas a los procesos de producción

El problema de los costes de producción queda ilustrado por los diferentes niveles de productividad. En Europa, por ejemplo, para trabajar en la vía del metal líquido se necesitan de 3 a 5 horas-hombre por tonelada de productos laminados normalizados, mientras que en otros países la proporción desciende a aproximadamente 2 horas-hombre por tonelada.

El objetivo de las actividades de I + D es optimizar los actuales métodos de producción y desarrollar nuevas técnicas para producir con mayor rapidez y calidad, y a menor coste:

- a) reduciendo el tiempo empleado en la transformación de los productos, mejorando la fiabilidad técnica de las instalaciones de transformación, mejorando la calidad de los resultados en las distintas etapas de la transformación y la flexibilidad de la cadena de transformación;
- b) adquiriendo un conocimiento más preciso de los fenómenos físicos y químicos que se producen en los sistemas de fase múltiple, así como de los procesos que dan lugar a la aparición de propiedades nuevas y mejores;
- c) continuando los esfuerzos para economizar el consumo de materias primas, mano de obra y energía que se emplea en la producción siderúrgica, y seleccionando las materias primas y las formas de energía más apropiadas.

### 2. Actividades relativas a los productos siderúrgicos

Si bien hasta el momento apenas se ha apreciado el efecto de sustituir el acero por materiales alternativos, en el futuro esta situación podría cambiar considerablemente gracias a los progresos conseguidos en la tecnología de materiales. La sustitución de materiales también incluye reemplazar una clase de acero por otra; aceros de aleación/de microaleación, aceros no revestidos/productos revestidos, productos laminados en frío/en caliente, etc.

Las actividades de I + D tienen como fin optimizar las propiedades de los productos existentes y comercializar otros actualmente en fase de desarrollo; esto se conseguirá:

- a) reduciendo el tiempo empleado en la fabricación de productos encargados por los clientes, informando mejor a los consumidores y promoviendo los nuevos productos de modo adecuado;
- b) proporcionando a los consumidores productos de calidad y fiabilidad constantes y de uso inmediato; y desarrollando una garantía de calidad y una colaboración con los usuarios en lo que se refiere a utilización del acero;
- c) desarrollando nuevos usos del acero y utilizando nuevas clases de acero.

### 3. Actividades relativas a la protección del medio ambiente

Para mantener su posición dentro de un contexto industrial cada día más exigente, la industria siderúrgica deberá esforzarse por crear unas condiciones de trabajo que reduzcan los más posible la contaminación (agua, aire, ruido . . .), especialmente:

- a) mejorando las técnicas de control del medio ambiente de los procesos actuales;
- b) desarrollando nuevas tecnologías limpias de producción y transformación del acero;
- c) fomentando el aprovechamiento de los productos secundarios para reducir los residuos siderúrgicos.

La innovación tecnológica deberá llevarse a cabo en las mejores condiciones económicas posibles, desde el punto de vista de las inversiones y los costes de funcionamiento.

### III. Áreas técnicas

Tradicionalmente se ha dividido la industria siderúrgica en dos sectores principales: (1) procesos de producción (fabricación de hierro y acero, fundición, laminación y acabado) y (2) productos y utilización de éstos.

En realidad, ambos sectores están estrechamente relacionados: los avances experimentados en el proceso de producción repercuten directamente sobre los costes de producción y la calidad del producto y, al mismo tiempo, el desarrollo de los productos favorece la mejora de los procesos de fabricación y la búsqueda de nuevos procesos.

Sobre la base de los conocimientos disponibles en la actualidad, se indican a continuación las áreas técnicas a las que debe darse prioridad en Europa:

#### 1. Procesos

A continuación se mencionan, junto con algunos ejemplos ilustrativos, los principales campos de I + D que en la actualidad se consideran prioritarios y con capacidad de adaptarse a las situaciones nuevas.

##### A. Reducción de los costes de la energía consumida y de sus repercusiones ambientales

El consumo de energía presenta dos vertientes: en primer lugar es el principal factor generador de costes en la producción de acero bruto; en segundo lugar, tiene una gran repercusión en el medio ambiente.

Por estos dos motivos se explica la prioridad dada a:

- el ahorro de energía
- la sustitución de unas formas de energía por otras, prioridad que se puede ilustrar con los siguientes ejemplos:
  - en los altos hornos, sustitución parcial del coque por otra clase de carbón, de calidad y costes adecuados, o por otras formas de energía,
  - en los hornos eléctricos, ahorro de energía eléctrica utilizando carbón y oxígeno; ahorro del consumo de electrodos,
  - mejora de la calidad física y la composición química de la chatarra, así como aumento de su consistencia,
  - reducción de las pérdidas térmicas y recuperación del calor sensible en las diversas etapas de la producción.

##### B. Desarrollo de tratamientos de refinado secundario de metal líquido

El tratamiento del metal líquido fuera de los hornos principales (tratamiento del metal caliente fuera del alto horno y tratamiento del acero fuera del convertidor o del horno eléctrico) puede solucionar diversos problemas: el rendimiento de las instalaciones siderúrgicas a lo largo de toda la cadena de producción, la diversificación de los programas de producción, las exigencias crecientes de los clientes con respecto a la calidad y a los plazos de entrega, etc.

Entre algunos ejemplos típicos de avances en este campo podemos citar:

- los nuevos métodos de tratamiento de metal caliente en el alto horno, en una estación de tratamiento intermedia o en la propia central siderúrgica;
- el desarrollo de procesos para regular la temperatura, composición y pureza del acero antes de la solidificación.

#### C. Mejora de las técnicas de medición y análisis

El dominio de los procesos de fabricación y tratamiento del acero se consigue a base de numerosas mediciones y análisis precisos que han de realizarse con rapidez y, cada vez más, de modo continuo. Han de desarrollarse nuevas técnicas a partir de los avances científicos y técnicos.

A modo de ejemplo se pueden citar:

- mediciones y análisis continuos en el alto horno,
- mediciones y análisis continuos del metal líquido durante la producción de acero y la colada continua,
- análisis de la configuración del producto, su consistencia interna y el estado de la superficie durante las distintas fases de la transformación del metal (colada, laminado en frío y en caliente, tratamiento de superficies y acabados).

#### D. Elaboración de modelos de los procesos de producción

Los modelos constituyen un medio sumamente útil de controlar el funcionamiento de las instalaciones siderúrgicas y su capacidad de adaptación a las diversas condiciones de trabajo, tales como, por ejemplo, las que se necesitan para las entregas «justo a tiempo».

Se llevarán a cabo estudios de descripciones cuantitativas de los procesos de producción de hierro y acero, de colada continua y laminado y tratamiento del acero. Se desarrollarán modelos matemáticos en estrecha relación con los estudios experimentales y se comprobará su validez en las instalaciones industriales.

#### E. Desarrollo de sistemas de control, automatización y robotización

Los objetivos de las actividades de I + D antes mencionados muestran la necesidad de medir y controlar los distintos parámetros de modo continuo, por lo que se requiere desarrollar nuevas técnicas de control «en línea» y de automatización de procesos; además hay que robotizar las operaciones peligrosas o los trabajos que exigen mucha mano de obra.

Las actividades de I + D se ocuparán también del desarrollo de sistemas expertos en estrecha conexión con las condiciones reales de producción.

#### F. Mejora de la fiabilidad de las instalaciones

Una industria moderna como la siderúrgica necesita producir con más rapidez y mejor calidad para poder satisfacer las exigencias cada vez más mayores de sus clientes; ello supone que ha de seguir mejorando la fiabilidad técnica de sus instalaciones. Al mismo tiempo, debe desarrollar técnicas de gestión y seguimiento de los datos a lo largo de la cadena de producción, desde la llegada de la materia prima hasta la salida de fábrica de los productos.

Ello implica, entre otras cosas:

- elaborar modernos métodos de mantenimiento;
- crear instalaciones capaces de emplear estos nuevos métodos;
- estudiar la manera de reducir los períodos de transición que se producen en el funcionamiento continuo de las instalaciones de producción.

#### G. Nuevos procesos de fabricación y conformado del acero

Estos nuevos procesos, que se estudiarán en la fase de investigación en laboratorio o en proyectos piloto y de demostración, tienen como objetivo principal reducir los costes de producción y las inversiones de capital, y mejorar la calidad de los productos, las condiciones de trabajo y la protección del medio ambiente.

A continuación se citan algunos ejemplos de actividades en este amplio sector:

- reducción de fusión a escala de demostración industrial;
- técnicas para pasar directamente del acero líquido a los productos de chapa fina o ultrafina o cercanos a su forma neta;
- nuevos procesos para cadenas de laminación: tratamiento continuo y acabado del acero.

#### H. Mejora del medio ambiente y aprovechamiento de los productos secundarios

La industria siderúrgica se muestra extremadamente interesada por la calidad del medio ambiente, tal como demuestra el hecho de que este aspecto esté incluido en muchas de las actividades de I + D antes mencionadas, tanto las relacionadas con la mejora de los procesos existentes como las que tratan del desarrollo de otros nuevos.

Los costes de inversión, funcionamiento y mantenimiento son muy elevados, y podrían aumentar sustancialmente como consecuencia de los requisitos que se establezcan. Ello hace muy necesaria la cooperación en I + D a nivel europeo para poder desarrollar nuevas tecnologías de producción limpias y para la recuperación, tratamiento y reciclado de productos secundarios y residuos siderúrgicos.

## 2. Productos

Las actividades de I + D con respecto a los productos abarcan los siguientes sectores en los que se utiliza el acero:

- Transportes: Fabricación de automóviles, construcción aeronáutica, naval y ferroviaria.
- Energía: Técnicas de explotación de centrales eléctricas, técnicas de extracción minera, transporte de energía, beneficiación del carbón, y aprovechamiento y transformación de la energía.
- Ingeniería civil y estructuras de acero: Ingeniería civil y de estructuras, construcción de puentes, técnicas de ensamblaje y de explotación de yacimientos marinos («off-shore»).
- Ingeniería de instalaciones: Construcción de equipos y cubas y construcción de tuberías.
- Ingeniería mecánica: Técnicas de tracción, construcción de grúas, herramientas, técnicas de producción.
- Sector doméstico y de empaquetado: Electrodomésticos, equipamiento doméstico, técnicas de empaquetado, alimentación y sanitarias.
- Medio ambiente: Equipos para el tratamiento de residuos, aguas y lodos, y para la lucha contra el ruido y el reciclado de residuos.

Los programas sobre los productos, según cada caso particular, requieren que se lleven a cabo actividades en fase de investigación (fundamental o aplicada), o en fase de proyecto piloto o de demostración.

Por lo general, desarrollar nuevas clases de acero y de productos siderúrgicos requerirá aprovechar los conocimientos actualmente existentes así como elaborar modelos y pruebas a gran escala que tengan en cuenta las condiciones reales en que se encuentran los usuarios.

De hecho, la elección de las clases de acero y de los procesos de utilización y la modificación de sus propiedades se llevan a cabo dentro de una investigación caracterizada por una serie de complejos compromisos que se basan en un amplio conocimiento de la metalurgia y en la comprensión de los nuevos procesos de fabricación (tratamientos termomecánicos, recocido continuo, revestimiento ...)

La investigación se centrará en:

- desarrollar el empleo de productos siderúrgicos con los métodos existentes y con nuevas técnicas en los ámbitos siguientes:
  - conformado (aceros de gran resistencia, chapas revestidas, etc.),
  - soldabilidad,
  - ensamblaje (adhesivos, latonado),
  - mecanibilidad,
  - aptitud para el tratamiento térmico (masivo y superficial),
  - aptitud para el tratamiento de superficies (interfaz),
  - aptitud para el revestimiento (aleación, pintura ...).

En este campo, la cooperación en I + D a nivel europeo desempeña un papel primordial en las actividades de normalización, como, por ejemplo, las relativas al empleo del acero en la construcción (Eurocodes 3, 4 y 8), teniendo presente la proximidad del mercado único.

- desarrollo de las propiedades de uso del acero, especialmente:
  - adaptación de los aceros con propiedades mejoradas a aplicaciones específicas;
  - propiedades mecánicas a altas y bajas temperaturas;
  - resistencia a la fractura (ductilidad y fragilidad);
  - resistencia a la fatiga;
  - resistencia a la corrosión;
  - comportamiento frente a tensiones continuadas (fatiga por corrosión, por ejemplo);
  - propiedades eléctricas y magnéticas;
  - resistencia de desgastes,
- junto al desarrollo de productos clásicos, también deben considerarse otras clases de materiales nuevos, entre ellas:
  - materiales compuestos a base de acero, tales como chapas compuestas y otras combinaciones;

- combinación de acero con otros materiales, como hormigón, en los que los productos tienen una mayor resistencia al fuego;
- aceros con estructuras especiales, como los aceros microcristalizados, obtenidos por enfriamiento rápido.

#### IV. Participación

Todas aquellas empresas y centros de investigación que deseen emprender una investigación con arreglo a lo dispuesto en el artículo 55 del Tratado CECA, podrán dirigirse a la Comisión de las Comunidades Europeas para solicitar ayuda financiera.

Las solicitudes de ayuda financiera para el programa de investigación deberán presentarse a la Comisión antes del 1 de septiembre y, por lo que respecta al programa de proyectos piloto y de demostración, antes del 1 de octubre de cada año anterior a la realización de los mismos (<sup>1</sup>).

Los impresos de solicitud y la información sobre el procedimiento aplicable a la presentación y al examen de las solicitudes así como las obligaciones del beneficiario en cuanto a protección y difusión de los resultados de la investigación podrán obtenerse en la siguiente dirección:

Comisión de las Comunidades Europeas,  
Dirección General de Ciencia, Investigación y Desarrollo,  
Dirección de Investigación Tecnológica,  
Actividades de Investigación Técnica sobre el acero en el marco de la CECA,  
Rue de la Loi 200,  
B-1049 Bruselas,  
Télex: 21877 COMEU B.

En las condiciones especificadas en la presente Comunicación, la Comisión podrá conceder una ayuda financiera a la investigación y a los proyectos piloto y de demostración relacionados con el ámbito tecnológico y científico mencionado en estas directrices y que ofrezcan interés para un número importante de empresas de la Comunidad. Los proyectos podrán centrarse en la producción y la elaboración de hierro y acero o en las propiedades, fabricación y utilización del acero.

En el programa sobre proyectos piloto y de demostración, la fase piloto corresponde a la construcción, el funcionamiento y el desarrollo de una instalación, o de una parte significativa de una instalación, de dimensiones adecuadas que utilice componentes suficientemente grandes para comprobar la factibilidad de los resultados

(<sup>1</sup>) Excepcionalmente, en 1990, los plazos de solicitud serán de 15 y 30 días, respectivamente, a partir de la fecha de publicación de este documento.

teóricos o de laboratorio y/o aumentar la fiabilidad de los datos técnicos y económicos necesarios para pasar a la fase de demostración y, en algunos casos, a la fase industrial y/o comercial.

La fase de demostración corresponde a la construcción y/o al funcionamiento de una instalación a escala industrial, o de una parte significativa de una instalación a escala industrial, que permita reunir todos los datos técnicos y económicos necesarios para poder empezar la explotación industrial y/o comercial de la tecnología con el menor riesgo posible.

#### V. Ejecución de los programas

Todas las propuestas presentadas se examinarán sobre la base de la siguiente información facilitada por los solicitantes:

- una descripción detallada del proyecto que incluirá, cuando proceda, una subdivisión en fases técnicas (<sup>2</sup>), su organización y calendario,
- la descripción del estado actual de la investigación y/o del desarrollo tecnológico del campo considerado,
- las perspectivas de aplicación de los resultados y las posibles ventajas técnicas y/o económicas para la Comunidad,
- la situación financiera y la cualificación técnica del (los) solicitante(s) implicado(s) en el proyecto,
- la naturaleza e importancia de los riesgos técnicos y económicos inherentes al proyecto,
- las perspectivas de viabilidad económica y/o comercial y los medios de evaluación que han de utilizarse,
- el coste total del proyecto y, cuando proceda, su desglose en fases técnicas, su financiación, incluida la ayuda solicitada o concedida por la Comunidad, los Estados miembros o por cualquier otra organización pública o privada,
- cualquier información adicional que justifique la solicitud de ayuda comunitaria como, por ejemplo, las repercusiones en el medio ambiente.

(<sup>2</sup>) La fase técnica es una etapa del proyecto con valor técnico propio que proporciona los datos científicos, técnicos o económicos que permiten realizar una evaluación y decidir si se debe proceder a la etapa siguiente del proyecto.

Para que estos programas puedan contribuir efectivamente a los objetivos definidos anteriormente, la Comisión favorecerá las siguientes actividades:

- Desarrollo de proyectos de colaboración transfronteriza e interdisciplinarios con objeto de aprovechar mejor las ventajas de la investigación colectiva y forjar un verdadero espíritu europeo.
- Promoción de grandes proyectos comunitarios a largo plazo y de alto riesgo en los campos de interés estratégico para la industria siderúrgica comunitaria, como las nuevas tecnologías de producción de acero: reducción de fundición, colada continua de productos delgados, o tecnologías de punta . . . aceros revestidos e inoxidables . . .
- Ayudas a la coordinación con otros programas nacionales y/o comunitarios con objeto de hacer un uso óptimo de los recursos disponibles.
- Concentración de los trabajos de I + D en los proyectos que ofrezcan las mayores perspectivas de mejora del rendimiento técnico y económico a corto y medio plazo.
- Desarrollo de los conocimientos disponibles mediante técnicas modernas de utilización de la información y mediante la interconexión de bancos de datos existentes.

