

COLLECTION D'INFORMATION PRATIQUE

**N° 2**

**Recherches scientifiques  
et applications pratiques  
concernant  
l'exposition aux poussières  
et l'agression thermique et sonore  
en sidérurgie**

Journée d'information pour médecins d'entreprise et techniciens de la sécurité et de l'hygiène du travail organisée par la Haute Autorité à Amsterdam, Internationaal Congressentrum, le 25 janvier 1966

RECHERCHES SCIENTIFIQUES ET APPLICATIONS PRATIQUES  
CONCERNANT L'EXPOSITION AUX POUSSIÈRES  
ET L'AGRESSION THERMIQUE ET SONORE  
EN SIDÉRURGIE

COLLECTION D'INFORMATION PRATIQUE

**No 2**

**Recherches scientifiques  
et applications pratiques concernant  
l'exposition aux poussières  
et l'agression thermique  
et sonore en sidérurgie**

Journée d'information pour médecins d'entreprise et techniciens de la sécurité et de l'hygiène du travail organisée par la Haute Autorité à Amsterdam, Internationaal Congrescentrum, le 25 janvier 1966.



## **PRÉSENTATION**

Cette deuxième brochure de la série «Information pratique» est consacrée à la journée d'information tenue à Amsterdam le 25 janvier 1966. Elle contient, avec le texte des exposés, la transcription sténotypique des discussions.

J'espère que le lecteur voudra nous pardonner les imperfections inhérentes à toute transcription littérale d'un texte «parlé».

Je voudrais en même temps remercier le Prof. J. de Groot, chef des services médicaux de la Koninklijke Nederlandsche Hoogovens en Staalfabrieken N.V., pour l'aide qu'il nous a accordée, en vue de l'organisation de cette journée.

**M. CONVENEVOLE**

Directeur de la direction  
«Hygiène et médecine du travail»,  
Haute Autorité de la C.E.C.A.



## TABLE DES MATIÈRES

	Page
Programme de la journée . . . . .	9
Liste alphabétique des participants . . . . .	11
Compte rendu analytique . . . . .	16
Exposé du Dr Jongh . . . . .	20
Exposé du Dr Hartogensis . . . . .	36
Exposé de l'ing. Visser . . . . .	45
Exposé du Dr Bonjer . . . . .	64
Exposé de l'ing. van Gunst . . . . .	76
Exposé du Dr van Leeuwen . . . . .	90
Exposé de l'ing. van den Eijk . . . . .	97



## PROGRAMME

**Matinée:** Recherches et applications concernant la pollution de l'air.

9 h Allocutions d'ouverture

9 h 15 Dr J. Jongh, commission «Recherches en médecine du travail», Gezondheidsorganisatie T.N.O.  
«L'exposition aux poussières dans l'industrie sidérurgique»

9 h 55 Discussion  
Animateurs: Dr.-Ing. K. Guthmann, Düsseldorf et Dr Kanitz, Genova

10 h 35 Pause

10 h 50 Dr Hartogensis, Instituut voor gezondheidstechniek, Gezondheidsorganisatie T.N.O.  
«La mesure des poussières dans l'industrie sidérurgique»

11 h 30 Ir. Visser, Laboratoire central de la Koninklijke Nederlandsche Hoogovens en Staalfabrieken N.V.  
«La lutte contre la pollution de l'air en sidérurgie»

12 h 10 Discussion  
Animateurs: Prof. Bastenier (Bruxelles) et Dr.-Ing. Zurlo (Milan)

12 h 40 Fin de la séance de la matinée  
Temps libre pour le déjeuner.

**Après-midi:** Recherches et applications concernant le bruit et la chaleur.

14 h 40 Dr Bonjer, Nederlands instituut voor preventieve geneeskunde  
«Examen des ouvriers exposés à l'agression thermique dans l'industrie sidérurgique»

15 h 10 Ir. van Gunst, Instituut voor gezondheidstechniek  
«La lutte contre la chaleur rayonnante»

15 h 40 Discussion  
Animateur: Prof. Müller

16 h 10 Pause

16 h 25 Dr van Leeuwen, médecin d'entreprise  
«Examen des ouvriers exposés à l'agression sonore»

16 h 55 Ir. van den Eijk, Instituut voor gezondheidstechniek

«La lutte contre le bruit»

17 h 25 Discussion

Animateur: Prof. Bastenier

17 h 50 Conclusions

18 h Fin de la séance.

## LISTE ALPHABÉTIQUES DES PARTICIPANTS

C.A. Aronds

Research en bedrijfslaboratorium

Koninklijke Nederlandsche Hoogovens en Staalfabrieken N.V.