Por lo que respecta a la dimensión de los proyectos dentro del programa de investigación, aquéllos en los que solamente participe un organismo no deberán tener un coste total superior a un millón de ecus para tres años. Se dará preferencia a los proyectos transnacionales a gran escala de importancia significativa para la industria que precisen un presupuesto mayor del mencionado.

Por lo que respecta a los proyectos piloto y de demostración que prevean la colaboración de un mínimo de dos socios:

- al menos uno de los dos socios deberá ser productor de acero,
- la participación de cada socio deberá ser más que simbólica y, preferentemente, corresponderá por lo menos al 10 % del presupuesto total del proyecto,
- deberá especificarse el papel y la función de cada participante.

El control de los progresos realizados en los contratos celebrados en el marco de los programas sobre investigación y proyectos piloto y de demostración incumbirá respectivamente a una serie de comités ejecutivos y de grupos de expertos. Bajo la responsabilidad de la Comisión, este control dará lugar a seis reuniones mensuales para examinar los informes periódicos y finales de los contratos, para comentar las cuestiones financieras, cuando ello sea necesario, y proporcionar asesoramiento técnico sobre el desarrollo futuro de los proyectos.

## VI. Criterios de evaluación

Los principales criterios adoptados para la evaluación y selección de las propuestas que solicitan ayuda financiera son los siguientes:

- Los objetivos generales de la política siderúrgica definidos periódicamente por la Comisión <sup>(1)</sup> y los objetivos del programa marco de investigación de la Comunidad <sup>(2)</sup>.
- El interés de la investigación y/o del desarrollo tecnológico para la industria siderúrgica de la Comunidad (productores y consumidores).
- El valor de la propuesta en relación con los objetivos científicos y técnicos de estos programas (véase Sección IV).
- La importancia estratégica de la propuesta por cuanto se refiere al mantenimiento y la consolidación de la cooperación técnica en la Comunidad.
- Las ventajas (el valor añadido) que supone llevar a cabo la investigación a escala comunitaria en vez de a nivel individual.
- Las perspectivas de viabilidad industrial y comercial a medio plazo.

## VII. Comité consultivo

Se creará un comité consultivo denominado «Comité de investigación y desarrollo en el sector siderúrgico» (SERDEC) que asistirá a la Comisión en la labor de administración de los programas tanto de investigación como de proyectos piloto y de demostración. A continuación se especifica la organización y la labor de este Comité.

### 1. Organización

- El Comité estará compuesto por un máximo de dos miembros independientes por cada Estado miembro designados por la Comisión. Los miembros serán elegidos entre altos directivos en materia de investigación y tecnología y deberán tener un buen conocimiento de las necesidades de investigación y desarrollo en el sector siderúrgico. En las reuniones, cada delegación podrá estar acompañada de un experto técnico elegido en función de los temas que se vayan a tratar.

<sup>(1)</sup> COM(90) 201 final, Bruselas, 7. 5. 1990.

<sup>(2)</sup> DO n° L 117 de 8. 5. 1990.

- 
- La Comisión se hará cargo de la presidencia y la secretaría del Comité.
  - Si fuera necesario, el Comité podrá constituir grupos de trabajo ad hoc por un período de tiempo determinado para llevar a cabo una tarea específica. Dichos grupos de trabajo presentarán un informe al Comité.
  - La Comisión reembolsará los gastos ocasionados por los dos miembros correspondientes a cada Estado miembro y, en los casos en que se considere necesario, aquéllos ocasionados por otro experto o asesor.

## 2. Labor

Las principales tareas del Comité serán las siguientes:

- Proporcionar asesoramiento a la Comisión y formular recomendaciones sobre el orden de prioridad que

debe darse a las solicitudes de ayuda financiera de la CECA presentadas anualmente en relación con los dos programas, basándose en su importancia potencial económica e industrial y en su valor científico y técnico.

- Controlar el desarrollo global de ambos programas y emitir dictámenes al respecto, así como proporcionar asesoramiento, cuando sea necesario, sobre los trabajos en curso sobre determinados proyectos.
- Seguir la evolución de los trabajos realizados por los comités ejecutivos y los grupos de expertos en relación con los programas de investigación y los proyectos piloto y de demostración.
- El Comité contribuirá a garantizar la coherencia y evitará la duplicación de otros programas comunitarios de investigación y desarrollo y de las actividades conexas realizadas a nivel nacional.

Mittelfristige Leitlinien für die EGKS-Programme Technische Forschung Stahl und Pilot- und Demonstrationsvorhaben in der Eisen- und Stahlindustrie (1991—1995)

(90/C 252/03)

### I. Einleitung

Die technische Forschung im Rahmen der EGKS besteht aus zwei Gemeinschaftsprogrammen zur Unterstützung gemeinsamer industrieller Forschung und technologischer Entwicklung, die nach Artikel 55 des EGKS-Vertrags durchgeführt werden, der bestimmt: Die Kommission „hat die technische und wirtschaftliche Forschung für die Erzeugung und die Steigerung des Verbrauchs von Kohle und Stahl sowie die Betriebssicherheit in diesen Industrien zu fördern“.

Die spezifischen Programme betreffen jeweils die Stahlforschung und Pilot- und Demonstrationsvorhaben, die die Zusammenarbeit zwischen der Stahlindustrie und ihren Forschungslaboratorien einerseits und komplementären Fachzentren in der Industrie, in Hochschulen und Forschungsinstituten andererseits fördern.

Die Leitlinien für jedes Programm werden regelmäßig aufgestellt, um die sich wandelnden wissenschaftlichen und technologischen Prioritäten der Industrie widerzuspiegeln. Es wurde nunmehr beschlossen, gemeinsame Leitlinien für diese Tätigkeiten für den Zeitraum bis 1995 festzulegen. Diese Leitlinien bilden die Fortsetzung der Leitlinien für die Stahlforschung für 1986—1990<sup>(1)</sup> und ersetzen diejenigen für das Programm der Pilot- und Demonstrationsvorhaben für den Zeitraum 1988—1992<sup>(2)</sup>.

Die hier beschriebenen Ziele und technischen Orientierungen entsprechen der Politik der Kommission auf dem Stahlsektor und insbesondere dem Beitrag, den die EGKS-Forschung im Hinblick auf die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie zu leisten hat, wie in den kürzlich erstellten „Allgemeinen Leitlinien Stahl 1995“<sup>(3)</sup> ausgeführt wird.

Es ist eine enge Koordinierung mit den anderen EGKS-Forschungsprogrammen über die Fragen des Umweltschutzes und der Energienutzung vorgesehen.

### II. Ziele

Zur Unterstützung und Weiterentwicklung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Stahlindustrie in einem industriellen und kommerziellen Zusammenhang ist es notwendig, die FuE in den folgenden drei Hauptrichtungen fortzusetzen:

<sup>(1)</sup> ABl. Nr. C 294 vom 16. 11. 1985.

<sup>(2)</sup> ABl. Nr. C 317 vom 28. 11. 1987.

<sup>(3)</sup> KOM(90) 201 endg., Brüssel, 7. 5. 1990.

- a) Verbesserung der Qualität und Verringerung der Produktionskosten;
- b) Unterstützung des Absatzes von Stahl auf seinen traditionellen Märkten und die Entwicklung neuer Märkte;
- c) Anpassung der Produktionsbedingungen an die zunehmend strengen Umweltschutzaufgaben.

#### 1. Aktionen im Zusammenhang mit Produktionsprozessen

Der Aspekt der Produktionskosten läßt sich durch Unterschiede in der Produktivität darstellen. In Europa sind zur Zeit für eine Warmwalzstraße drei bis fünf Mannstunden je Tonne Standardwalzerzeugnisse erforderlich, während es in gewissen anderen Ländern eher zwei Mannstunden je Tonne sind.

Mit Hilfe der FuE-Anstrengungen sollen die derzeitigen Produktionsverfahren optimiert und neue Techniken entwickelt werden, um rascher, besser und zu niedrigeren Kosten zu produzieren durch:

- a) Verringerung der Verarbeitungszeit, Verbesserung der technischen Zuverlässigkeit der Verarbeitungsanlage, Verbesserung der Produktionsqualität in den verschiedenen Verarbeitungsstadien, Verbesserung der Flexibilität der Betriebseinrichtung;
- b) Gewinnung eingehender Kenntnisse über die physikalischen und chemischen Phänomene des Multiphasensystems sowie die Entwicklung von Prozessen, durch die neue und verbesserte Eigenschaften vermittelt werden;
- c) Fortsetzung der Arbeiten zur Einsparung von Rohstoffen, von Personal und Energie bei der Herstellung von Stahl sowie die Wahl der am besten geeigneten Rohstoffe und Energieträger.

#### 2. Aktionen im Zusammenhang mit Stahlerzeugnissen

Wenngleich die Auswirkung des Ersatzes von Stahl durch alternative Werkstoffe bisher kaum merklich war, könnten die Fortschritte in der Werkstofftechnologie diese Situation in Zukunft maßgeblich ändern. Das Phänomen des Ersatzes gilt auch für den Ersatz einer Stahlsorte durch eine andere: legierte Stähle/mikrolegierte Stähle, unbeschichtete Stähle/beschichtete Erzeugnisse, kaltgewalzte Erzeugnisse/warmgewalzte Erzeugnisse usw.

Mit Hilfe der FuE-Anstrengungen sollen optimale Eigenschaften der derzeitigen Erzeugnisse geschaffen und Erzeugnisse auf den Markt gebracht werden, die sich zur Zeit noch im Entwicklungsstadium befinden. Dies wird erreicht durch:

- a) eine Verringerung der Herstellungszeit der vom Kunden verlangten Erzeugnisse, die Lieferung besserer Informationen an den Kunden, eine geeignete Förderung neuer Erzeugnisse;
- b) die Lieferung von gebrauchsfertigen Erzeugnissen mit gleichbleibender Qualität und Zuverlässigkeit an den Kunden, die Entwicklung der Qualitätssicherung, Partnerschaft mit Stahlverbrauchern bei der Verwendung von Stahl;
- c) die Entwicklung neuer Verwendungen für Stahl und die Verwendung neuer Stahlsorten.

### 3. Aktionen im Zusammenhang mit dem Umweltschutz

Um ihren Platz in einem immer anspruchsvolleren industriellen Kontext zu behalten, muß die Stahlindustrie ihre Anstrengungen zur Schaffung von Arbeitsbedingungen fortsetzen, die möglichst wenig Umweltverschmutzung verursachen (Wasser, Luft, Lärm ...), insbesondere durch:

- a) Verbesserung der Umweltüberwachungstechniken bei den bestehenden Prozessen;
- b) Entwicklung neuer, sauberer Technologien für die Herstellung und Verarbeitung von Stahl;
- c) die Aufwertung von Nebenprodukten zur Reduzierung der Abfälle aus Stahlwerken.

Die technologische Innovation soll vom Standpunkt der Investition und der Betriebskosten unter bestmöglichen wirtschaftlichen Bedingungen erfolgen.

### III. Technische Bereiche

Die Technologie auf dem Stahlsektor ist traditionell in zwei große Bereiche gegliedert: 1. Produktionsprozesse wie Eisenerzeugung, Stahlerzeugung, Gießen, Walzen und Zurichtung und 2. Erzeugnisse und ihre Verwendung.

Die Prozesse und Erzeugnisse sind eng miteinander verbunden. Fortschritte in einem Prozeß wirken sich unmittelbar auf die Produktionskosten und die Erzeugnisqualität aus, und in gleicher Weise führt die Entwicklung der Erzeugnisse zur Verbesserung im Fertigungsprozeß oder bei der Suche nach neuen Prozessen.

Im Lichte unserer derzeitigen Kenntnisse sind die technischen Bereiche, denen auf europäischer Ebene Priorität eingeräumt werden sollte, nachstehend aufgeführt:

#### 1. Prozesse

Die zur Zeit als Priorität festgelegten wichtigsten FuE-Themen, die an jede neue Situation angepaßt werden können, sind nachstehend aufgeführt. Sie werden durch eine begrenzte Zahl von Beispielen veranschaulicht.

#### A. Verringerung der Kosten der verbrauchten Energie und ihre Auswirkung auf die Umwelt

Der Energieverbrauch hat zwei Aspekte: Zum einen ist es der bedeutendste Kostenfaktor bei der Herstellung von Rohstahl, und zum anderen beeinflusst er die Umwelt.

Diese beiden Aspekte erklären die Priorität:

— für die Energieeinsparung und

— die Substitution zwischen verschiedenen Energieträgern

und können durch folgende Beispiele veranschaulicht werden:

- in Hochöfen ein teilweiser Ersatz von Koks durch Kohle geeigneter Qualität und Kosten und/oder durch andere Energieträger,
- in Lichtbogenöfen Einsparung von elektrischer Energie durch die Verwendung von Kohle und Sauerstoff, Einsparungen im Elektrodenverbrauch ...
- Verbesserung der physikalischen Qualität und chemischen Zusammensetzung von Schrott sowie Erhöhung seiner Konsistenz,
- Verringerung der Wärmeverluste, Rückgewinnung der ungebundenen Wärme in den verschiedenen Produktionsstadien.

#### B. Entwicklung von Behandlungen für das Nachfrischen von Flüssigmetall

Die Behandlung von Flüssigmetall außerhalb der wichtigsten Öfen (Behandlung von Roheisen außerhalb des Hochofens, von Stahl außerhalb des Konverters oder des Lichtbogenofens) bietet eine Lösung für mehrere Probleme: Betriebsleistung der Fertigungstraße vor- und nachgeschalteter Stahlwerkseinrichtungen, Diversität des Produktionsprogramms, steigende Anforderungen der Kunden mit Bezug auf Qualität und Lieferfristen ...

Typische Beispiele für Fortschritte auf diesem Gebiet sind:

- neue Verfahren der Roheisenbehandlung im Hochofen, an einer Zwischenbehandlungsstation oder im Stahlwerk selbst;
- Entwicklung von Prozessen zur Anpassung der Temperatur, der Zusammensetzung und der Reinheit des Stahls vor dem Erstarren.

#### C. Verbesserung der Meß- und Analysetechniken

Die Beherrschung der Stahlerzeugungsprozesse und die Prozesse für die Verarbeitung von Stahl sind von zahlreichen Messungen und genauen Analysen abhängig, die rasch und zunehmend kontinuierlich durchgeführt werden müssen. Neue Techniken müssen entwickelt werden, die dem wissenschaftlichen und technischen Fortschritt Rechnung tragen.

Beispiele sind:

- kontinuierliche Messung und Analysen im Hochofen,
- kontinuierliche Messung und Analysen des Flüssigmetalls während der Stahlerzeugung und des Stranggußverfahrens,
- Prüfung der Produktgeometrie, der internen Gesundheit und des Oberflächenzustands während der verschiedenen Stadien der Metallverarbeitung wie Gießen, Warm- und Kaltwalzen, Oberflächenbehandlung und Fertigung.

#### D. Modelle von Produktionsprozessen

Modelle sind wirksame Werkzeuge, die eine bessere Kontrolle des Betriebs der Werksanlagen und ihrer Anpassungsfähigkeit an verschiedene Betriebsbedingungen ermöglichen, wie sie zum Beispiel für die „gerade rechtzeitige“ Lieferung notwendig sind.

Es werden Untersuchungen angestellt, die zu mengenmäßigen Beschreibungen der Produktionsprozesse für Eisen und Stahl, Stranggießen, Walzen und Behandlung von Stahl führen. Die mathematischen Modelle werden in enger Zusammenarbeit mit experimentellen Untersuchungen entwickelt und in industriellen Anlagen auf ihre Gültigkeit geprüft.

#### E. Entwicklung von Kontrolle, Automatisierung und Robotisierung

Die obenerwähnten FuE-Ziele deuten auf die Notwendigkeit hin, Parameter kontinuierlicher zu messen und zu kontrollieren. Daher ist es auch nötig, neben der Robotisierung von personalintensiven und gefährlichen Funktionen weitere On-line-Überwachungstechniken und die Prozeßautomatisierung zu entwickeln.

Die FuE-Arbeiten erstrecken sich auch auf die Entwicklung von Expertensystemen, die eng an echte Produktionsbedingungen gebunden sind.

#### F. Verbesserung der Zuverlässigkeit von Anlagen

Da es für eine moderne Industrie wie die Stahlindustrie notwendig ist, rascher und besser zu produzieren, um den immer höheren Ansprüchen der Kunden zu genügen, muß sie die technische Zuverlässigkeit ihrer Anlagen weiterhin verbessern. Sie muß gleichzeitig Techniken entwickeln, um die entlang der Produktionskette erzielten Daten zu verarbeiten und zu verfolgen, und zwar von der Ankunft des Rohstoffs bis hin zum Endprodukt, das das Werk verläßt.

Dies setzt unter anderem voraus:

- die Festlegung moderner Wartungsmethoden;
- die Entwicklung von Anlagen, in denen diese neuen Wartungsmethoden angewandt werden können;
- Untersuchungen über Methoden zur Reduzierung der Übergangszeit beim kontinuierlichen Betrieb von Produktionsanlagen.

#### G. Neue Prozesse für die Herstellung und Formung von Stahl

Diese neuen Prozesse, die auf Laboratoriumsebene sowie in Pilot- oder Demonstrationsvorhaben untersucht werden, streben im wesentlichen eine Verringerung der Produktionskosten und der Kapitalinvestitionen, eine Verbesserung der Qualität des Produkts und der Arbeitsbedingungen sowie der Umweltqualität an.

Einige Beispiele für diesen breiten Bereich sind nachstehend aufgeführt:

- Schmelzreduktion im industriellen Demonstrationsmaßstab;
- Technologie für den direkten Übergang vom Flüssigstahl zu dünnen oder ultradünnen Erzeugnissen oder nahezu ihre endgültigen Form;
- neue Prozesse in Anlagen für das Walzen, die kontinuierliche Behandlung und die Fertigung von Stahl.

#### H. Verbesserung der Umweltqualität und Aufwertung der Nebenprodukte

Die Qualität der Umwelt ist ein wesentlicher Faktor der Besorgnis der Stahlindustrie, wie auch durch die Aufnahme dieses Problems in viele der obenerwähnten FuE-Themen deutlich wird, ob sie nun die Verbesserung vorhandener Prozesse oder die Entwicklung neuer Prozesse betreffen.

Die Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten sind hoch und könnten sich aufgrund der neuen Anforderungen noch erheblich erhöhen. Das macht eine Zusammenarbeit auf europäischer Ebene besonders in der FuE bei der Entwicklung neuer, sauberer Produktionstechnologien und der Rückgewinnung, Verarbeitung und Wiederaufbereitung von Nebenprodukten und Stahlwerksabfällen notwendig.

## 2. Erzeugnisse

Die FuE-Anstrengungen für die Erzeugnisse decken hauptsächlich die folgenden wichtigen Sektoren der Stahlverwendung ab:

- Verkehr: Kraftfahrzeugherstellung, Flugzeugbau, Schiffbau, Eisenbahnbau;
- Energie: Kraftwerkstechniken, Fördertechniken, Energietransport, Kohleanreicherung, Energienutzung und -umwandlung;
- Baugewerbe und Stahlbau: Hoch- und Tiefbau, Brückenbau, Verbindungstechniken, Off-shore-Techniken;
- Anlagenbau: Konverter- und Ausrüstungsbau, Rohrleitungsbau;
- Maschinenbau: Antriebstechniken, Kranbau, Werkzeuge, Produktionstechniken;
- Haushalt und Verpackung: Haushaltsgeräte und -ausrüstung, Verpackungstechniken, Lebensmitteltechniken, Sanitärtechniken;
- Umwelt: Ausrüstung für die Behandlung von Abfall-emissionen, Wasser, Schlamm, Lärmverhütung und Abfallaufbereitung.

Diese Programme über Erzeugnisse betreffen von Fall zu Fall Aktionen im Forschungsstadium (grundlegende orientierte oder angewandte Forschung) oder im Pilot- oder Demonstrationsstadium.

Die Entwicklung neuer Stähle und Stahlerzeugnisse erfordert im allgemeinen die Nutzung vorhandener Kenntnisse, den Bau von Modellen und Versuche im großen Maßstab unter Verbrauchsbedingungen.

So werden die Auswahl von Stahlsorten, die Verfahren für die Verwendung von Stahl und Änderungen der Stahleigenschaften in Forschungen durchgeführt, die durch komplexe Kompromisse aufgrund breiter metallurgischer Kenntnisse und ein Verständnis der neuen Herstellungsprozesse (thermomechanische Behandlung, Durchlaufglühen, Beschichtungsprozesse) gekennzeichnet sind.

Diese Forschungsarbeiten betreffen:

- die Entwicklung der Verwendung von Stahlerzeugnissen mit vorhandenen Methoden und neuen Techniken auf folgenden Gebieten:
  - Verformung (hochfeste Stähle, überzogene Bleche . . .);
  - Schweißbarkeit;
  - Verbindung (unter Verwendung von Klebstoffen, Löten);
  - Zerspanbarkeit;
  - Eignung zur Wärmebehandlung (sowohl im Rohzustand als auch für die Oberfläche);
  - Eignung zur Oberflächenbehandlung (Schnittstelle);
  - Eignung für die Beschichtung (Legierung, Anstrich . . .).

Auf diesem Gebiet muß die gemeinsame FuE auf europäischer Ebene mit der Annäherung des einheitlichen Marktes eine wichtige Rolle bei der Erstellung von Normen, wie zum Beispiel für die Verwendung von Stahl an Bauten (Eurocodes 3, 4 und 8), spielen. Dazu gehören:

- die Entwicklung der Gebrauchseigenschaften von Stahl, insbesondere:
  - Anpassung von Stählen mit verbesserten Eigenschaften für spezifische Anwendungen;
  - mechanische Eigenschaften bei hohen und niedrigen Temperaturen;
  - Bruchfestigkeit (zäher und Spröbruch);
  - Ermüdungsfestigkeit;
  - Korrosionsfestigkeit;
  - Verhalten unter kombiniertem Druck (Korrosionsermüdung z. B.);
  - elektrische und magnetische Eigenschaften;
  - Verschleißfestigkeit,
- sowie die Entwicklung klassischer Erzeugnisse, wobei neue Werkstoffkategorien zu berücksichtigen sind, insbesondere:
  - Verbundwerkstoffe auf der Basis von Stahl, wie Sandwichbleche und andere Kombinationen;

- die Kombination von Stahl mit anderen Werkstoffen wie Beton, wobei die Erzeugnisse eine erhöhte Feuerfestigkeit erreichen;
- Stähle mit besonderer Struktur, wie die durch rasche Kühlung erreichten mikrokristallisierten Stähle.

#### IV. Teilnahme

Alle Unternehmen und Forschungsinstitute, die Forschungen im Sinne von Artikel 55 des EGKS-Vertrags durchführen möchten, können bei der Kommission der Europäischen Gemeinschaften eine finanzielle Beihilfe beantragen.

Anträge auf finanzielle Unterstützung von Forschungsvorhaben müssen bei der Kommission bis zum 1. September und von Pilot- und Demonstrationsvorhaben bis zum 1. Oktober eines jeden Jahres für das folgende Jahr eingereicht werden<sup>(1)</sup>.

Antragsformulare sowie Einzelheiten über Einreichungsverfahren und Antragsprüfung, ferner die Verpflichtungen des Beihilfeempfängers, was den Schutz und die Verbreitung der Forschungsergebnisse betrifft, sind unter folgender Anschrift erhältlich:

Kommission der Europäischen Gemeinschaften,  
 Generaldirektion Forschung, Wissenschaft und Entwicklung,  
 Direktion Technologische Forschung,  
 EGKS — Technische Forschung Stahl,  
 Rue de la Loi 200,  
 B-1049 Brüssel,  
 Telex: 21877 COMEU B.

Unter den in dieser Mitteilung genannten Bedingungen kann die Kommission eine finanzielle Unterstützung für Forschungs- sowie Pilot- und Demonstrationsvorhaben gewähren, die in den technologischen und wissenschaftlichen Anwendungsbereich dieser Leitlinien fallen und für eine große Zahl von Unternehmen interessant sind. Die Vorhaben können die Produktion und Verarbeitung von Eisen und Stahl oder die Eigenschaften sowie die Fabrikation und Verwendung von Stahlerzeugnissen umfassen.

Bei den Pilot- und Demonstrationsvorhaben umfaßt die Pilotphase die Entwicklung, den Bau und den Betrieb einer Anlage oder eines bedeutenden Teils einer Anlage, deren Maßstab ausreicht und deren Bauteile groß genug sind, um zu prüfen, ob sich die theoretischen oder im Labor erzielten Ergebnisse auf die Praxis übertragen lassen, und/oder um zuverlässige technische und wirtschaftliche Daten zu erhalten, die für den Übergang zur

<sup>(1)</sup> Lediglich für 1990 werden diese Fristen für den Eingang der Anträge auf 15 bzw. 30 Tage nach Veröffentlichung dieser Leitlinien festgesetzt.

Demonstrationsphase und in bestimmten Fällen zur großtechnischem und/oder kommerziellen Phase erforderlich sind.

Die Demonstrationsphase umfaßt den Bau und/oder Betrieb einer in großtechnischem Maßstab gebauten Anlage oder eines bedeutenden Teils einer solchen Anlage, die alle technischen und wirtschaftlichen Werte liefert, die erforderlich sind, um die Technologie mit möglichst geringem Risiko großtechnisch und/oder kommerziell einzusetzen.

#### V. Programmdurchführung

Alle Vorschläge werden anhand der folgenden Unterlagen und Angaben des Herstellers geprüft:

- ausführliche Beschreibung des Vorhabens, ggf. einschließlich der Unterteilung in technische Abschnitte<sup>(2)</sup>, der Organisation und des Zeitplans;
- Angabe des derzeitigen Stands der Forschung und/oder technologischen Entwicklung auf diesem Gebiet;
- Aussichten für die Verwendung der Ergebnisse und die eventuellen technischen und/oder wirtschaftlichen Vorteile für die Gemeinschaft;
- Finanzlage und technische Fähigkeiten des Antragstellers bzw. der Antragsteller in bezug auf das Vorhaben;
- Art und Umfang der mit dem Vorhaben verbundenen technischen und wirtschaftlichen Risiken;
- voraussichtliche wirtschaftliche und/oder kommerzielle Lebensfähigkeit und die zur Beurteilung eingesetzten Mittel;
- Gesamtkosten des Vorhabens und ggf. Aufschlüsselung der Kosten nach technischen Abschnitten sowie die Finanzierung einschließlich der beantragten bzw. von der Gemeinschaft, den Mitgliedstaaten oder einer anderen öffentlichen oder privaten Einrichtung gewährten Unterstützung;
- sonstige Informationen, welche die beantragte Unterstützung durch die Gemeinschaft gerechtfertigt erscheinen lassen, beispielsweise über die Auswirkung auf die Umwelt.

<sup>(2)</sup> Der technische Abschnitt eines Vorhabens ist jener Teil, der für sich allein schon technischen Wert hat und außerdem Anhaltspunkte dafür liefert, ob der folgende Abschnitt wissenschaftlich, technisch und/oder wirtschaftlich gerechtfertigt ist und das Vorhaben fortgesetzt werden sollte.

Damit diese Programme einen wirksamen Beitrag zu den obengenannten Zielen leisten können, wird die Kommission folgendes unterstützen:

- grenzüberschreitende und interdisziplinäre Kooperationsvorhaben, die dem Ziel dienen, die Vorteile der gemeinsamen Forschung zu nutzen und einen wirklich europäischen Geist entstehen zu lassen;
- Förderung großer langfristiger und risikoreicher Gemeinschaftsvorhaben auf Gebieten, die für die Stahlindustrie der Gemeinschaft strategisch wichtig sind, wie neue Stahlerzeugungstechnologien (Schmelzreduktion, Stranggießen dünner Erzeugnisse usw.), oder in der Entwicklung weit fortgeschritten sind (Stähle mit Überzug, nichtrostender Stahl usw.);
- Koordinierung mit anderen Programmen der Mitgliedstaaten und/oder der Gemeinschaft im Hinblick auf eine optimale Nutzung der verfügbaren Ressourcen;
- Konzentration der Forschung und Entwicklung auf jene Projekte, welche die besten Aussichten für eine technische und wirtschaftliche Verbesserung der Verfahren auf kurze und mittlere Sicht bieten;
- Verbesserung des Zugangs zu vorhandenem Wissen mit Hilfe moderner Informationsbearbeitungsverfahren und Kopplung bestehender Datenbanken.

Die Gesamtkosten sollten bei den einzelnen Vorhaben des Rahmenprogramms, die von nur einem Unternehmen oder Institut durchgeführt werden, bei dreijähriger Laufzeit nicht mehr als 1 Million ECU betragen. Bevorzugt werden in großem Maßstab durchgeführte, länderübergreifende Vorhaben, die für die Industrie wichtig sind und einen größeren Etat als 1 Million ECU erfordern.

Für Pilot- und Demonstrationsvorhaben, bei denen eine Zusammenarbeit zwischen zwei oder mehr Partnern vorgesehen ist, gilt folgendes:

- Mindestens ein Partner muß Stahl produzieren;
- die Beteiligung eines Partners darf nicht nur symbolisch sein und sollte vorzugsweise mindestens 10 % der Gesamtkosten betragen;
- im einzelnen muß festgelegt sein, welche Rolle und Funktion jeder Partner übernimmt.

Eine Reihe von Exekutivausschüssen und Expertengruppen wird die Abwicklung der über Forschungs- bzw. Pilot- und Demonstrationsvorhaben abgeschlossenen Verträge überwachen. Sie treten alle sechs Monate unter Leitung der Kommission zusammen, um die Zwischen- und Abschlußberichte über die Verträge zu prüfen, gegebenenfalls zu finanziellen Fragen Stellung zu nehmen und technische Ratschläge für die weitere Durchführung der Vorhaben zu geben.

## VI. Bewertungskriterien

Für die Bewertung und Auswahl der Unterstützungsträger gelten folgende Kriterien:

- die von der Kommission regelmäßig festgelegten allgemeinen Ziele der Stahlpolitik<sup>(1)</sup> sowie die Ziele des Rahmenprogramms für gemeinschaftliche Forschung<sup>(2)</sup>;
- die Relevanz der Forschung und/oder technologischen Entwicklung für die Stahlbranche (Erzeuger und Verbraucher) der Gemeinschaft;
- der Wert des Vorhabens für wissenschaftlichen und technischen Ziele dieses Programms (siehe Abschnitt IV);
- die strategische Bedeutung des Vorhabens für die Weiterführung und den Ausbau der technischen Zusammenarbeit in der Gemeinschaft;
- der Vorteil (der zusätzliche Wert), den die Forschung auf Gemeinschaftsebene gegenüber Arbeiten auf individueller Ebene bietet;
- mittelfristige Aussichten auf industrielle und kommerzielle Lebensfähigkeit.

## VII. Sachverständigenausschuß

Unter dem Titel „Ausschuß für Stahlforschung und -entwicklung“ wird ein beratender Ausschuß eingesetzt, der die Kommission bei der allgemeinen Abwicklung der Programme für Forschungs- oder für Pilot- und Demonstrationsvorhaben unterstützt.

### 1. Zusammensetzung

- Dem Ausschuß gehören höchstens zwei Vertreter jedes Mitgliedstaats an, die von der Kommission aufgrund ihrer persönlichen Fähigkeiten berufen werden. Sie werden unter den erfahrenen Forschungsleitern und technischen Managern ausgewählt und müssen wissen, auf welchen Gebieten es der Stahlbranche noch an Forschung und Entwicklung mangelt. Zu den Sitzungen kann jede Delegation einen technischen Experten mitbringen, den sie selbst je nach Thema auswählen kann.

<sup>(1)</sup> KOM(90) 201 endg., Brüssel, 7. 5. 1990.

<sup>(2)</sup> ABl. Nr. L 117 vom 8. 5. 1990.

- Den Vorsitzenden stellt die Kommission, die auch die Sekretariatsarbeiten für den Ausschuß übernimmt.
- Falls erforderlich, kann der Ausschuß für eine befristete Zeit Ad-hoc-Arbeitsgruppen mit festumrissenem Aufgabengebiet einsetzen. Die Arbeitsgruppen unterstehen dem Ausschuß.
- Die Ausgaben der beiden Vertreter jedes Mitgliedsstaats und ggf. des zusätzlichen Experten oder Beraters werden von der Kommission zurückerstattet.

## 2. Aufgaben

Der Ausschuß hat im wesentlichen folgende Aufgaben:

- Er hat die Kommission in der Frage, welchen der jährlichen Anträge auf EGKS-Unterstützung im Rahmen der beiden Programme statgegeben werden soll, unter Berücksichtigung ihrer potentiellen wirtschaft-

lichen und industriellen Bedeutung sowie ihrer wissenschaftlichen und technischen Vorzüge zu beraten und Empfehlungen abzugeben.

- Er hat die allgemeine Abwicklung der beiden Programme zu überwachen und dazu Stellung zu nehmen und, falls erforderlich, Ratschläge zu den im Rahmen der einzelnen Vorhaben durchgeführten Arbeiten zu geben.
- Er hat den Fortgang der Arbeiten der Exekutiv Ausschüsse und Expertengruppen in Verbindung mit den Programmen für Forschungs- sowie Pilot- und Demonstrationsvorhaben zu verfolgen.
- Er soll dabei helfen, die Kohärenz sicherzustellen und Überschneidungen mit anderen Forschungs- und Entwicklungsprogrammen der Gemeinschaft und ähnlichen auf nationaler Ebene durchgeführten Tätigkeiten zu vermeiden.