IJmuiden (Nederland)

Prof. dr. H. Bastenier

Institut d'hygiène et de médecine sociale

7, rue Héger-Bordet, Brussel (Bruxelles) (België - Belgique)

Dr. B. Bink, arts

Nederlands instituut voor preventieve geneeskunde

Wassenaarseweg 56, Leiden (Nederland)

Dr. F. H. Bonjer

Nederlands instituut voor preventieve geneeskunde

Wassenaarseweg 56, Leiden (Nederland)

Dr. Brausch

Chef de Service de médecine du travail de la Chambre Syndicale de la Sidérurgie de l'Est

18, rue des Roses, Metz (France)

Dott. E. Casalone

Direttore del Servizio Sanitario della Sezione Ferriere della Soc. FIAT

Corso Mortara 7, Torino (Italia)

Dott. P. Cherchi

Assistente dell'Istituto di Medicina del Lavoro dell'Università

Viale Merello 26, Cagliari (Italia)

Dott. F. Cricenti

Direttore del Servizio Sanitario della Società „Breda”

Via Vipacco 6, Milano (Italia)

J. de Graaf

Algemeen secretaris van de Christelijke bedrijfsbond voor de metaal- en elektro-technische industrie

Nijenoord 2, Utrecht (Nederland)

Prof. dr. J. de Groot

Hoofd bedrijfsgeneeskundige dienst

Koninklijke Nederlandsche Hoogovens en Staalfabrieken N.V.,

IJmuiden (Nederland)

Dr. E. de Vericourt

Médecin-Conseil de la Chambre Syndicale de la sidérurgie française

10, avenue de Villars, Paris 7e (France)

W. Dirx  
Nederlandse Katholieke Mijnwerkersbond  
Schinkelstraat 13, Heerlen (Nederland)

Dr. E. Dofny  
Médecin-directeur des centres médicaux des charbonnages des bassins de Char-  
leroi et de la Basse-Sambre  
95, chaussée de Lodelinsart, Gilly, Henegouwen-Hainaut (België-Belgique)

Dott. V. D'Onofrio  
Direttore del Servizio Sanitario della Società ITALSIDER  
Via Guerrazzi 10, 12, Genova (Italia)

P.C. Dronkers, arts  
Mr. P.J. Troelstrastraat 4

W.A. Fanoy, arts  
Koningin Wilhelminalaan 8e, Gorinchem (Nederland)

C. Feenstra  
Protestants-Christelijke Mijnwerkersbond  
Burgemeester de Hesseleplein 26, Heerlen (Nederland)

W. Fokkens, arts  
Laantje van Iperen 17, Leerdam (Nederland)

Dr. H. Geisler  
Werksarzt der Zeche Schlägel und Eisen  
Tossestraße 7, 466 Gelsenkirchen-Buer (Deutschland)

Dr. W.B. Gerritsen  
Medisch-adviseur bij de Arbeidsinspectie, Ministerie van Sociale Zaken en Volks-  
gezondheid  
Balen van Andelplein, 2, Voorburg/'s-Gravenhage (Nederland)

Dr. J. Godard  
Chef des services médico-sociaux de la société „Lorraine-Escaut”  
Usine de Thionville, Moselle (France)

A. Th. Groot Wesseldijk, arts  
Philips gezondheidscentrum  
Willemstraat 22a, Eindhoven (Nederland)

Dr. med. B. Gruss  
Am Wittenstein, 432 Welper/Ruhr (Deutschland)

Dr.-Ing. K. Guthmann  
Verein Deutscher Eisenhüttenleute, Energie- und Betriebswirtschaftsstelle  
Postfach 8209, 4 Düsseldorf (Deutschland)

Ir. Chr. H. Harms  
Laurens Reaellaan 64 III, Haarlem (Nederland)

A.C. Harting, arts  
Kanaalweg 14, Veenendaal (Nederland)

Dr. F. Hartogensis

Hoofd afdeling binnenlucht, Instituut voor gezondheidstechniek T.N.O.,  
Delft (Nederland)

I. Hoogendam, arts

Vandelingenweg 500, Pernis (Nederland)

Dr. J.J. Jarry

Médecin-chef des charbonnages de France  
9, avenue Percier, Paris 8e (France)

Dr. J. Jongh

Coördinator van de Commissie voor arbeidsgeneeskundig onderzoek,  
Instituut voor gezondheidstechniek T.N.O.

Juliana van Stolberglaan 184, 's-Gravenhage (Nederland)

Dr.-Ing. L. Kammel

Institut für Industriebau, Technische Hochschule Braunschweig  
Pockelstraße 4, 33 Braunschweig (Deutschland)

J. de Koning, arts

J. Tooropplantsoen 3, Amstelveen (Nederland)

Dr. K.R. Koopmans

Geneeskundige dienst der Nederlandse steenkolenmijnen in Limburg  
Horizonstraat 75, Treebeek, Heerlen (Nederland)

J. Kramer

Voorzitter van de Algemene Nederlandse bedrijfsbond in de mijnindustrie  
Valkenburgerweg 18, Heerlen (Nederland)

Dr. A.E. Leuftink, arts

Edo Bergsmastraat 9, Doetinchem (Nederland)

F.A. Loos

Research en bedrijfslaboratorium  
Koninklijke Nederlandsche Hoogovens en Staalfabrieken N.V.,  
IJmuiden (Nederland)

H. Maas, arts

Geneeskundige dienst der Nederlandse steenkolenmijnen in Limburg  
Horizonstraat 75, Treebeek, Heerlen (Nederland)

Dr. W.P.M. Matla

Vlotstraat 24, Heerlen (Nederland)

Dr. L. Melis

Via Deledda 4, Carbonia (Italia)

Dr. A.V.M. Mey, arts

Prins Hendriklaan 223, Brunssum (L.) (Nederland)

Prof. E.A. Müller

Max-Planck-Institut für Arbeitsphysiologie  
Rheinlanddamm 201, 46 Dortmund (Deutschland)

Dr. med. U. Niemann  
August-Thyssen-Hütte AG  
Kaiser-Wilhelm-Straße 100, 41 Duisburg-Hamborn (Deutschland)

Dr. J. Noppius  
Inspecteur médical général de l'I.M.T.R.  
1, rue de Villers, Loveral, Henegouwen-Hainaut (België-Belgique)

N.U. Oudejans, arts  
Nederlandse Kabelfabrieken  
Ablasterdam, Z.-H. (Nederland)

Dr. G.W.R. Overdijkink  
Hoofdinspecteur-Directeur van de Arbeid, Ministerie van Sociale Zaken en Volksgezondheid  
Balen van Andelplein 2, Voorburg/'s-Gravenhage (Nederland)

F.J. Parlevliet, arts  
Alberdingk Thijmalaan 64, Heemstede (Nederland)

Dr. Proyard  
Chef du service médical de la S.A. Cockerill-Ougrée,  
Seraing (Belgique)

Dr. C. Putz  
Médecin-conseil et chef du service de santé de la soc. A.R.B.E.D.  
28, avenue Monterey, Luxembourg, (Grand-Duché de Luxembourg)

Dr. med. H. Schneider  
Friedrich Krupp Hüttenwerke AG, Hüttenwerk Rheinhausen  
Postfach 26, 414 Rheinhausen (Deutschland)

Ir. S. Scholtens  
Hoofdafdeling nieuwbouw  
Koninklijke Nederlandsche Hoogovens en Staalfabrieken N.V.  
IJmuiden (Nederland)

Dr. med. M. Siemes  
Werksarzt der Deutschen Edelstahlwerke AG  
415 Krefeld (Deutschland)

Dr. med. H. Sulzbacher  
Werksarzt der Zeche Prosper  
425 Bottrop (Deutschland)

Dr. D. Thonon  
Chef du service médical des usines „Emile Henricot”,  
Court-Saint-Étienne (België-Belgique)

Dr. J.L.J. van de Kamp  
Hoofd van de afdeling arbeidersbescherming, Ministerie van Sociale Zaken en Volksgezondheid  
Willem de Zwijgerlaan 149, Voorburg-'s-Gravenhage (Nederland)

Ir. J. van den Eijk  
Instituut voor gezondheidstechniek T.N.O., afdeling geluid en licht, Delft (Nederland)

Ir. E. van Gunst  
Instituut voor gezondheidstechniek T.N.O.  
Delft (Nederland)

Dr. H.A. van Leeuwen, bedrijfsarts  
Bedrijfgeneeskundige dienst,  
Dordrecht (Nederland)

Dr. V. Van Mechelen  
Médecin-chef de l'Institut d'hygiène des mines de Hasselt  
Stalenstraat, Waterschei-Genk (België - Belgique)

G.J. van Wieringen  
Graaf van Burenstraat 41, Deventer (Nederland)

Dr. V. Verzolini  
Via Archimede 35, Roma (Italia)

Ir. W. Visser  
Research en bedrijfslaboratorium  
Koninklijke Nederlandsche Hoogovens en Staalfabrieken N.V.,  
IJmuiden (Nederland)

Dr. E. Wenner  
Centre médical de l'usine de Belval (ARBED),  
Esch-sur-Alzette (Grand-Duché de Luxembourg)

Prof. N. Zurlo  
Direttore del Laboratorio di Tossicologia Industriale  
Clinica del Lavoro „L. Devoto”,  
Via S. Barnaba 8, Milano (Italia)

M. Convevole  
Directeur de la direction „Hygiène et médecine du travail, affaires générales”

Dr. A. Claass  
Chef de la division „médecine du travail”

Docteurs P. Hentz et U. Vidali  
Division „Médecine du travail”  
Adresse: Haute Autorité de la C.E.C.A.  
rue Aldringer 29, Luxembourg

## COMPTE RENDU ANALYTIQUE

### Séance de la matinée

*M. Convenevoile :*

Messieurs, j'ai l'honneur d'ouvrir la séance. En ma qualité de directeur auprès de la Haute Autorité pour le secteur de la médecine du travail, je vous souhaite la bienvenue au nom de la Haute Autorité, de moi-même et de mes autres collègues.