**Medium-term guidelines for the ECSC programmes of technical steel research and of steel pilot/demonstration projects (1991 to 1995)**

(90/C 252/03)

### I. Introduction

The ECSC technical research activities consist of two Community programmes of support for collaborative research and technological development undertaken pursuant to the terms of Article 55 of the Treaty which states that the Commission 'shall promote technical and economic research relating to the production and increased use of coal and steel and to occupational safety in the coal and steel industries'.

The specific programmes are concerned with steel research and with steel pilot and demonstration projects respectively, promoting collaboration between the steel industry and its research laboratories on the one hand and complementary centres of expertise in industry, universities and research institutes on the other.

Guidelines for each programme are established periodically to reflect the industry's changing scientific and technological priorities. It has now been decided to establish common guidelines for these activities for the forthcoming period up to 1995. Thus, these guidelines are an extension of those for steel research for 1986 to 1990<sup>(1)</sup> and supersede those for the pilot and demonstration projects programme for 1988 to 1992<sup>(2)</sup>.

The objectives and technical orientations defined here correspond to the Commission's policy for the steel sector and, in particular, to the contribution ECSC research has to make in sustaining the industry's competitiveness outlined in the recently established 'General Objectives Steel 1995'<sup>(3)</sup>.

Close coordination will be maintained with the other ECSC research programmes on questions relating to the environment and energy utilization.

### II. Objectives

To sustain and develop the European steel industry's international competitiveness in an industrial and commercial context, it is necessary to continue to undertake R & D in the following three major directions:

<sup>(1)</sup> OJ No C 294, 16. 11. 1985.

<sup>(2)</sup> OJ No C 317, 28. 11. 1987.

<sup>(3)</sup> COM(90) 201 final. Brussels, 7. 5. 1990.

- (a) improve quality and reduce production costs;
- (b) sustain the outlets for steel in its traditional markets and the development of new markets;
- (c) adapt production conditions to meet increasingly stringent environmental requirements.

#### 1. Actions concerned with production processes

This aspect of production costs can be illustrated by differences in productivity. At present, in Europe, for the hot metal route 3 to 5 man-hours per tonne of standard rolled products are required whereas in certain other countries the level is nearer to 2 man-hours per tonne.

R & D effort will try to optimize existing production methods and develop new techniques to produce faster, better and at less cost, by:

- (a) reducing the processing time, improving the technical reliability of the processing plant, improving output quality at the various processing stages, improving the flexibility of the processing line;
- (b) gaining a more detailed knowledge of the physical and chemical phenomena of multiphase systems as well as the development of processes giving new and improved properties;
- (c) continuing the effort to achieve economies in the consumption of raw materials, in manpower and in energy consumed in producing steel as well as choosing the most appropriate raw materials and form of energy.

#### 2. Actions concerned with steel products

If the impact of the substitution of steel by alternative materials has so far scarcely been noticeable, advances in materials technology could significantly change this situation in the future. The phenomenon of substitution also applies to the replacement of one steel grade by another: alloy steels/microalloyed steels, uncoated steels/coated products, cold rolled products/hot rolled products, etc.

R & D effort will try to optimize the properties of existing products and bring to the market products which are at present being developed. This will be achieved by:

- (a) reducing the time to produce the steel products demanded by the client, delivering better information to the customer, promoting adequately the new products;
- (b) supplying the customers products with consistent quality and reliability which can be immediately utilized, developing of quality assurance, partnership with the steel users in the utilization of steel;
- (c) development of new uses for steel and the use of new steel grades;

### 3. Actions concerned with the environment protection

In order to keep its place in a more and more demanding industrial context, the steel industry must continue its efforts towards the creation of working conditions which minimize environment pollution (water, air, noise, etc.), notably:

- (a) by improving the environmental control techniques for existing processes;
- (b) by developing new clean technologies for production and processing of steel;
- (c) by upgrading the value of by-products to reduce steelplant wastes.

The technological innovation shall be done under the best possible economic conditions from the point of view of investment and operational costs.

### III. Technical areas

Technology in the steel sector is traditionally divided into two main areas: 1. the production processes such as ironmaking, steelmaking, casting, rolling and finishing and 2. products and their utilization.

In fact, processes and products are closely bound together. Progress in a process has a direct impact on production costs and product quality, and in the same way the development of the products leads to improvements in the manufacturing process or in the search for new processes.

In the light of our present knowledge, the technical areas, where priority should be applied at the European level, are presented below:

#### 1. Processes

The main R & D themes defined at present as priorities and capable of adapting to any new situation are mentioned below. They are illustrated by a limited number of examples.

##### A. *Reduction in the cost of energy consumed and in its effect on the environment*

Energy consumption has two aspects: firstly, it is the most important cost factor in the production of crude steel and secondly, it affects the environment.

These two aspects explain the priority given:

- to energy savings, and
- to substitution between different forms of energy, and may be illustrated by the following examples:
  - in blast furnaces, partial replacement of coke by coal of appropriate quality and cost and/or by other forms of energy,
  - in electric arc furnaces, savings of electrical energy by use of coal and of oxygen, savings in electrode consumption,
  - by improvement of the physical quality and chemical composition of scrap as well as enhancement of its consistency,
  - by reduction of thermal losses, recovery of sensible heat at the production various stages.

##### B. *Development of treatments for the secondary refining of liquid metal*

The treatment of liquid metal outside the principal furnaces (treatment of hot metal outside the blast furnace, of steel outside the converter or the electric arc furnace) provides a solution to several problems: operating performance of steel plant facilities both up and down stream in the production line, diversity of the production programme, increasing demands from the customers concerning quality and delivery deadlines.

Typical examples of progress in this field are:

- new methods of hot metal treatment at the blast furnace, at an intermediate treatment station, or at the steelplant itself,
- development of processes to adjust the temperature, the composition and the cleanliness of the steel before solidification.

#### C. *Improvement of measuring and analysis techniques*

The mastery of the steelmaking processes and the processes of working steel depend on numerous measurements and precise analyses which have to be carried out rapidly and, to an increasing extent, continuously. New techniques have to be developed taking into account scientific and technical progress.

Examples are:

- continuous measurement and analyses in the blast furnace,
- continuous measurement and analyses of the liquid metal during the production of steel and during continuous casting,
- examination of the product geometry, internal soundness and the state of the surface during the various stages of metal processing such as casting, hot and cold rolling, surface treatment and finishing.

#### D. *Modelling of Production Processes*

Models are powerful tools which permit a better control of the working of plant installations and their capability to adapt to various working conditions, like those necessary for 'just in time' deliveries.

Studies will be made leading to quantitative descriptions of the production processes for iron and steel, continuous casting, and the rolling and treatment of steel. The mathematical models will be developed in close liaison with experimental studies and will be checked for validity on industrial installations.

#### E. *Development of control, automation and robotization*

The objectives for R & D mentioned above indicate the need to measure and control parameters in a more continuous way, hence the need to develop further on-line monitoring techniques and process automation in addition to the robotization of labour-intensive and dangerous operations.

The R & D effort will be concerned also with the development of expert systems closely linked with real production conditions.

#### F. *Improvement in the reliability of installations*

The necessity for a modern industry like the steel industry to produce faster and better, in order to satisfy the ever more exacting demands of its customers, means that it must continue to improve the technical reliability of its installations. It must at the same time develop techniques to handle and to follow the data obtained all along the production chain, from the arrival of raw materials right to the final products leaving the works.

This implies among other examples:

- the setting up of modern maintenance methods,
- the development of plant capable of using these new maintenance methods,
- studies on methods of reducing the transitory periods in the continuous working of production installations.

#### G. *New processes for the making and shaping of steel*

These new processes, which will be studied at laboratory, pilot or demonstration levels, aim essentially at reducing the cost of production and capital investment, at improving the quality of the product, at improving working conditions and at improving the quality of the environment.

Several examples of this broad area are quoted below:

- smelting reduction at the industrial demonstration scale,
- technology to go directly from liquid steel to thin or ultra-thin products or near to their net shape,
- new processes for rolling, continuous treatment and finishing lines of steel.

#### H. *Improving environmental quality and up-grading the value of by-products*

The quality of the environment is an essential preoccupation of the steel industry, as is witnessed by the inclusion of this concern in many of the R & D themes mentioned above, be they concerned with improving existing processes or with the development of new processes.

The investment, operating and maintenance costs are high and could grow substantially as a function of the requirements which are set. This makes cooperation at the European level particularly necessary in R & D in the development of new clean production technologies and in the recovery, treatment and recycling of by-products and steel plant wastes.

## 2. Products

The R & D effort on products covers, primarily, the following principal sectors of steel use:

- Transport: automobile manufacture, aircraft construction, shipbuilding, railway construction.
- Energy Sector: power station techniques, mining techniques, energy transportation, coal beneficiation, energy exploitation and transformation.
- Civil engineering and steel structures: Structural and civil engineering, bridge-building, joining techniques, offshore techniques.
- Plant engineering: Vessel and equipment construction, pipeline construction.
- Mechanical engineering: driving techniques, crane-building, tools, production techniques.
- Household and packaging: household appliances and equipment, packaging techniques, food techniques, sanitary techniques.
- Environment: equipment for the treatment of waste emissions, water, sludges, noise prevention and the recycling of wastes.

These programmes on products concern, depending on the individual case, action to be taken at research stage (fundamental or applied) or at the pilot or demonstration stage.

The development of new steels and steel products generally require the exploitation of existing knowledge, construction of models and large scale trials under users' conditions.

In fact, the choice of steel grades, processes for using steel and modifications of steel properties are carried out in research which is characterized by complex compromises based on a broad metallurgical knowledge and an understanding of the new fabrication processes (thermo-mechanical treatments, continuous annealing, coating processes).

This research will be concerned with:

- the development of the use of steel products by existing methods and by new techniques in the following domains:
  - forming (high strength steels, coated sheets)
  - weldability,
  - joining and assembly (using adhesives, brazing)
  - machinability,
  - aptitude for thermal treatment (both bulk and surface),
  - aptitude for surface treatment (interface),
  - aptitude for coatings (alloying, painting).

In this field, collaborative R & D at a European level has a vital role to play in standards-making activities such as in the use of steel in construction (Eurocodes 3, 4 and 8), as the single market approaches.

- the development of the user properties of steel, especially:
  - adapting steels having improved properties for specific applications,
  - mechanical properties at high and low temperatures,
  - fracture resistance (ductile and brittle),
  - fatigue resistance,
  - corrosion resistance,
  - behaviour under combined stresses (corrosion fatigue, for example),
  - electrical and magnetic properties,
  - wear resistance,
- as well as the development of classical products, new categories of materials must be considered, notably:
  - composite materials based on steel such as sandwich sheets and other combinations,

- the combination of steel with other materials such as concrete where the products have an improved resistance to fire,
- steels with special structure such as the micro-crystallized steels obtained by rapid cooling.

#### IV. Participation

All enterprises and research institutes wishing to engage in research within the meaning of Article 55 of the ECSC Treaty may make application to the Commission of the European Communities for the grant of financial assistance.

Applications for financial support on the research programme must be submitted to the Commission before 1 September and on the pilot and demonstration projects programme before 1 October of each year to be effective the following year <sup>(1)</sup>.

Application forms and procedure applicable to the lodging and consideration of applications and obligations of the beneficiary as regards protection and dissemination of research results are available at the following address:

Commission of the European Communities,  
Directorate-General for Science,  
Research and Development,  
Directorate for Technological Research,  
ECSC Technical Steel Research Activities,  
Rue de la Loi, 200,  
B-1049 Brussels.  
Telex: 21877 COMEU B.

Under the conditions set out in this communication the Commission may grant financial support for research and for pilot and demonstration projects that relate to the technological and scientific scope in these guidelines and that are of interest to a large number of undertakings in the Community. The projects may be concerned with the production and processing of iron and steel or with the properties, fabrication and utilization of steel.

On the pilot and demonstration projects programme the pilot stage is characterized by the construction, operations and development of an installation or a significant part of an installation having an adequate scale and using suitably large components with a view to verifying the practicability of theoretical or laboratory results and/or increasing the reliability of the technical and

<sup>(1)</sup> For 1990 only, these deadlines will be 15 days and 30 days respectively from the date of publication of these guidelines.

economic data needed to progress to the demonstration stage, and in certain cases to the industrial and/or commercial stage.

The demonstration stage is characterized by the construction and/or operation of an industrial-scale installation or a significant part of an industrial-scale installation which should make it possible to bring together all the technical and economic data, in order to proceed at the least possible risk to the industrial and/or commercial exploitation of the technology.

#### V. Implementation of the programmes

All proposals submitted will be examined on the basis of the following information provided by the applicants:

- a detailed description of the project including, where appropriate, its subdivision into technical phases <sup>(2)</sup>, its organization and its time scale,
- a statement on the current state-of-the-art of research and/or technological development in the field of interest,
- the prospects for the application of the results and the technical and/or economic benefits obtainable for the Community,
- the financial situation and technical capability of the applicant(s) in the project,
- the nature and extent of the technical and economic risks inherent in the project,
- the prospects of economic and/or commercial viability and the means of assessment to be applied,
- the total cost of the project and, where appropriate, its breakdown by technical phases, the financing to include support requested or agreed by the Community, the Member States or by other public or private organizations,
- any other information which justifies the Community support being requested, such as the environmental implications.

<sup>(2)</sup> A technical phase is a stage in the project that is of technical value in itself and provides data enabling the scientific, technical and/or economic justification of the following stage to be assessed and a decision taken on whether or not to continue the project.

For these programmes to contribute effectively to the objectives defined above, the Commission will favour the following actions:

- development of collaborative transfrontier and interdisciplinary projects in order to increase the advantages of collective research and forge a real European spirit,
- promotion of large long-term Community projects, which have high risk, in the areas of strategic interest for the Community steel industry, such as new technology for the production of steel: smelting reduction, continuous casting of thin products, or at the vanguard of progress: coated steel, stainless steels,
- support for coordination with other national and/or Community programmes in order to optimize available resources,
- concentration of the R & D effort on those projects which offer the best prospects for improvement of the technical and economic performance of operations, in the short and medium-term,
- development of the availability of knowledge, thanks to modern techniques of information handling, and also to the interconnection of existing data banks,

Concerning project size, in the research programme, those involving only one organization should not exceed ECU 1 million total project cost for the duration of three years. Preference will be given to large scale transnational projects of major industrial importance for which budgets larger than that mentioned above will be required.

In the pilot and demonstration projects, where collaboration between two or more partners is planned:

- at least one partner must be a steel producer,
- the level of participation of each partner must be more than symbolic and preferably should be at least 10 % of the total budget for the project,
- details of the role and function of each participant must be provided.

Monitoring the progress of contracts concluded on the research and on the pilot and demonstration projects programmes will be undertaken, respectively by a series of executive committees and a series of expert groups. Under the responsibility of the Commission, this will involve six-monthly meetings to examine progress and final reports on contracts, to comment where appropriate on financial aspects and to provide technical guidance on the future development of the projects.

## VI. Evaluation criteria

The main criteria adopted for the evaluation and selection of proposals requesting financial support are as follows:

- the general objectives for steel policy defined periodically by the Commission<sup>(1)</sup> and the objectives of the framework programme for Community research<sup>(2)</sup>;
- the interest of the research and/or technological development for the steel industry (producers and consumers) of the Community,
- the value of the proposal in relation to the scientific and technical aims of these programmes (see section IV),
- the strategic importance of the proposal in connection with the maintenance and improvement of technical cooperation in the Community,
- the advantages (added value) offered by undertaking the research at the Community level compared with the effort at an individual level,
- prospects of industrial and commercial viability in the medium term.

## VII. Advisory Committee

An advisory committee entitled 'Steel Research and Development Committee (Serdec)' will be established to assist the Commission in the overall management of both the research and the pilot and demonstration projects programmes. The organization and tasks of the Committee are outlined below.

### 1. Organization

- The Committee will be composed of a maximum of two members from each Member State appointed by the Commission to serve in a personal capacity. Members will be drawn from senior research and technical management and must have substantial knowledge of the research and development needs of the steel sector. At meetings, each delegation may be accompanied by one technical expert of its choice depending on the nature of the issues under consideration.

<sup>(1)</sup> COM(90) 201 final, Brussels, 7. 5. 1990.

<sup>(2)</sup> OJ No L 117, 8. 5. 1990.

- 
- The chairman and secretariat of the Committee will be provided by the Commission.
  - If needed, the Committee may establish *ad hoc* working groups for a specific period of time to carry out a clearly defined task. These working groups shall report to the Committee.
  - The Commission shall reimburse the expenses of the two Members from each Member State and, in cases where it is deemed necessary, of one additional expert or adviser.
2. **Tasks**
- The Committee will have the following principal functions:
- advise and provide recommendations to the Commission on the priority to be given to proposals submitted annually requesting ECSC financial support on the two programmes based upon their potential economic and industrial significance as well as their scientific and technical merit,
  - monitor and issue opinions on the overall development of both programmes, provide advice when required on the work being undertaken on specific projects,
  - follow the progress of work of executive committees and expert groups connected with the research and the pilot and demonstration projects programmes,
  - the Committee shall help to ensure consistency and avoid duplication with other Community research and development programmes and related activities implemented nationally.
-

# Lignes directrices à moyen terme pour les programmes CECA de recherche technique «acier» et de projets pilotes et de démonstration en sidérurgie (1991-1995)

(90/C 252/03)

## I. Introduction

Les activités de recherche technique «CECA» se présentent sous la forme de deux programmes communautaires de soutien à la recherche en collaboration et au développement technologique, entrepris en application de l'article 55 du traité CECA qui stipule que la Commission «doit encourager la recherche technique et économique intéressant la production et le développement de la consommation du charbon et de l'acier, ainsi que la sécurité du travail dans ces industries».

Les programmes spécifiques concernent respectivement la recherche «acier» et les projets pilotes et de démonstration en sidérurgie. Ils encouragent la collaboration entre l'industrie de l'acier et ses laboratoires de recherche, d'une part, et les centres d'expertise complémentaires de l'industrie, des universités et des instituts de recherche, d'autre part.

Les lignes directrices de chaque programme sont définies périodiquement en fonction de l'évolution des priorités scientifiques et technologiques de l'industrie. Il a été décidé de formuler des lignes directrices communes pour ces activités pour la période expirant en 1995. Les présentes lignes directrices sont donc le prolongement de celles définies pour la recherche acier pour 1986-1990 <sup>(1)</sup> et remplacent celles définies pour les projets pilotes et les projets de démonstration pour la période 1988-1992 <sup>(2)</sup>.

Les objectifs et les orientations définis dans ce document sont cohérents avec la politique sidérurgique de la Commission et, en particulier, avec la contribution que la recherche «CECA» apporte pour soutenir la compétitivité de l'industrie sidérurgique comme défini dans les récents «Objectifs généraux acier 1995» <sup>(3)</sup>.

On s'attachera à maintenir une étroite coordination avec les autres programmes de recherche «CECA» portant sur les problèmes relatifs à l'environnement et à l'utilisation de l'énergie.

## II. Objectifs

Pour maintenir et renforcer la compétitivité de l'industrie européenne de l'acier sur le plan international, tant du point de vue industriel que du point de vue commercial, il importe de continuer à entreprendre des travaux de recherche et développement dans les trois directions principales suivantes:

<sup>(1)</sup> JO n° C 294 du 16. 11. 1985.

<sup>(2)</sup> JO n° C 317 du 28. 11. 1987.

<sup>(3)</sup> COM(90) 201 final, Bruxelles, 7. 5. 1990.

- a) améliorer la qualité et réduire les coûts de production;
- b) maintenir les débouchés traditionnels de l'acier et ouvrir de nouveaux marchés;
- c) adapter les conditions de production en vue de satisfaire à des exigences environnementales de plus en plus strictes.

### 1. Actions concernant les procédés de production

On peut illustrer le problème des coûts de production par les différences de productivité. À l'heure actuelle en Europe, dans la filière de la métallurgie à chaud, chaque tonne de produits laminés standard nécessite trois à cinq hommes par heure, alors que le chiffre correspondant est plus proche de deux dans certains autres pays.

Les efforts de recherche et développement viseront à optimiser les modes de production existants et à mettre au point de nouvelles techniques permettant de produire mieux, plus vite et à un moindre coût de la manière suivante:

- a) réduction du temps de traitement, amélioration de la fiabilité technique des installations, de la qualité de la production aux divers stades de fabrication, amélioration de la flexibilité de la chaîne de production;
- b) meilleure connaissance des phénomènes physiques et chimiques des systèmes multiphases et mise au point de procédés permettant d'obtenir des propriétés nouvelles et améliorées;
- c) poursuite des efforts visant à limiter les matières premières, l'énergie et la main-d'œuvre nécessaires à la production d'acier, et choix des matières premières et de la forme d'énergie les plus appropriées.

### 2. Actions concernant les produits sidérurgiques

Si l'incidence de la substitution de l'acier par des matériaux de remplacement ne s'est pas encore fait sentir, il n'en reste pas moins que les progrès réalisés dans la technologie des matériaux pourraient modifier profondément la situation de l'avenir. Le phénomène de la substitution s'applique également au remplacement d'une nuance d'acier par une autre: aciers alliés/aciers microalliés, aciers non revêtus/aciers revêtus, produits laminés à froid/produits laminés à chaud, etc.

FR

Les efforts de recherche et développement auront pour objet d'optimiser les propriétés des produits en cours d'élaboration. À cette fin, il conviendra de :

- a) réduire le temps nécessaire pour fabriquer les produits sidérurgiques exigés par le client, mieux informer le client, assurer une promotion adéquate des nouveaux produits;
- b) fournir au client des produits présentant une qualité et une fiabilité durables et se prêtant à une utilisation immédiate, développer les systèmes d'assurance de la qualité et la collaboration avec les utilisateurs d'acier dans le domaine des applications;
- c) développer de nouvelles utilisations pour l'acier, ainsi que l'utilisation de nouvelles nuances d'acier.

### 3. Actions concernant la protection de l'environnement

Pour sauvegarder sa position dans un contexte industriel aux exigences croissantes, l'industrie de l'acier doit poursuivre ses efforts en vue de créer des conditions de travail réduisant sensiblement la pollution de l'environnement (eau, air, bruit, etc.):

- a) en améliorant les techniques de contrôle de l'environnement pour les procédés de fabrication existants;
- b) en mettant au point des technologies propres pour la production et le traitement de l'acier;
- c) en valorisant les sous-produits de manière à réduire les déchets sidérurgiques.

Les innovations technologiques doivent tenir compte des meilleures conditions économiques aussi bien en ce qui concerne les coûts d'investissement que les frais de fonctionnement.

### III. Domaines techniques

La technologie du secteur de l'acier est divisée traditionnellement en deux domaines principaux: 1) les procédés de production tels que la fabrication de la fonte et de l'acier, la coulée, le laminage et le finissage, et 2) les produits et leur utilisation.

En fait, les procédés et les produits sont étroitement liés. Les progrès réalisés dans un procédé ont des répercussions directes sur les coûts de production et la qualité du produit; de même, le développement des produits se traduit par des améliorations dans le procédé de fabrication ou dans la recherche de nouveaux procédés.

À la lumière des connaissances actuelles, les domaines techniques devant être considérés comme prioritaires au niveau européen sont les suivants:

#### 1. Procédés

Les principaux thèmes de recherche et développement considérés actuellement comme prioritaires et pouvant être adaptés à toute nouvelle situation sont mentionnés ci-après. Ils sont illustrés par quelques exemples.

##### A. Réduction du coût de l'énergie consommée et de son impact sur l'environnement

La consommation d'énergie se présente sous deux aspects: elle est, d'une part, le principal facteur de coût dans la production d'acier brut et, d'autre part, affecte l'environnement.

Ces deux aspects expliquent la priorité accordée:

- aux économies d'énergie,
- à la substitution entre les différentes formes d'énergie,

et peuvent s'illustrer par les exemples suivants:

- dans les hauts fourneaux, le remplacement partiel du coke par du charbon de qualité et coût adéquats et/ou par d'autres formes d'énergie,
- dans les fours à arc électrique, les économies d'énergie réalisées en utilisant du charbon et de l'oxygène, de même que celles réalisées dans l'usure des électrodes, etc.,
- l'amélioration des qualités physiques et de la composition chimique de la ferraille, ainsi que l'amélioration de son homogénéité,
- la réduction des pertes thermiques et la récupération de chaleur aux divers stades de la production.

##### B. Développement de traitements pour l'affinage secondaire du métal liquide

Le traitement du métal liquide en dehors des fourneaux principaux (traitement du métal en fusion à l'extérieur du haut fourneau, de l'acier à l'extérieur du convertisseur ou du four à arc électrique) permet de résoudre plusieurs problèmes: rendement des installations de l'aciérie en amont et en aval de la chaîne de production, diversité du programme de production, exigences accrues des clients en matière de qualité et de délais de livraison, etc.

Parmi les exemples caractéristiques des progrès réalisés dans ce domaine, on trouve:

- de nouvelles méthodes de traitement du métal en fusion au haut fourneau, à une station de traitement intermédiaire, ou à l'acier même,
- mise au point de procédés permettant d'adapter la température, la composition et la propreté de l'acier avant la solidification.

#### C. Amélioration des techniques de mesure et d'analyse

La maîtrise des procédés d'élaboration de l'acier et des procédés de façonnage dépend de nombreuses mesures et d'analyses précises qui doivent être effectuées rapidement et, dans une mesure croissante, en continu. Il importe de mettre au point de nouvelles méthodes tenant compte du progrès scientifique et technique.

Il s'agit notamment des techniques suivantes:

- mesures et analyses en continu dans le haut fourneau,
- mesures et analyses en continu du métal liquide pendant la fabrication de l'acier et pendant la coulée continue,
- examen de la géométrie du produit, de sa santé interne et de l'état de la surface pendant les divers stades du traitement tels que la coulée, le laminage à chaud et à froid, le traitement de surface et le finissage.

#### D. Modélisation des procédés de production

Les modèles sont des outils performants qui permettent de mieux contrôler le fonctionnement des installations et leur faculté d'adaptation à diverses conditions de travail, comme celles requises pour les livraisons «juste à temps».

Des études seront entreprises en vue de parvenir à des descriptions quantitatives des procédés de production du fer et de l'acier, de la coulée continue, du laminage et du traitement de l'acier. Les modèles mathématiques seront mis au point en étroite coordination avec des études expérimentales. Leur validité sera éprouvée dans des installations industrielles.

#### E. Développement du contrôle, de l'automatisation et de la robotisation

Les objectifs des actions de recherche et développement mentionnées ci-dessus soulignent la nécessité de mesurer et de contrôler différents paramètres d'une manière continue. En conséquence, il importe de perfectionner les techniques de surveillance en cours de fabrication et d'intensifier l'automatisation des procédés, ainsi que de robotiser les opérations dangereuses ou nécessitant beaucoup de main-d'œuvre.

Les efforts de recherche et développement porteront également sur le développement de systèmes experts étroitement liés aux conditions de production réelles.

#### F. Amélioration de la fiabilité des installations

Étant donné la nécessité, pour une industrie moderne comme celle de l'acier, de produire plus rapidement des produits de meilleure qualité, afin de satisfaire aux exigences croissantes de sa clientèle, elle se trouve dans l'obligation de continuer à améliorer la fiabilité technique de ses installations. Simultanément, elle doit mettre au point des techniques de manipulation et de suivi des données obtenues à tous les stades de la chaîne de production, de l'arrivée des matières premières aux produits finis prêts à quitter l'usine.

À cette fin, il convient notamment:

- d'élaborer des méthodes modernes de maintenance,
- de développer des installations permettant l'utilisation de ces nouvelles méthodes de maintenance,
- d'étudier des méthodes permettant de réduire les temps morts dans le fonctionnement contenu des installations de production.

#### G. Nouveaux procédés pour la fabrication

Ces nouveaux procédés, qui seront étudiés au niveau du laboratoire, du projet pilote ou du projet de démonstration, sont principalement destinés à réduire le coût de production et l'investissement en capital et à améliorer la qualité du produit, les conditions de travail et la qualité de l'environnement.

Voici plusieurs exemples relevant de ce vaste domaine:

- fusion réductrice à l'échelle de la démonstration industrielle,
- technique permettant de passer directement de l'acier liquide à des produits minces ou ultraminces, ou proches de leurs dimensions définitives,
- nouveaux procédés pour le laminage, le traitement continu et les trains finisseurs.

#### H. Amélioration de la qualité de l'environnement et valorisation des sous-produits

La qualité de l'environnement est une préoccupation essentielle de l'industrie de l'acier, comme en témoigne la prise en compte de cette préoccupation dans la plupart des thèmes de recherche et développement susmentionnés qu'ils visent à améliorer des procédés existants ou à en développer de nouveaux.

FR

Les coûts d'investissement, d'exploitation et de maintenance sont élevés et augmentent considérablement en fonction des exigences posées, d'où la nécessité d'une coopération au niveau européen pour les actions de recherche et développement concernant le développement de nouvelles technologies de production propres et la récupération, le traitement et le recyclage des sous-produits et des déchets des aciéries.

## 2. Produits

Les efforts de recherche et développement concernant les produits couvrent essentiellement les secteurs suivants de l'utilisation de l'acier:

- transports: constructions automobiles, constructions aéronautiques, constructions navales, constructions ferroviaires,
- énergie: techniques de production d'électricité, techniques minières, transport de l'énergie, enrichissement du charbon, exploitation et transformation de l'énergie,
- génie civil et structures métalliques: technique de la construction et génie civil, construction de ponts, techniques d'assemblage, techniques d'exploitation *off-shore*,
- construction d'établissements industriels: construction de chaudronnerie et d'équipements, construction de *pipe-lines*,
- construction mécanique: moteurs et transmissions, construction de grues, outillage, techniques de production,
- équipement et conditionnement: appareils et équipements ménagers, techniques de conditionnement, applications alimentaires, techniques sanitaires,
- environnement: équipement pour le traitement des effluents, de l'eau, des boues, la prévention du bruit et le recyclage des déchets.

Ces programmes portant sur les produits concernent, selon le cas, des actions à entreprendre au niveau de la recherche (fondamentale ou appliquée) ou au stade du projet pilote ou du projet de démonstration.

La mise au point de nouveaux aciers et de nouveaux produits sidérurgiques nécessite généralement l'exploitation des connaissances acquises, la construction de modèles et des essais à grande échelle dans des conditions réelles d'utilisation.

En fait, le choix des nuances d'acier, les procédés employés pour l'utilisation de l'acier et la modification des propriétés de l'acier s'inscrivent dans le cadre de recherches caractérisées par des compromis complexes basés sur une connaissance approfondie de la métallurgie

et sur une bonne compréhension des nouveaux procédés de fabrication (traitements thermomécaniques, recuit à passage continu, procédés de revêtement).

Ces recherches porteront sur:

- le développement de l'utilisation des produits sidérurgiques par les méthodes actuelles et par des méthodes nouvelles dans les domaines suivants:
  - façonnage (aciers à résistance élevée, aciers revêtus, etc.), soudabilité,
  - raccordement et assemblage (à l'aide d'adhésifs, par brasage), usinabilité,
  - aptitude au traitement thermique (dans la masse et en surface),
  - aptitude au traitement de surface (interface),
  - aptitude au revêtement (alliage, peinture, etc.).

Dans ce domaine, les travaux de recherche et développement en collaboration à l'échelle européenne ont un rôle essentiel dans les activités de normalisation, ainsi que dans l'utilisation de l'acier dans la construction (Eurocodes 3, 4 e 8), à la veille du marché unique;

- le développement des propriétés de l'acier en fonction de l'utilisateur, notamment:
  - mise au point d'aciers présentant des propriétés améliorées en vue d'applications spécifiques,
  - propriétés mécaniques à haute et basse température,
  - résistance à la rupture (rupture ductile et rupture de fragilité),
  - résistance à la fatigue,
  - résistance à la corrosion,
  - comportement en cas de contraintes combinées (par exemple fatigue sous corrosion),
  - propriétés électriques et magnétiques,
  - résistance à l'usure.
- Parallèlement au développement de produits classiques, il conviendra d'étudier de nouvelles catégories de matériaux, notamment:
  - les matériaux composites à base d'acier tels que les tôles *sandwich* d'autres combinaisons,

- la combinaison de l'acier avec d'autres matériaux tels que le béton, permettant d'obtenir une meilleure résistance au feu,
- les aciers à structure spéciale tels que les aciers microcristallins obtenus par refroidissement rapide.

#### IV. Participation

Toutes les entreprises et les instituts de recherche souhaitant mener des recherches au sens de l'article 55 du traité CECA peuvent demander une assistance financière à la Commission des Communautés européennes.

Les demandes de soutien financier pour chaque année doivent être soumises à la Commission respectivement avant le 1<sup>er</sup> septembre de l'année précédente pour le programme recherche et 1<sup>er</sup> octobre de l'année précédente pour les projets pilotes et les projets de démonstration <sup>(1)</sup>.

Les formulaires de demande et la procédure à suivre pour la soumission et la prise en compte des demandes, et les obligations du bénéficiaire en matière de protection et de diffusion des résultats de la recherche peuvent être obtenus à l'adresse suivante:

Commission des Communautés européennes,  
Direction générale de la science,  
de la recherche et du développement,  
Direction de la recherche technologique,  
Activités CECA de recherche technique «Acier»,  
rue de la Loi 200,  
B-1049 Bruxelles,  
Télex: 21877 COMEU B.

La Commission peut, dans les conditions précisées dans la présente communication, accorder un soutien financier à la recherche et aux projets pilotes et de démonstration qui relèvent du domaine technologique et scientifique défini dans les lignes directrices et qui intéressent un nombre important d'entreprises de la Communauté. Ces projets peuvent concerner la production et la transformation du fer et de l'acier ou les propriétés, la fabrication et l'utilisation de l'acier.