Je tiens à rappeler brièvement que nous sommes aujourd'hui réunis ici pour discuter de certains problèmes qui se posent dans le domaine de la médecine du travail.

Comme il est d'usage dans les réunions de ce genre, et conformément aux intentions, nous nous efforcerons de faire en sorte que cette rencontre soit très fructueuse.

Aujourd'hui, des experts qualifiés — dans le domaine où se posent non problèmes — nous feront plusieurs exposés traitant notamment de l'hygiène et de la santé. Ces exposés constitueront la base d'un échange de vues.

Les membres de la commission de recherche appelleront aujourd'hui l'attention des auditeurs — qui sont d'ailleurs très avertis — sur les points auxquels ils tentent de trouver une solution dans les limites de ce qui est humainement possible.

Au début de cette réunion, je me permets de mentionner les noms des personnes présentes. Vous n'ignorez pas que nous lions l'aspect technique à l'aspect médical et inversement. Sinon, les efforts consentis et les recherches se chevaucheraient et conduiraient immédiatement à un labyrinthe de travaux scientifiques — d'où le plus beau fil d'Ariane ne nous permettrait plus guère de sortir, en dépit de l'agrément kaléidoscopique et esthétique qu'un tel labyrinthe pourrait avoir.

Bref, j'entends signaler que nous devons avant tout éviter les doubles emplois dans le domaine scientifique. Entre technique et science médicale, il ne doit y avoir aucune compétition, mais conjonction et développement harmonieux d'idées. Vous aurez l'occasion de formuler des observations, d'émettre des critiques, de poser des questions, de soumettre des problèmes, etc. En tout état de cause, certains participants seront satisfaits, d'autres peu satisfaits à l'issue de cette réunion. Peut-être même y aura-t-il parmi vous quelques personnes mécontentes.

L'exactitude pointilleuse qui caractérise les travaux des Néerlandais et aussi le désir de perfection qui les anime nous incitent à faire preuve d'application et de diligence en consacrant aux problèmes des études aussi approfondies que possible en vue de les résoudre. Beaucoup de choses seront encore dites aujourd'hui, et mon exposé introductif ne doit donc pas se prolonger inutilement. Sinon, vous allez m'accuser de paternalisme ou de néo-colonialisme médical, et je voudrais éviter cela.

*M. van Schellenberg*, membre de la direction de l'entreprise sidérurgique néerlandaise que nous visiterons demain, s'adressera maintenant à nous en sa qualité d'hôte et de représentant de la sidérurgie néerlandaise. Il est particulièrement compétent en la matière.

Je vous prie de prendre la parole.

*M. van Schellenberg* :

Messieurs, en ma qualité de président de la Nijsi — c'est-à-dire l'Association des usines néerlandaises de produits sidérurgiques — je suis heureux de vous souhaiter la bienvenue à l'occasion de votre visite de travail de trois jours aux Pays-Bas.

Quiconque s'occupe des problèmes auxquels vous consacrez votre activité doit demeurer informé des tout derniers progrès dans ce domaine et recourir le plus possible aux moyens les plus modernes.

C'est pourquoi j'attache une signification symbolique au fait que votre visite de travail se déroule pour une bonne part dans cette belle salle de congrès de la R.A.I. qui constitue un exemple des possibilités offertes par l'esthétique industrielle moderne.

En ma qualité de membre du Comité consultatif de la Haute Autorité de la Communauté européenne du charbon et de l'acier, j'ai régulièrement à connaître des programmes de recherche prévus dans le cadre de la C.E.C.A. en matière d'hygiène et de sécurité du travail ainsi que de réadaptation fonctionnelle, et aussi des demandes d'aides financières que ce Comité est invité à approuver. Ainsi, j'ai pu — pour autant que de besoin — prendre mieux conscience de l'éminent intérêt que présentent les travaux de recherche considérés en ce qu'ils font progresser la science médicale dans les secteurs susvisés. Les programmes considérés profitent en outre aux instituts scientifiques, ceux-ci étant mis à même d'effectuer des recherches de grande valeur. Le fait que ces travaux sont effectués en coopération internationale cadre parfaitement avec les objectifs de la C.E.C.A. J'ai en outre pu constater que les contacts qui, grâce à ces programmes, se nouent entre les médecins des six pays membres portent également leurs fruits pour la coopération internationale dans d'autres domaines.

Beaucoup sont peut-être surpris de voir que, sur le plan de la coopération européenne, l'action de la Communauté européenne du charbon et de l'acier contribue ainsi grandement à la multiplication des contacts internationaux entre médecins et autres scientifiques qui s'occupent de ces problèmes. Il est clair que la coopération ainsi établie à l'échelle européenne a une portée notablement plus vaste que celle qui correspondrait aux seuls termes de charbon et d'acier figurant dans la dénomination de ladite Communauté.

J'aimerais m'arrêter un instant à la crise que traverse actuellement la C.E.E. et, partant, la C.E.C.A. Il faut attendre de voir comment cette crise se dénouera. Pour mon compte personnel, je suis suffisamment optimiste pour penser que nous conserverons au minimum ce qui est acquis maintenant. Mais personne ne sait de quoi demain sera fait. Une rupture est également possible, et, à ce propos, je tiens à formuler l'espoir que si, contre toute attente, une rupture devait intervenir entre les Six, la coopération instaurée au sein de ce groupe de travail «information pratique des médecins d'entreprise» sera néanmoins reconduite, étant donné que les contacts

internationaux sont hautement appréciés, et que vous la garderez intacte, même si la C.E.C.A. et la C.E.E. devaient disparaître.

Je crois pouvoir affirmer que cette idée existe chez les chercheurs scientifiques médicaux, et qu'il n'en va peut-être pas de même chez les intéressés des secteurs du charbon et de l'acier.

Vos travaux portent sur une spécialisation médicale dont certains aspects touchent de très près la pratique de la gestion des entreprises. C'est pourquoi il est plutôt dans l'ordre des choses que vous recherchiez également la coopération des personnes plus particulièrement chargées de cette gestion. Il est réconfortant de constater, en consultant votre programme, que vous avez réussi à établir notamment de nombreux contacts avec les hommes de la pratique, qualification qui s'applique par excellence aux ingénieurs.

La seconde journée de votre séjour sera consacrée à des visites à quelques entreprises et institutions, parmi lesquelles figure Hoogovens.

Mon collègue M. Schoemaker vous souhaitera la bienvenue dans notre entreprise, mais je ne veux pas manquer l'occasion qui m'est offerte de vous assurer dès maintenant, en ma qualité de coordinateur du conseil de direction de Hoogovens, que nous serons heureux de vous recevoir.

Enfin, je veux espérer que votre visite profitera à votre activité, que nous ne pouvons évidemment suivre de jour en jour, mais qui — les responsables de l'industrie sidérurgique néerlandaise en sont absolument convaincus — ne se limite pas à la prévention des accidents et des maladies, mais contribue aussi dans une large mesure à créer un climat de travail optimal au sein des entreprises relevant de la C.E.C.A.

Je dois malheureusement vous quitter maintenant pour me rendre à Bruxelles, où je dois assister à une conférence qui commencera à midi et demi. Il m'est donc impossible de rester parmi vous et, par ailleurs, je crois que ma formation d'économiste ne m'aurait pas permis de comprendre vos discussions qui se situent sur le plan de la médecine et de la technique.

Permettez-moi néanmoins de souhaiter que vos travaux communs se déroulent dans un bon climat.

Je vous remercie.

*M. Convenevoles :*

Monsieur le Président, dans votre allocution de bienvenue, vous avez explicitement fait allusion à la situation politique internationale dans le domaine des Communautés. Je n'ai pas voulu évoquer ce point, car il ne relève pas de notre compétence, mais vous en avez fait état. En parlant du sens pragmatique des réalités que possèdent les Néerlandais, je songeais à vrai dire à cette crise politique. Je tiens à vous déclarer que nos travaux pour lesquels des personnes provenant de différentes régions et de différents pays conjuguent leurs efforts dans la poursuite d'un même but, sont l'une des bases fondamentales de la véritable communauté, à savoir celle des personnes qui ont pour tâche de résoudre les problèmes, même si, dans l'idée des autres, elles ne s'attachent qu'à un aspect technique, à un aspect médical.

Il ne nous appartient donc pas d'examiner ici certains aspects politiques, et nous n'avons pas davantage à préparer la fusion des traités de Rome et de Paris, mais je puis vous dire que l'action exercée depuis 13 ans – et même plus – par la C.E.C.A. porte dès maintenant des fruits, pour le plus grand bien de la population de toute la Communauté.

Notre activité revêt donc une très grande importance. Nous nous efforcerons de faire en sorte que nos conclusions donnent des résultats concrets et comportent des conséquences concrètes dans la pratique. Consentis en application du traité C.E.C.A., ces efforts s'exercent dans diverses directions.

Ainsi, vous faites partie de la haute direction de votre entreprise, et je dois vous dire que toutes les personnes qui, provenant de divers pays membres, se retrouvent ici ont en commun d'être disposées à collaborer pour trouver la solution aux problèmes se posant dans chacun de nos pays. A ce titre, elles ont droit à notre profonde reconnaissance.

Nous sommes déjà en retard sur l'horaire prévu, mais nous commencerons par l'exposé du Dr J. Jongh que je prie de bien vouloir venir à la table présidentielle.

Vous n'ignorez pas que le Dr Jongh est particulièrement averti des problèmes que posent les recherches dans le domaine de la médecine du travail. Son exposé portera sur «Les risques coniotiques auxquels sont exposés les ouvriers de la sidérurgie».