Dans les projets pilotes et de démonstration, la phase pilote concerne la construction, l'exploitation et le développement d'une installation ou d'une partie d'installation de taille adéquate et utilisant des composants suffisamment importants pour permettre d'établir la faisabilité des résultats théoriques ou obtenus en laboratoire et/ou améliorer la fiabilité des données techniques et économiques nécessaires pour passer à la phase de démonstration

<sup>(1)</sup> Exceptionnellement, pour l'année 1990, le délai sera respectivement de quinze jours et de trente jours après la date de publication de ces «lignes directrices».

tration et, dans certains cas, à la phase industrielle et/ou commerciale.

La phase de démonstration concerne la construction et/ou l'exploitation d'une installation à l'échelle industrielle ou d'une partie importante d'installation à l'échelle industrielle en vue de recueillir toutes les données techniques et économiques permettant de passer, avec le moins de risques possibles, à l'exploitation industrielle et/ou commerciale de la technologie en cause.

#### V. Mise en œuvre des programmes

Toutes les propositions présentées seront examinées sur la base des informations ci-dessous, qui sont communiquées par les postulants:

- une description détaillée du projet indiquant, le cas échéant, ses différentes phases techniques <sup>(2)</sup>, son organisation et son calendrier,
- un exposé de l'état actuel de la recherche et/ou du développement technologique dans le domaine concerné,
- les perspectives d'application des résultats et les avantages techniques et/ou économiques dont bénéficierait la Communauté,
- la situation financière et les capacités techniques du (des) postulant(s) participant au projet,
- la nature et l'étendue des risques techniques et économiques inhérents au projet,
- les perspectives de viabilité économique et/ou commerciale et les méthodes d'évaluation à appliquer,
- le coût total du projet et, le cas échéant, sa ventilation par phase technique, le financement devant inclure le soutien financier demandé ou obtenu auprès de la Commission, des États membres ou d'autres organismes publics ou privés,
- toute autre information justifiant le soutien financier demandé à la Commission, telle que les répercussions sur l'environnement.

<sup>(2)</sup> Une phase technique est une étape du projet qui présente une certaine valeur technique et fournit des informations permettant d'évaluer la justification scientifique, technique et/ou économique de l'étape suivante et de décider si le projet doit ou non être poursuivi.

Pour que ces programmes contribuent efficacement à la réalisation des objectifs définis ci-dessus, la Commission donnera la préférence aux actions suivantes:

- développement de projets transfrontaliers et interdisciplinaires visant à tirer parti des avantages de la recherche en collaboration et à créer un esprit réellement européen,
- promotion de grands projets communautaires à long terme présentant un risque potentiel élevé dans les domaines d'intérêt stratégique pour l'industrie sidérurgique de la Communauté, tels que les nouvelles technologies de production d'acier: la fusion réductrice, la coulée continue des produits minces, etc., ou à l'avant-garde du progrès: aciers revêtus, aciers inoxydables, etc.,
- soutien à la coordination d'autres programmes nationaux et/ou communautaires en vue d'optimiser les ressources disponibles,
- concentration des efforts de recherche et développement sur les projets offrant les meilleures perspectives en termes d'amélioration du rendement technique et économique des opérations, à court et à moyen termes,
- amélioration de l'accès aux connaissances, grâce aux techniques modernes de traitement de l'information, et grâce à l'interconnexion des banques de données existantes.

En ce qui concerne l'ampleur des projets relevant du programme de recherche et auxquels ne participe qu'une seule organisation, le coût total ne devrait pas dépasser 1 million d'écus pour une durée de trois ans. La préférence ira aux grands projets transnationaux d'importance industrielle majeure nécessitant des budgets supérieurs à celui mentionné ci-dessus.

Les projets pilotes et de démonstration auxquels collaborent deux partenaires ou plus devront respecter les exigences suivantes:

- un partenaire au moins doit être producteur d'acier,
- le niveau de participation de chaque partenaire ne doit pas être uniquement symbolique et doit, de préférence, représenter au moins 10 % du budget total du projet,
- les postulants doivent définir de manière détaillée le rôle et la fonction de chaque participant.

L'état d'avancement des contrats conclus dans le cadre des projets de recherche et des projets pilotes et de démonstration sera surveillé respectivement par une série de comité exécutifs et par une série de groupes d'experts. Ce contrôle, placé sous la responsabilité de la Commission, s'effectuera par le biais de réunions semestrielles au cours desquelles des participants examineront l'état d'avancement et les rapports finals prévus dans les contrats, commenteront le cas échéant les aspects financiers et apporteront une assistance technique quant au développement ultérieur des projets.

## VI. Critères d'évaluation

Les principaux critères d'évaluation et de sélection des propositions pour lesquelles un soutien financier est demandé sont les suivants:

- les objectifs généraux de la politique de l'acier définis périodiquement par la Commission <sup>(1)</sup> et les objectifs du programme-cadre pour la recherche communautaire <sup>(2)</sup>,
- l'intérêt de la recherche et/ou du développement technologique pour l'industrie de l'acier (producteurs et consommateurs) de la Communauté,
- la valeur de la proposition compte tenu des objectifs scientifiques et techniques de ces programmes (voir la section IV),
- l'importance stratégique de la proposition en ce qui concerne le maintien et l'amélioration de la coopération technique dans la Communauté,
- les avantages (valeur ajoutée) que présente le fait d'entreprendre les recherches au niveau communautaire plutôt qu'au niveau individuel,
- les perspectives de viabilité industrielle et commerciale à moyen terme.

## VII. Comité d'experts

Un comité d'experts, dénommé «comité pour la recherche et le développement dans le secteur de l'acier», sera mis sur pied. Il assistera la Commission dans la gestion générale des projets de recherche et des projets pilotes et de démonstration. Son organisation et ses tâches sont exposées ci-dessous.

### 1. Organisation

- Le comité est composé de deux ressortissants de chaque État membre au maximum, nommés par la Commission à titre personnel. Ces membres doivent être des chercheurs et des gestionnaires techniques de haut niveau et doivent bien connaître les besoins en matière de recherche et de développement dans le secteur de l'acier. Lors des réunions, chaque délégation peut être accompagnée par un expert technique de son choix, selon la nature des questions à l'ordre du jour,

<sup>(1)</sup> COM(90) 201 final, Bruxelles, 7. 5. 1990.

<sup>(2)</sup> JO n° L 117 du 8. 5. 1990.

- 
- la présidence et le secrétariat du comité sont assurés par la Commission,
  - si nécessaire, le comité peut constituer des groupes de travail *ad hoc* pour une durée spécifique afin de remplir une tâche précise. Ces groupes de travail font rapport à la Commission,
  - la Commission rembourse les frais des deux délégués de chaque État membre et, lorsque cela est jugé nécessaire, ceux d'un expert ou d'un conseiller supplémentaire.

## 2. Tâches

Les principales fonctions du comité sont les suivantes:

- conseiller la Commission et lui prodiguer des recommandations quant à la priorité à accorder aux propo-

sitions soumises chaque année dans le cadre des deux programmes et demandant un soutien financier de la CECA sur la base de leur potentiel économique, de leur importance industrielle et de leur qualité scientifique et technique,

- surveiller et commenter le développement global des deux programmes et, le cas échéant, fournir des conseils concernant les travaux entrepris au titre de projets spécifiques,
- suivre l'avancement des travaux des comités exécutifs et des groupes de recherche liés aux programmes de recherche et de projets pilotes et de démonstration,
- le comité contribue à la cohérence et évite les doubles emplois avec les autres programmes de recherche et de développement de la Communauté et avec les activités connexes entreprises au niveau national.

## Direttive a medio termine per i programmi CECA di ricerca tecnica e di progetti pilota/ dimostrativi di siderurgia (1991-1995)

(90/C 252/03)

### I. Introduzione

Le attività di ricerca tecnica CECA si articolano in due programmi comunitari a sostegno della ricerca di cooperazione e di sviluppo tecnologico, lanciati ai sensi dell'articolo 55 del trattato che stabilisce che la Commissione «deve incoraggiare le ricerche tecniche ed economiche concernenti la produzione e l'incremento del consumo del carbone e dell'acciaio, e parimente la sicurezza del lavoro in queste industrie.»

Questi programmi specifici riguardano rispettivamente la ricerca siderurgica ed i progetti pilota e dimostrativi, promuovendo la collaborazione tra l'industria siderurgica ed i suoi laboratori di ricerca da un lato e, i centri industriali esperti nel settore, le università e gli istituti di ricerca, dall'altro.

Periodicamente vengono elaborate delle direttive per ogni programma in modo da riflettere le priorità in campo scientifico e tecnologico che si evolvono a livello industriale. Attualmente è stato deciso di elaborare direttive comuni per tali attività per i prossimi anni fino al 1995. Queste nuove direttive rappresentano pertanto un ampliamento di quelle stabilite per la ricerca siderurgica per il periodo 1986-1990<sup>(1)</sup> e sostituiscono quelle relative al programma progetti pilota e dimostrativi per il quinquennio 1988-1992<sup>(2)</sup>.

Gli obiettivi e gli orientamenti tecnici qui definiti corrispondono alle politiche della Commissione per il settore siderurgico ed, in particolare, al contributo che la ricerca CECA vuole dare per sostenere la competitività all'industria come sottolineato recentemente negli «Obiettivi generali per l'acciaio 1995»<sup>(3)</sup>.

Verrà curato in particolare il coordinamento con gli altri programmi CECA di ricerca relativi ai problemi dell'ambiente e dell'utilizzazione dell'energia.

### II. Obiettivi

Per sostenere e sviluppare la competitività dell'industria siderurgica europea a livello internazionale in un contesto industriale e commerciale, è necessario proseguire la ricerca e lo sviluppo lungo le tre seguenti linee principali:

- a) migliorare la qualità e ridurre i costi di produzione;
- b) favorire gli sbocchi dell'acciaio nei suoi mercati tradizionali e lo sviluppo di nuovi mercati;
- c) adattare i sistemi di produzione per rispettare norme sempre più severe in materia di protezione dell'ambiente.

#### 1. Le azioni interessate ai processi di produzione

L'aspetto costi di produzione può essere spiegato da differenze nella produttività. Attualmente in Europa seguendo il sistema classico di fabbricazione sono necessari da 3 a 5 ore/uomo per tonnellata di prodotto laminato standard mentre in alcuni altri paesi il livello si avvicina alle 2 ore/uomo per tonnellata.

La R&S cercherà di ottimizzare i metodi esistenti di produzione e di sviluppare nuove tecnologie per produrre più rapidamente, meglio e a costi inferiori, mediante:

- a) riduzione dei tempi di lavorazione, migliorando l'affidabilità tecnica degli impianti, la qualità della produzione nei vari stadi di lavorazione, e la flessibilità delle linee di lavorazione;
- b) acquisizione di una conoscenza più particolareggiata dei fenomeni fisici e chimici dei sistemi multifase nonché dello sviluppo di processi che permettono di ottenere proprietà nuove e migliorate;
- c) prosecuzione degli sforzi per il conseguimento di risparmi nel consumo delle materie prime, della manodopera e dell'energia utilizzata per la produzione dell'acciaio nonché scelta delle materie prime e delle forme di energia più appropriate.

#### 2. Azioni relative ai prodotti siderurgici

Se finora non si è registrato un notevole impatto nella sostituzione dell'acciaio con materiali alternativi, progressi nella tecnologia dei materiali potrebbero modificare in modo significativo in futuro tale situazione.

(<sup>1</sup>) GU n. C 294 del 16. 11. 1985.

(<sup>2</sup>) GU n. C 317 del 28. 11. 1987.

(<sup>3</sup>) COM(90) 201 def., Bruxelles, 7. 5. 1990.

Il fenomeno della sostituzione si riferisce anche alla sostituzione di un tipo d'acciaio con un altro: acciai legati/acciai microlegati, acciai non rivestiti/prodotti rivestiti, prodotti laminati a freddo/prodotti laminati a caldo, ecc.

Con la R&S si cercherà di ottimizzare le proprietà dei prodotti esistenti e di immettere sul mercato prodotti che sono attualmente in fase di sviluppo. Ciò sarà realizzato:

- a) riducendo il tempo necessario alla produzione del prodotto siderurgico richiesto dal cliente, fornendo le informazioni più precise al consumatore, promuovendo adeguatamente nuovi prodotti;
- b) fornendo al consumatore prodotti di qualità costante e affidabili che possono essere di immediata utilizzazione sviluppando una garanzia di qualità, e collaborando con gli utilizzatori nell'impiego dell'acciaio stesso;
- c) sviluppando nuove applicazioni dell'acciaio e l'impiego di nuovi tipi d'acciaio.

### 3. Azioni che si riferiscono alla protezione dell'ambiente

Per mantenere il posto dovute in un contesto industriale sempre più esigente, l'industria siderurgica deve proseguire i propri sforzi verso la creazione di condizioni di lavoro che limitino l'inquinamento ambientale (acqua, aria, rumore, ecc.) segnatamente:

- a) migliorando le tecniche di controllo ambientale per i processi esistenti;
- b) sviluppando nuove tecnologie pulite per la produzione e la lavorazione dell'acciaio;
- c) migliorando il valore dei sottoprodotti riducendo i residui delle lavorazioni siderurgiche.

L'innovazione tecnologica avverrà nelle migliori condizioni economiche dal punto di vista dell'investimento e dei costi di gestione.

### III. Settori tecnici

La tecnologia del settore siderurgico è tradizionalmente articolata in due settori principali: 1) processi di fabbricazione quali la produzione della ghisa, dell'acciaio, la fusione, la laminazione e la finitura e 2) i prodotti ed il loro impiego.

In realtà i processi e i prodotti sono strettamente collegati fra di loro. I progressi realizzati nell'ambito di un processo di produzione hanno un impatto diretto sui costi di produzione e sulla qualità del prodotto e al contempo lo sviluppo di prodotti porta a miglioramenti del processo di produzione o alla ricerca di nuovi processi.

Alla luce delle conoscenze di cui attualmente disponiamo, i settori tecnici, in cui a livello europeo si dovrebbero porre gli accenti prioritari, sono i seguenti:

#### 1. Processi

I principali temi di R&S definiti attualmente come prioritari e capaci di adattarsi a nuove situazioni sono menzionati qui di seguito, e sono inoltre corredati da un certo numero di esempi illustrativi.

##### A. Riduzione del costo dell'energia consumata e i suoi effetti sull'ambiente

Il consumo di energia presenta un duplice aspetto: in primo luogo rappresenta il fattore di costo più importante nella produzione di acciaio grezzo e in secondo luogo ha un'influenza sull'ambiente.

Questi due aspetti spiegano la priorità data:

- al risparmio di energia, e
- alla sostituzione tra le varie forme di energia.

e possono venir illustrati con i seguenti esempi:

- negli altoforni, sostituzione parziale del coke con carbone di qualità e costi adatti e/o con altre forme di energia,
- nei forni elettrici, risparmi d'energia elettrica utilizzando carbone e ossigeno, risparmi nel consumo di elettrodi,
- miglioramento della qualità e della composizione chimica del rottame, compresa la sua consistenza,
- riduzione delle perdite termiche, recupero di calore sensibile nei vari stadi della produzione.

##### B. Sviluppo di trattamenti per l'affinazione secondaria del metallo liquido

Il trattamento del metallo liquido al di fuori dei forni principali (trattamento del metallo liquido al di fuori dell'altoforno, di acciaio al di fuori del convertitore o del forno elettrico) fornisce una soluzione a vari problemi relativi al funzionamento degli impianti siderurgici sia a monte che a valle della linea di produzione, alla diversità del programma di produzione, alla maggiore domanda dei consumatori sulla qualità e i tempi di fornitura, ecc.

Esempi tipici di progresso in questo settore sono:

- nuovi metodi per il trattamento del metallo liquido all'altoforno, o in una stazione intermedia di trattamento o nell'impianto siderurgico stesso;
- sviluppo di processi per la regolazione della temperatura, della composizione e del grado di pulizia dell'acciaio prima della solidificazione.

#### C. *Miglioramento delle tecniche di misurazione e di analisi*

Il perfetto controllo dei processi siderurgici e dei processi di lavorazione dell'acciaio dipende da numerose misure ed analisi precise che devono essere eseguite rapidamente e, in misura sempre crescente, in continuo. Devono essere sviluppate nuove tecniche che tengano conto del progresso tecnico e scientifico.

Alcuni esempi sono:

- misure ed analisi in continuo all'altoforno;
- misure ed analisi in continuo del metallo liquido durante la produzione d'acciaio e in colata continua;
- esame della geometria del prodotto, della struttura interna e dello stato di superficiale durante le varie fasi della trasformazione del metallo quali la colata, la laminazione a caldo e a freddo, i trattamenti della superficie e finitura.

#### D. *Elaborazione di modelli del processo di produzione*

I modelli rappresentano uno strumento assai potente che consente un migliore controllo del funzionamento degli impianti e della loro capacità di adattarsi alle varie condizioni di lavoro, quali quelle necessarie per le forniture cosiddette «just in time».

Verranno effettuati studi che porteranno a descrizioni quantitative dei processi di produzione dell'acciaio, della colata continua della laminazione e del trattamento dell'acciaio. Verranno sviluppati modelli matematici in stretto collegamento con studi sperimentali e la loro validità verrà verificata su impianti industriali.

#### E. *Sviluppo del controllo, dell'automazione e dell'uso di robot*

Gli obiettivi di R&S sopracitati provano la necessità di misurare e controllare i parametri in modo più continuo, e pertanto di sviluppare ulteriori tecniche di controllo in linea e di automazione dei processi, oltre alla robotizzazione di operazioni che richiedono molta manodopera e presentano pericoli.

Lo sforzo di R&S verrà anche a concentrarsi sullo sviluppo di sistemi esperti strettamente legati alle reali condizioni di produzione.

#### F. *Miglioramento dell'affidabilità degli impianti*

La necessità di un'industria moderna quale la siderurgia di produrre più rapidamente e meglio per soddisfare le richieste sempre più esigenti dei suoi clienti vuole un continuo miglioramento dell'affidabilità tecnica dei suoi impianti. Allo stesso tempo è necessario sviluppare tecniche che permettano di utilizzare e seguire i dati ottenuti in tutta la catena di produzione, dall'arrivo delle materie prime fino al prodotto finale che esce dagli stabilimenti.

Tra i vari esempi ricordiamo:

- l'elaborazione di moderni sistemi di manutenzione,
- lo sviluppo di impianti in grado di utilizzare questi nuovi sistemi di manutenzione,
- gli studi relativi alle possibilità di ridurre i periodi di sospensione di impianti di produzione che lavorano in continuo.

#### G. *Nuovi processi per la produzione e la lavorazione dell'acciaio*

Questi nuovi processi, che verranno studiati sia a livello di laboratorio, che di impianto pilota o dimostrativo, si propongono essenzialmente di ridurre i costi di produzione e gli investimenti migliorando la qualità del prodotto, le condizioni di lavoro e tutelando la qualità dell'ambiente.

Tra i vari esempi di questa vasta area tecnologica possiamo citare:

- la «smelting reduction» su scala dimostrativa industriale,
- tecnologia per passare direttamente dall'acciaio liquido a prodotti sottili e ultra sottili o quasi allo stato finale di utilizzazione,
- nuovi processi per linee di laminazione, di trattamento continuo e finitura dell'acciaio.

#### H. *Miglioramento della qualità dell'ambiente e valorizzazione dei sottoprodotti (by-products)*

La qualità dell'ambiente è una preoccupazione essenziale dell'industria siderurgica, e di ciò ne è testimone l'inclusione di questo argomento in molti dei temi di R&S ricordati, sia che trattino del miglioramento di processi esistenti o dello sviluppo di nuovi processi di produzione.

Il costo relativo di investimento, di gestione e di manutenzione sono elevati e potrebbero notevolmente aumentare in funzione delle esigenze cui debbono soddisfare. Ciò rende particolarmente necessaria la cooperazione a livello europeo in materia di R&S per lo sviluppo di nuove tecnologie di produzione pulite e per il recupero, il trattamento ed il riciclo dei sottoprodotti e dei rifiuti degli impianti siderurgici.

## 2. Prodotti

Lo sforzo di R&S relativo ai prodotti copre essenzialmente le seguenti aree d'impiego dell'acciaio:

### — Trasporti:

produzione di automobili, costruzioni aeronautiche, navali e ferroviarie.

### — Settore dell'energia:

centrali elettriche, estrazione mineraria, trasporto di energia, trasformazione del carbone, sfruttamento e trasformazione dell'energia.

### — Ingegneria civile e strutture in acciaio:

costruzione di strutture e genio civile, costruzione di ponti, sistemi di assemblaggio, piattaforme off-shore.

### — Impiantistica:

costruzione di caldaie e di impianti industriali, oleodotti, gasdotti, ecc.

### — Ingegneria meccanica:

sistemi di trasmissione, costruzione di carriponti e gru, attrezzi e tecniche di produzione.

### — Settore domestico e imballaggi:

attrezzature domestiche e imballaggio, prodotti alimentari e sanitari.

### — Ambiente:

impianti per il trattamento di emissioni, di rifiuti, di acque di scarico e di fanghi, di eliminazione del rumore, riciclo dei rifiuti.

A tali programmi, relativi ai prodotti sono interessate di volta in volta, azioni da intraprendere a livello di ricerca (fondamentale, orientata o applicata) o a livello pilota-dimostrativo.

Lo sviluppo di nuovi acciai e di nuovi prodotti siderurgici richiede in genere lo sfruttamento di conoscenze esistenti, l'elaborazione di modelli, prove su larga scala in condizioni di impiego.

Infatti, le scelte dei tipi di acciaio e dei processi per il suo impiego e le modifiche delle sue proprietà vengono realizzati da ricerche caratterizzate da compromessi complessi, basati su un'ampia conoscenza della metallurgia ed una comprensione di nuovi processi di fabbricazione (trattamenti termo-meccanici, ricottura in continuo, processi di rivestimento).

A questo tipo di ricerca si rifanno:

— lo sviluppo dell'impiego di prodotti siderurgici utilizzando tecniche esistenti e nuove nei seguenti settori:

— formatura (acciaio ad elevata resistenza, lamiere rivestite, ecc.),

— saldabilità,

— assemblaggio (uso di adesivi e brasatura),

— lavorabilità,

— trattamenti termici, (sia nel cuore che in superficie),

— trattamenti della superficie (interfaccia),

— rivestimenti (alligatura, pitture, ecc.).

In questo settore la ricerca e lo sviluppo in collaborazione a livello europeo possono svolgere un ruolo sempre più essenziale per le attività di elaborazione di norme relative ad esempio all'impiego degli acciai nella costruzione (Eurocodici 3, 4 e 8) nell'ottica del futuro mercato unico.

— Lo sviluppo di proprietà dell'acciaio destinate in particolare all'utilizzatore:

— acciai a proprietà migliorate per applicazioni specifiche,

— proprietà meccaniche ad alte e basse temperature,

— resistenza alla frattura (duttile e fragile),

— resistenza alla fatica,

— resistenza alla corrosione,

— comportamento in condizioni di sollecitazioni combinate (ad esempio, alla fatica da corrosione),

— proprietà elettriche e magnetiche,

— resistenza all'usura.

— Come al di là dello sviluppo di prodotti classici è necessario prendere in considerazione le nuove categorie di materiali, in particolare:

— materiali compositi basati sull'acciaio quali lamiere sandwich ed altre combinazioni,



- la combinazione dell'acciaio con altri materiali quali il cemento armato, in modo che i prodotti presentino una resistenza migliorata al fuoco,
- acciai con strutture speciali come gli acciai microcristallini ottenuti per raffreddamento rapido.

#### IV. Partecipazione

Tutte le aziende e gli istituti di ricerca che intendano intraprendere ricerche in conformità con le disposizioni dell'articolo 55 del trattato CECA, possono richiedere una sovvenzione alla Commissione delle Comunità europee.

Le richieste di finanziamento del programma di ricerca devono pervenire alla Commissione entro il 1° settembre, e quelle per il programma relativo ai progetti pilota e dimostrativi entro il 1° ottobre di ogni anno per essere avviati l'anno successivo (\*).

I moduli per le domande e le modalità relative alla presentazione e alla valutazione delle domande, e gli obblighi del beneficiario in merito alla protezione e alla divulgazione dei risultati delle ricerche si possono richiedere al seguente indirizzo

Commissione delle Comunità europee  
Direzione generale scienza, ricerca e sviluppo  
Direzione ricerche tecnologiche  
Attività CECA di ricerca tecnica acciaio  
Rue de la Loi 200  
B-1049 Bruxelles  
Telex: 21877 COMEU B.

Alle condizioni definite nella presente comunicazione, la Commissione può concedere contributi finanziari per progetti di ricerca e progetti pilota e dimostrativi inerenti al campo di applicazione tecnologica e scientifica descritto in queste direttive e che interessino un vasto numero di imprese all'interno della Comunità. I progetti possono riguardare i processi di produzione della ghisa e dell'acciaio, o le proprietà, la lavorazione e l'impiego dell'acciaio.

Nel programma dei progetti pilota e dimostrativi, la fase pilota è caratterizzata dalla costruzione, dal funzionamento e dallo sviluppo di un impianto o di una parte consistente di un impianto di grandezza adeguata che preveda l'impiego di componenti di dimensioni tali da permettere la verifica e l'applicabilità dei risultati teorici o di laboratorio e/o l'incremento dell'affidabilità dei dati tecnici ed economici necessari per passare alla fase

(\*) Per l'anno 1990 il termine ultimo viene fissato rispettivamente in 15 giorni e 30 giorni dalle date di pubblicazione di queste direttive.

dimostrativa e, in alcuni casi, alla fase industriale e/o commerciale.

La fase dimostrativa è caratterizzata dalla costruzione e/o dalla conduzione di un impianto a scala industriale o di una parte consistente di esso che dovrebbe consentire di raccogliere tutti i dati tecnici ed economici per poter sfruttare, col minimo rischio possibile, la tecnologia a livello industriale e/o commerciale.

#### V. Esecuzione dei programmi

Tutte le proposte presentate saranno esaminate sulla base delle seguenti informazioni fornite dai richiedenti:

- descrizione dettagliata del progetto comprendente, ove del caso, la sua scomposizione in fasi tecniche (?), la sua organizzazione e i tempi di realizzazione,
- una relazione sullo stato dell'arte dei progressi dello sviluppo tecnologico nel settore di interesse,
- le prospettive sull'applicazione dei risultati e i vantaggi tecnici e/o economici derivanti alla Comunità,
- la situazione finanziaria e la capacità tecnica dei richiedenti,
- la natura e la portata dei rischi di natura tecnica ed economica inerenti al progetto,
- le prospettive di attuabilità economica e/o commerciale e i mezzi di valutazione applicabili,
- il costo totale del progetto ed, eventualmente, la sua scomposizione in fasi tecniche; il finanziamento deve includere l'aiuto richiesto o concesso dalla Comunità, dagli Stati membri o da altre istituzioni pubbliche o private,
- qualsiasi altra informazione che giustifichi la richiesta di sovvenzione da parte della Comunità, come eventuali implicazioni di natura ambientale.

(?) Una fase tecnica è una fase del progetto che ha valore tecnico in se stessa, e che fornisce dati che consentono di valutare, a livello scientifico, tecnico e/o economico, la fase successiva e, quindi, di decidere sulla continuazione del progetto.

Perché questi programmi possano contribuire efficacemente agli obiettivi definiti in precedenza, la Commissione favorirà le seguenti azioni:

- sviluppo di progetti di collaborazione transfrontaliera e interdisciplinare per incrementare i vantaggi di una ricerca collettiva e per forgiare un vero spirito europeo;
- promozione di importanti progetti comunitari a lungo termine, implicanti rischi elevati, nelle aree di interesse strategico per l'industria siderurgica della Comunità, quali nuove tecnologie per la produzione di acciaio («smelting reduction», colata continua di prodotti sottili ecc.) o d'avanguardia (acciai rivestiti, acciai inossidabili, ecc.);
- sostegno a favore di cooperazioni con altri programmi nazionali e/o comunitari per sfruttare al meglio le risorse disponibili;
- concentrazione delle attività di R&S su progetti che offrono le migliori prospettive per lo sviluppo delle prestazioni tecniche ed economiche di esercizio, a breve e a medio termine;
- maggiore disponibilità delle informazioni, assicurata dalle moderne tecniche di trattamento dell'informazione e dalle interconnessioni con banche dati già esistenti.

Per quanto concerne le dimensioni dei progetti nell'ambito del programma di ricerca, quelli che coinvolgono un unico organismo non dovrebbero superare un costo totale di 1 milione di ecu per la durata di tre anni. Verrà data la preferenza a progetti transnazionali di vasta scala, di rilevante importanza a livello industriale per i quali saranno richiesti stanziamenti superiori a quelli menzionati.

Per i progetti pilota e dimostrativi ove si preveda la collaborazione tra due o più partner:

- almeno un partner deve essere un produttore di acciaio,
- la quota di partecipazione di ogni partner non dovrà essere puramente simbolica e, preferibilmente, dovrebbe corrispondere ad almeno il 10 % del bilancio globale previsto per il progetto,
- dovranno essere fornite informazioni sul ruolo e la funzione di ogni partecipante.

Il controllo sull'andamento dei contratti stipulati per i programmi relativi ai progetti di ricerca e ai progetti pilota e dimostrativi sarà effettuato rispettivamente da comitati esecutivi e da gruppi di esperti. Sotto la responsabilità della Commissione, tale controllo avverrà in riunioni semestrali per esaminare i progressi e le relazioni finali dei lavori oggetto dei contratti, per presentare eventuali osservazioni sugli aspetti finanziari e per fornire un parere tecnico sullo sviluppo futuro dei progetti.

## VI. Criteri di valutazione

I principali criteri adottati per la valutazione e la selezione delle proposte con richiesta di finanziamento sono i seguenti:

- gli obiettivi generali della politica siderurgica definita periodicamente dalla Commissione<sup>(1)</sup> e gli obiettivi del programma quadro per le ricerche comunitarie<sup>(2)</sup>;
- l'interesse della ricerca e/o dello sviluppo tecnologico per l'industria siderurgica (produttori e consumatori) della Comunità;
- il valore della proposta in relazione agli obiettivi scientifici e tecnici dei programmi (vedi capo IV);
- l'importanza strategica della proposta in merito al mantenimento ed al miglioramento della cooperazione a livello tecnico all'interno della Comunità;
- i vantaggi (valore aggiunto) derivanti dall'intraprendere la ricerca a livello comunitario invece che a livello individuale;
- le prospettive di sfruttamento industriale e commerciale nel medio termine.

## VII. Comitato consultivo

Sarà istituito un comitato consultivo denominato «Steel Research and Development Committee» (SERDEC) per assistere la Commissione nella gestione globale dei programmi relativi ai progetti di ricerca e ai progetti pilota e dimostrativi. L'organizzazione e i compiti del comitato vengono qui sotto definiti.

### 1. Organizzazione

- Il comitato sarà composto da un massimo di due rappresentanti per ogni Stato membro nominati dalla Commissione a titolo personale. I membri saranno scelti tra i dirigenti più autorevoli nel settore tecnico e che siano a conoscenza delle esigenze di ricerca e di sviluppo nel settore siderurgico. Durante le riunioni, ogni delegazione potrà essere accompagnata da un esperto di sua scelta, in relazione alla natura degli argomenti in esame.

<sup>(1)</sup> COM(90) 201 def., Bruxelles, 7. 5. 1990.

<sup>(2)</sup> GU n. L 117 dell'8. 5. 1990.

- 
- Il presidente e il segretario del comitato saranno nominati dalla Commissione.
  - Ove necessario, il comitato potrà creare gruppi di lavoro ad hoc per un periodo di tempo determinato, ai quali sarà affidata l'esecuzione di un compito chiaramente definito. I gruppi di lavoro dovranno riferire al comitato.
  - La Commissione rimborserà le spese sostenute dai due rappresentanti di ogni Stato membro e, ove sarà ritenuto necessario, quelle di un esperto o consulente.

## 2. Compiti

Il comitato avrà le seguenti funzioni principali:

- consigliare e fornire raccomandazioni alla Commissione in merito alle priorità delle proposte presentate annualmente con la richiesta di sovvenzioni CECA per i due programmi, sulla base della loro potenziale rilevanza economica ed industriale, nonché del loro valore scientifico e tecnico;
- controllare ed esprimere pareri sullo sviluppo globale di entrambi i programmi, fornire consulenze, ove richiesto, sul lavoro intrapreso su progetti specifici;
- seguire l'andamento del lavoro dei comitati esecutivi e dei gruppi di esperti che partecipano ai programmi relativi ai progetti di ricerca e ai progetti pilota e dimostrativi;
- il comitato provvederà ad assicurare la coerenza e ad evitare l'esecuzione di lavori già previsti da altri programmi di ricerca e sviluppo della Comunità, o da altre attività connesse, intraprese a livello nazionale.