L'exposé du Dr Jongh sera suivi d'un débat qui sera dirigé par les docteurs Guthmann et Kanitz. Je me permets de les inviter à prendre également place à la table présidentielle.

*Dr J. Jongh :*

Monsieur le Président, Messieurs, la recherche dont je vais vous entretenir a été effectuée, sous ma direction, par une équipe composée de personnes attachées au service des maladies pulmonaires de l'hôpital universitaire à Utrecht, à l'Institut de l'hygiène à Delft, à l'Inspection du travail et à la section «résultats des constatations» de l'Organisation industrielle de la recherche appliquée.

Les résultats dont je vais vous parler ont donc été obtenus par un travail en équipe.

**Exposé du Dr J. Jongh :**

## **EXPOSITION AUX POUSSIÈRES DANS L'INDUSTRIE SIDÉRURGIQUE**

Résultats d'une étude effectuée par un groupe de travail de la Commission d'études de médecine du travail du T.N.O.

Membres du groupe de travail : J. Jongh, H. Deenstra, L.H. Greve, F. Hartogensis, P. E. Joostings, W. F. Knufman, H. J. H. Korfage, J. P. N. de Kroon, G. H. Verwers, B. F. Visser, W. A. Paling.

Ayant été aimablement invités à présenter au cours de cette réunion un rapport sur une étude en cours, et à exprimer un avis sur les risques auxquels s'exposent les ouvriers de fonderie en inhalant des poussières, nous sommes moralement tenus de nous exécuter. En effet, c'est notamment grâce à l'aide considérable de la C.E.C.A. que nous sommes en mesure de réaliser cette recherche, et il est dès lors normal de rendre de temps à autre des comptes à nos commettants. L'obligation morale qui préside à cette information présente un avantage en ce qu'elle nous incite à faire le point et à préciser les difficultés qui nous ont empêchés de présenter plus tôt un rapport complet sur cette recherche. A Madrid, j'ai employé l'expression «an ambitious research program» et, en vous livrant mes réflexions au cours du présent exposé, j'aimerais parler d'un «very ambitious program», et peut-être d'un «too ambitious program». En effet, les difficultés rencontrées apparaissent énormes, et je crois bien faire en les mettant aujourd'hui en relief. Certains considéreront qu'il y a là un effort de réflexion critique empreinte de probité et de franchise; d'autres penseront que cela témoigne d'un manque d'audace pour tirer des conclusions ou d'une inaptitude à unifier les nombreux renseignements fournis par les membres du groupe de travail qui se consacrent à des disciplines scientifiques différentes. De plus, nous avons rassemblé des données dont la signification clinique n'a été examinée que dans des cas relativement rares et qui n'ont encore jamais été utilisées pour la recherche épidémiologique. Par ailleurs, les données sur l'empoussiérage aux postes de travail devraient être recueillies en fonction des questions posées dans le cadre de l'étude et cette opération a marqué au cours de celle-ci une évolution très intéressante, dont M. Hartogensis vous entretiendra tout à l'heure.

Dès lors, je dois vous prévenir que, lorsque vous quitterez cette réunion, bien des questions que vous vous posez n'auront pas reçu de réponse. Il faut d'ailleurs s'y attendre quand il s'agit de communication sur une étude dont les résultats, certes disponibles, sont encore loin d'être tous analysés. Je vous laisse volontiers le soin de juger vous-mêmes si c'est là un avantage ou un inconvénient. A cet égard, les avis seront d'ailleurs partagés.

Le premier problème à résoudre dans le cadre de notre étude paraît fort simple : des cas de silicose ont-ils été constatés aux Pays-Bas dans les fonderies de fonte

et d'acier et, dans l'affirmative, dans quelles conditions de travail ces cas sont-ils apparus et dans quelle mesure (sur le double plan quantitatif et qualitatif) ?

Mais ce problème n'est pas si simple. En effet, la silicose est le plus souvent une maladie chronique évolutive, passant par différentes phases que l'on distingue d'habitude en examinant les clichés radiographiques des poumons.

Cette maladie est consécutive à l'inhalation de poussières siliceuses, et sa gravité est fonction de la quantité de silice et, probablement, de la forme des cristaux de celle-ci. Mais certains facteurs de constitution contribuent également à l'apparition de cette maladie. Cela veut dire tout bonnement que, sur ce point, nos connaissances sont encore très maigres. En étudiant les poussières, nous constatons en outre qu'elles sont toujours mélangées à d'autres sortes de poussières, dont nous ignorons le rôle dans l'apparition de la silicose, encore que de nombreuses recherches y soient consacrées. Nous nous aventurons même à donner des avis en nous appuyant sur les résultats contradictoires de ces recherches (rappelons l'inhalation inophylactique des poussières d'aluminium). Ces avis relèvent peut-être d'une médecine visionnaire malheureusement démentie par les connaissances acquises ultérieurement.

Or, nos études visent à mon sens en premier lieu, à résoudre des problèmes qui, dans la pratique, suscitent des difficultés, et non pas des problèmes purement scientifiques, à moins que ceux-ci doivent être résolus pour pouvoir trouver une réponse aux problèmes d'ordre pratique. En exploitant les résultats de notre étude, cette seconde éventualité s'est pourtant régulièrement présentée.

Dans la pratique, il s'agit de savoir dans quelle mesure l'inhalation de poussières par les ouvriers occupés dans les fonderies est nuisible à la santé; c'est ainsi qu'on se demande si ces ouvriers peuvent contracter une silicose à un degré qui serait de nature à compromettre la santé ou à abrégier la durée de la vie. Peu importe de savoir si les clichés font apparaître des taches qui, soit n'ont aucun rapport avec les critères précités, soit peuvent avoir un rapport avec eux, soit encore donnent à penser qu'un tel rapport pourrait s'établir à l'avenir. Ce dernier cas pourrait par exemple se produire si ces altérations du cliché radiographique étaient constatées au bout d'une brève période d'exposition. C'est en effet sur cette dernière considération que repose l'indication du dépistage pulmonaire périodique dans les mines.

Après avoir examiné 226 personnes occupées dans un atelier de moulage, dont 143 comptaient plus de dix années de service, et après n'avoir diagnostiqué une silicose que chez trois modeliers ayant travaillé pendant plus de 35 ans dans cet atelier, sans pour autant accuser le moindre symptôme clinique ou trouble de la fonction pulmonaire pouvant être mis en évidence, nous croyons pouvoir conclure que les modeliers travaillant dans les conditions existant dans cette usine ne courent qu'un risque minime de contracter la silicose. Puis, après une analyse qualitative et quantitative des poussières, nous nous hasardons à affirmer que la concentration maximale admissible n'est pas dépassée dans ce cas, tout en nous rendant parfaitement compte qu'il n'est nullement certain que les analyses conimétriques effectuées à présent donnent les mêmes résultats que celles du passé.

En effet, l'empoussiérage a pu être plus marqué autrefois, car la lutte contre les poussières s'est intensifiée et on ne commet alors aucune erreur du point de vue de la médecine préventive, mais il se peut aussi que la concentration des poussières

fut autrefois plus faible, car la production constamment croissante est évidemment de nature à causer une pollution atmosphérique plus marquée, laquelle peut toutefois être influencée dans un sens positif ou négatif par toutes sortes de facteurs et mesures entrant également en jeu. On se trouve alors plongé jusqu'au cou dans le problème de la fixation des quantités maximales admissibles de substances qui ne sont nocives qu'à la longue.

Les choses se compliquent encore plus du fait que l'air ainsi pollué se compose non pas de molécules, mais de particules de poussières dont la taille revêt elle aussi une importance essentielle, en raison notamment de l'anatomie des voies respiratoires. Par ailleurs, la pollution est non seulement due à la silice, mais aussi à de nombreuses autres substances, et la forme de cette silice a probablement une certaine importance, qui est peut-être essentielle.

Toutes ces considérations nous incitent à être des plus prudents en tirant nos conclusions, et elles démontrent à l'évidence la nécessité de procéder à un nouvel examen suivant une technique uniforme, surtout en ce qui concerne la détermination de l'empoussiérage. Il serait intéressant de pouvoir effectuer un examen longitudinal permettant de recueillir d'année en année des données sur la pollution atmosphérique aux postes de travail et de réaliser aussi périodiquement des clichés radiographiques. Grâce aux connaissances acquises au cours de l'étude considérée, MM. Hartogensis et Korfage ont pu mettre au point une méthode standard pratique pour la mesure des poussières, ce qui constitue à nos yeux l'un des principaux résultats de cette étude.

Le dépistage de la silicose chez les personnes occupées dans l'atelier où les pièces moulées sont débarrassées du sable de moulage donne des résultats différents. Sur les 172 travailleurs occupés dans la première usine incluse dans la recherche, 24 étaient atteints d'une silicose. Certes, il s'agissait, ici aussi, de cas de silicose débutante mais deux d'entre eux étaient déjà apparus après une exposition comprise entre 5 et 9 ans, et 4 après une exposition de 10 à 14 ans. Autre constatation importante: les travailleurs occupés dans cet atelier ne courent pas tous le même risque silicotique. Les ébarbeurs, écriqueurs, dessableurs, etc., sont à cet égard nettement plus exposés que les autres ouvriers de cet atelier, par exemple, les préposés au transport, etc. Il semble dès lors logique de conclure que, la pollution atmosphérique n'étant presque jamais homogène dans les ateliers industriels, il faut la mesurer au poste de travail, ce à la hauteur du nez. C'est la seule méthode qui permette de se faire une idée de la pollution atmosphérique à considérer.