# PUBLICATIONS

*Available on microfiche from the Office for Official Publications*

*Prices on request*

Examination and assessment of application possibilities of various processes for treatment of iron and steelwork residual and waste materials  
EUR 12613, pp. XXX + 227

Vergleichsstudie der Schwelverfahren und Auswahl eines Verfahrens zur industriellen Entwicklung unter Berücksichtigung der Verwertbarkeit der anfallenden Produkte  
EUR 12629, pp. III + 61

Die Verkokung treibgefährlicher Kohlen in halb- und großtechnischen Koksöfen  
EUR 12647, pp. XVII + 72

Improving fine particle removal from flue gases in coal-fired processes  
EUR 12649, pp. VI + 148

Étude des conditions climatiques en chantiers réfrigérés et non réfrigérés à grande profondeur  
EUR 12650, pp. VII + 74

Prove industriali con spirali di tipo diverso  
EUR 12653, pp. XV + 60

Entwicklung von regelbaren externen Vorschubeinrichtungen für Gewinnungsmaschinen II  
EUR 12654, pp. VIII + 134

Research into the influence of the design of permanent support systems on gate-road stability under differing geological conditions and mining methods  
EUR 12655, pp. VI + 149

Nouvelle télécommande à câbles porteurs pour engins mobiles entraînés par un moteur fixe  
EUR 12657, pp. XI + 100

Anforderungen an ein modernes Informationssystem zur Verbesserung bergmännischer Planungsarbeiten  
EUR 12659, pp. IX + 148

Fabricación en colada continua de una palanquilla de acero de fácil mecanización y bajo carbono que dé lugar por laminación directa a un producto que en defectos y maquinabilidad sea equivalente a lo que se obtiene por métodos convencionales  
EUR 12667, pp. XLVI + 106

Recherche de la marche optimale du haut fourneau basée sur l'utilisation de stratégies objectives fondées sur l'association de symptômes quantifiés  
EUR 12719, pp. XIV + 123

Determinazione dell'usura dei tappi porosi nel convertitore con soffiaggio combinato  
EUR 12721, pp. XXIV + 80

Sviluppo della tecnologia di fabbricazione di bramme di elevata qualità e di grosso spessore, di bramme di acciaio legato e microlegato prodotte con impianti di colata in pressione (CPP)  
EUR 12723, pp. XXV + 56

Mesures et interprétation des charges dynamiques dans les ponts  
Troisième phase  
Résistance à la fatigue des dalles en acier des ponts-routes  
EUR 12747, pp. XI + 93

Software for the calculations of light gauge cold-formed steel sections  
EUR 12748, pp. VII + 18

Influence of the degree and mode of forming strain on the cyclic stress-strain

and strain-life behaviour of high-strength sheet gauge formable steels  
EUR 12749, pp. VII + 117

Fibre di acciaio per armatura di pannelli-parete in conglomerato cementizio  
EUR 12759, pp. XIX + 326

Weight reduction of vehicle sub-assemblies using thin-walled adhesively bonded steel composite structures  
EUR 12770, pp. X + 98

Influence of controlled levels of centre-line segregation on the toughness of structural steels  
EUR 12771, pp. IX + 52

Measurement and interpretation of dynamic loads in bridges  
Phase 3: Fatigue behaviour of orthotropic steel decks of road bridges  
EUR 12792, pp. VI + 156

Theoretical investigations of problems in straightening of asymmetric sections  
EUR 12793, pp. VII + 81

Résistance à la déchirure ductile d'aciers à tubes sous chargements quasi statiques et dynamiques  
EUR 12794, pp. VI + 89

Impiego di modelli matematici per l'ottenimento di strutture prefissate in vergella di acciai al carbonio grezze di laminazione  
EUR 12813, pp. XVI + 80

Development of coal-feed systems for pressurized fluidized bed processes to eliminate the use of lock hoppers  
EUR 12820, pp. VI + 137

OFFICE FOR OFFICIAL PUBLICATIONS OF THE EUROPEAN COMMUNITIES  
2 RUE MERCIER, L-2985 LUXEMBOURG



# SUBSCRIPTION INFORMATION

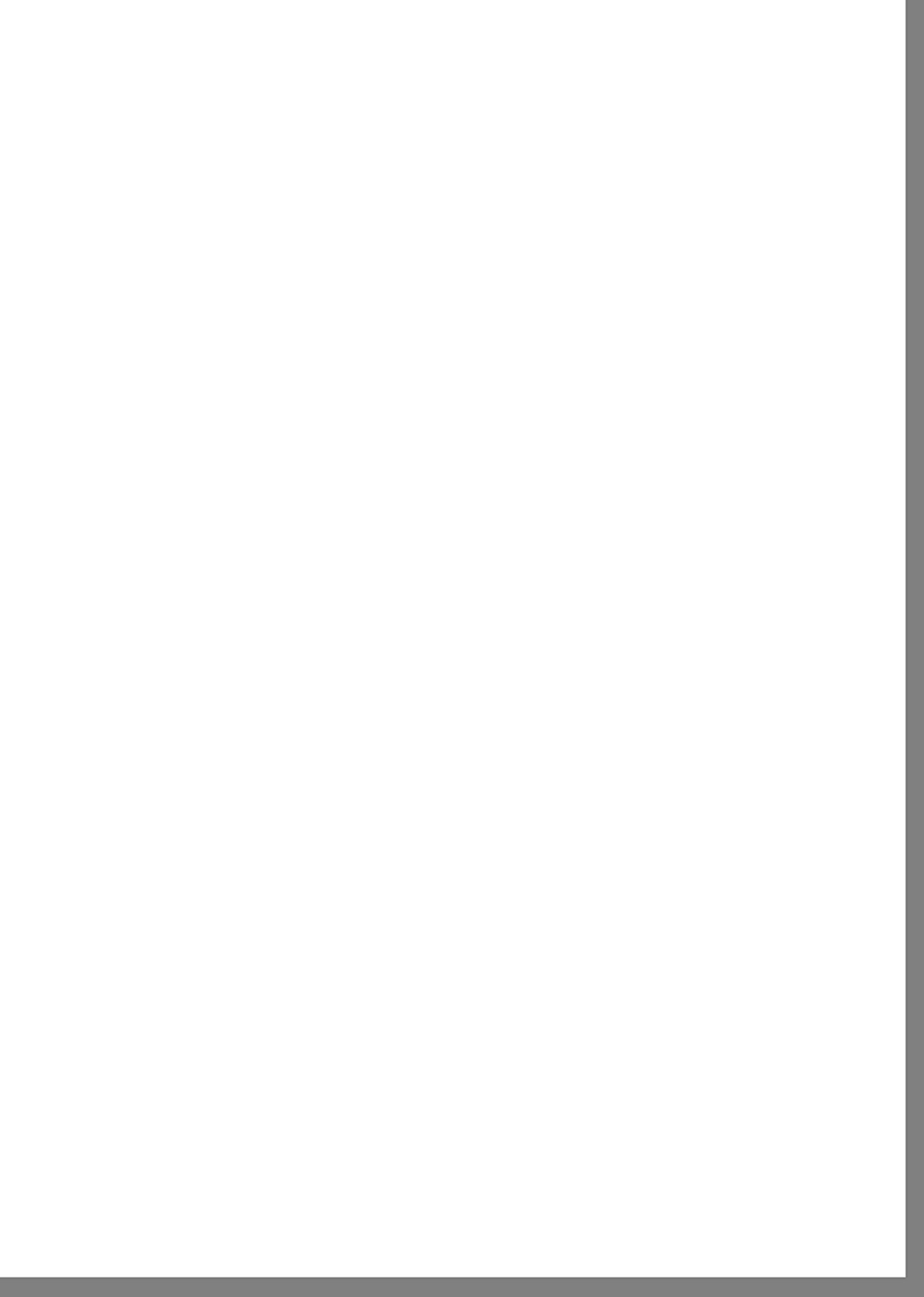
Progress in Coal, Steel and Related Social Research (ISSN 1015-6275) is published four times a year by the Office for Official Publications of the European Communities, L-2985 Luxembourg.

Orders can be placed at any time using the detachable subscription card. Subscriptions are on an annual basis, January to December.

Subscribers will receive four issues of the journal and the Annual Report on Coal Research as a supplement if required.

## Subscription rates

	Annual sub.	Single copy
Full rate	ECU 103	ECU 30



# Progress in Coal, Steel and Related Social Research

## *A European Journal*

### ORDER FORM

ISSN 1015-6275

#### **Progress in Coal, Steel and Related Social Research**

I wish to receive a complimentary copy

Annual subscription (4 issues per year)

**ECU 103**

Number of  
copies:  
.....

#### **Annual Report on Coal Research**

Additional subscription

**ECU 10**

.....

Name and address:

Date: .....

Signature: .....

### ORDER FORM

ISSN 1015-6275

#### **Progress in Coal, Steel and Related Social Research**

I wish to receive a complimentary copy

Annual subscription (4 issues per year)

**ECU 103**

Number of  
copies:  
.....

#### **Annual Report on Coal Research**

Additional subscription

**ECU 10**

.....

Name and address:

Date: .....

Signature: .....

### ORDER FORM

ISSN 1015-6275

#### **Progress in Coal, Steel and Related Social Research**

I wish to receive a complimentary copy

Annual subscription (4 issues per year)

**ECU 103**

Number of  
copies:  
.....

#### **Annual Report on Coal Research**

Additional subscription

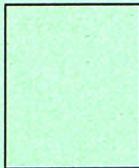
**ECU 10**

.....

Name and address:

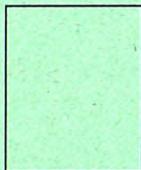
Date: .....

Signature: .....



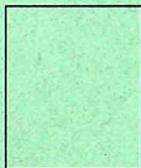
Office  
des publications officielles  
des Communautés européennes

L-2985 Luxembourg



Office  
des publications officielles  
des Communautés européennes

L-2985 Luxembourg



Office  
des publications officielles  
des Communautés européennes

L-2985 Luxembourg

Venta y suscripciones • Salg og abonnement • Verkauf und Abonnement • Πωλήσεις και συνδρομές  
Sales and subscriptions • Vente et abonnements • Vendita e abbonamenti  
Verkoop en abonnementen • Venda e assinaturas

BELGIQUE / BELGIË

**Moniteur belge / Belgisch Staatsblad**

Rue de Louvain 42 / Leuvenseweg 42  
1000 Bruxelles / 1000 Brussel  
Tél. (02) 512 00 26  
Fax 511 01 84  
CCP / Postrekening 000-2005502-27

Autres distributeurs / Overige verkooppunten

**Librairie européenne/ Europese Boekhandel**

Avenue Albert Jonnart 50 /  
Albert Jonnartlaan 50  
1200 Bruxelles / 1200 Brussel  
Tél. (02) 734 02 81  
Fax 735 08 60

**Jean De Lannoy**

Avenue du Roi 202 /Koningslaan 202  
1060 Bruxelles / 1060 Brussel  
Tél. (02) 538 51 69  
Télex 63220 UNBOOK B  
Fax (02) 538 08 41

**CREDOC**

Rue de la Montagne 34 / Bergstraat 34  
Bte 11 / Bus 11  
1000 Bruxelles / 1000 Brussel

DANMARK

**J. H. Schultz Information A/S EF-Publikationer**

Ottliavej 18  
2500 Valby  
Tlf. 36 44 22 66  
Fax 36 44 01 41  
Girokonto 6 00 08 86

BR DEUTSCHLAND

**Bundesanzeiger Verlag**

Breite Straße  
Postfach 10 80 06  
5000 Köln 1  
Tel. (02 21) 20 29-0  
Fernschreiber:  
ANZEIGER BONN 8 882 595  
Fax 20 29 278

GREECE

**G.C. Eleftheroudakis SA**

International Bookstore  
Nikis Street 4  
10563 Athens  
Tel. (01) 322 63 23  
Telex 219410 ELEF  
Fax 323 98 21

ESPAÑA

**Boletín Oficial del Estado**

Trafalgar, 27  
28010 Madrid  
Tel. (91) 44 82 135

**Mundi-Prensa Libros, S.A.**

Castelló, 37  
28001 Madrid  
Tel. (91) 431 33 99 (Libros)  
431 32 22 (Suscripciones)  
435 36 37 (Dirección)

Télex 49370-MPLI-E  
Fax (91) 575 39 98

Sucursal:

**Libreria Internacional AEDOS**

Consejo de Ciento, 391  
08009 Barcelona  
Tel. (93) 301 86 15  
Fax (93) 317 01 41

**Libreria de la Generalitat de Catalunya**

Rambra dels Estudis, 118 (Palau Moja)  
08002 Barcelona  
Tel. (93) 302 68 35  
302 64 62  
Fax 302 12 99

FRANCE

**Journal officiel Service des publications des Communautés européennes**

26, rue Desaix  
75727 Paris Cedex 15  
Tél. (1) 40 58 75 00  
Fax (1) 40 58 75 74

IRELAND

**Government Publications Sales Office**

Sun Alliance House  
Molesworth Street  
Dublin 2  
Tel. 71 03 09

or by post

**Government Stationery Office**

**EEC Section**

6th floor  
Bishop Street  
Dublin 8  
Tel. 78 16 66  
Fax 78 06 45

ITALIA

**Licosa Spa**

Via Benedetto Fortini, 120/10  
Casella postale 552  
50125 Firenze  
Tel. (055) 64 54 15  
Fax 64 12 57  
Telex 570466 LICOSA I  
CCP 343 509

Subagenti:

**Libreria scientifica**

**Lucio de Biasio - AEIOU**

Via Meravigli, 16  
20123 Milano  
Tel. (02) 80 76 79

**Herder Editrice e Libreria**

Piazza Montecitorio, 117-120  
00186 Roma  
Tel. (06) 679 46 28/679 53 04

**Libreria giuridica**

Via XII Ottobre, 172/R  
16121 Genova  
Tel. (010) 59 56 93

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

Abonnements seulement  
Subscriptions only  
Nur für Abonnements

**Messageries Paul Kraus**

11, rue Christophe Plantin  
2339 Luxembourg  
Tél. 499 88 88  
Télex 2515  
Fax 499 88 84 44  
CCP 49242-63

NEDERLAND

**SDU Overheidsinformatie**

Externe Fondsen  
Postbus 20014  
2500 EA 's-Gravenhage  
Tel. (070) 37 89 911  
Fax (070) 34 75 778

PORTUGAL

**Imprensa Nacional**

Casa da Moeda, EP  
Rua D. Francisco Manuel de Melo, 5  
P-1092 Lisboa Codex  
Tel. (01) 69 34 14

**Distribuidora de Livros Bertrand, Ld.º**

**Grupo Bertrand, SA**

Rua das Terras dos Vales, 4-A  
Apartado 37  
P-2700 Amadora Codex  
Tel. (01) 49 59 050  
Telex 15798 BERDIS  
Fax 49 60 255

UNITED KINGDOM

**HMSO Books (PC 16)**

HMSO Publications Centre  
51 Nine Elms Lane  
London SW8 5DR  
Tel. (071) 873 9090  
Fax GP3 873 8463  
Telex 29 71 138

Sub-agent:

**Alan Armstrong Ltd**

2 Arkwright Road  
Reading, Berks RG2 0SQ  
Tel. (0734) 75 18 55  
Telex 849937 AAALTD G  
Fax (0734) 75 51 64

ÖSTERREICH

**Manz'sche Verlags- und Universitätsbuchhandlung**

Kohlmarkt 16  
1014 Wien  
Tel. (0222) 531 61-0  
Telex 11 25 00 BOX A  
Fax (0222) 531 61-81

SVERIGE

**BTJ**

Box 200:  
22100 Lund  
Tel. (046) 18 00 00  
Fax (046) 18 01 25

SCHWEIZ / SUISSE / SVIZZERA

**OSEC**

Stampfenbachstraße 85  
8035 Zürich  
Tel. (01) 365 51 51  
Fax (01) 365 54 11

MAGYARORSZÁG

**Agroinform**

Központ:  
Budapest I., Attila út 93. H-1012

Levélcím:

Budapest, Pf.: 15 H-1253  
Tel. 36 (1) 56 82 11  
Telex (22) 4717 AGINF H-61

POLAND

**Business Foundation**

ul. Wspólna 1/3  
PL-00-529 Warszawa  
Tel. 48 (22) 21 99 93/21 84 20  
Fax 48 (22) 28 05 49

YUGOSLAVIA

**Privredni Vjesnik**

Bulevar Lenjina 171/XIV  
11070 - Beograd  
Tel. 123 23 40

TÜRKIYE

**Pres Dagitim Ticaret ve sanayi A.Ş.**

Narlibahçe Sokak No. 15  
Cağaloğlu  
Istanbul  
Tel. 512 01 90  
Telex 23822 DSVO-TR

AUTRES PAYS

OTHER COUNTRIES  
ANDERE LANDER

**Office des publications officielles des Communautés européennes**

2, rue Mercier  
L-2985 Luxembourg  
Tél. 49 92 81  
Télex PUBOF LU 1324 b  
Fax 48 85 73  
CC bancaire BIL 8-109/6003/700

CANADA

**Renouf Publishing Co. Ltd**

Mail orders — Head Office:  
1294 Algoma Road  
Ottawa, Ontario K1B 3W8  
Tel. (613) 741 43 33  
Fax (613) 741 54 39  
Telex 0534783

Ottawa Store:

61 Sparks Street  
Tel. (613) 238 89 85

Toronto Store:

211 Yonge Street  
Tel. (416) 363 31 71

UNITED STATES OF AMERICA

**UNIPUB**

4611-F Assembly Drive  
Lanham, MD 20706-4391  
Tel. Toll Free (800) 274 4888  
Fax (301) 459 0056

AUSTRALIA

**Hunter Publications**

58A Gipps Street  
Collingwood  
Victoria 3066

JAPAN

**Kinokuniya Company Ltd**

17-7 Shinjuku 3-Chome  
Shinjuku-ku  
Tokyo 160-91  
Tel. (03) 3439-0121

**Journal Department**

PO Box 55 Chitose  
Tokyo 156  
Tel. (03) 3439-0124

Price (excluding VAT) in Luxembourg

**ECU 103 (4 issues per year) – ECU 30 (single copy)**



OFFICE FOR OFFICIAL PUBLICATIONS  
OF THE EUROPEAN COMMUNITIES



L-2985 Luxembourg

CD-AC-90-003-3A-C