Mais à vrai dire, la valeur ainsi relevée n'est pas encore à retenir. Il s'agit de connaître la quantité d'agents polluants qui entre dans les poumons, moins celle qui en sort. Cette valeur dépend à son tour du rythme et du débit respiratoires, qui sont notamment déterminés par le caractère plus ou moins pénible du travail et les caractéristiques physiques des particules de poussières polluées.

Nous n'entendons pas trop approfondir les nombreux autres problèmes qui ont surgi à cet égard au cours de l'étude. Toute personne familiarisée avec l'examen des clichés radiologiques pris dans la phase initiale de la silicose sait combien ce travail est difficile, d'autant que les altérations de la fonction respiratoire et les symptômes cliniques, qui pourraient être probants, font défaut dans cette phase. Cependant, la répartition des 25 cas douteux trouvés au total concorde avec celle des cas

de silicose établis avec certitude à la suite de l'examen radiologique. Si, dès lors, ces cas ne confirment pas nos conceptions, ils ne les infirment pas non plus.

Nous n'insisterons pas sur la forte variation des résultats des mesures de poussières selon l'heure du jour ou de la nuit à laquelle ces mesures s'effectuent, ni sur l'incidence importante des saisons, notamment du fait de la mise en œuvre, par les travailleurs ou la direction de l'exploitation, de mesures pour assurer la ventilation.

Nous tenons à rappeler un autre résultat de l'étude, qui présente un grand intérêt pour toutes les recherches épidémiologiques, à savoir le changement de profession et de poste de travail.

Plus est longue la période d'activité professionnelle au bout de laquelle la maladie se manifeste, plus il est difficile de déceler l'existence d'une relation entre la profession exercée et la maladie. L'exposition à certains facteurs nocifs durant la vie professionnelle est loin d'être constante. Elle varie selon l'heure, le jour et la saison. Il y a dix ans, les conditions de travail n'étaient pas ce qu'elles sont de nos jours; les travailleurs changent de poste et d'affectation, le plus souvent en fonction des besoins de production, qui sont loin de demeurer les mêmes durant des années. Les manœuvres notamment font l'objet de fréquentes mutations, et c'est pourquoi les études dans ce domaine ont le plus de chance d'être couronnées de succès si elles portent sur des ouvriers qualifiés qui, par la force des choses, restent durant leur vie active le plus fidèles à leur profession et qui, grâce à leurs connaissances professionnelles, sont souvent mutés.

Dans ce genre d'études, le relevé de l'anamnèse professionnelle apparaît dès lors comme un point délicat, a fortiori lorsque — le cas est assez fréquent — les intéressés ont précédemment exercé dans d'autres entreprises des professions présentant potentiellement les mêmes risques que les professions sur lesquelles porte la recherche considérée. Il s'agit en l'espèce de travaux miniers du fond, de travaux dans l'industrie des abrasifs, le traitement de l'amiante, etc. On a parfois la surprise désagréable de constater que les changements de profession, soit au sein de l'entreprise, soit ailleurs, ont été tellement nombreux que l'ouvrier lui-même s'y perd, et que la somme de toutes les durées pendant lesquelles il indique avoir exercé une profession déterminée ne correspond pas à la durée totale de travail que l'intéressé doit normalement avoir réalisé à son âge. Dans ces conditions, il faut renoncer à la perfection, la durée d'exposition ne pouvant être déterminée que grosso modo. Cette méthode permet néanmoins d'atteindre le but visé, à la condition de ne pas perdre de vue les grandes lignes. Une appréciation individuelle de toutes les anamnèses professionnelles, avec élimination de toutes celles dont la fiabilité était nettement douteuse, nous a permis d'assurer l'avancement des travaux.

Nous pensons enfin que nos études ont démontré que, dans l'optique de la médecine du travail, le risque silicotique dans les fonderies de fonte et d'acier n'existe que pour les ouvriers chargés de nettoyer les pièces moulées, et non pas pour ceux qui exécutent des tâches liées au moulage. Il ne fait pas de doute que l'interdiction du nettoyage au jet de sable des pièces moulées, en vigueur aux Pays-Bas depuis plusieurs années, a déjà sensiblement réduit le risque silicotique, notamment pour le groupe exposé des ouvriers de fonderie. Il est encore trop tôt pour se prononcer sur le cas des maçons de four.

Il est un autre problème qui revêt à notre sens une importance plus grande dans la pratique, et qui, dès le début, a tout particulièrement retenu notre attention. Il s'agit de l'accroissement du nombre des sujets atteints d'affections respiratoires aspécifiques chroniques. En effet, ces maladies apparaissent de plus en plus comme une cause d'invalidité.

Il est assurément d'actualité de se demander quelle peut en être la cause. Nous pensons en premier lieu à l'augmentation de la pollution atmosphérique générale, qui retient partout l'attention, notamment de la population et des pouvoirs publics. Ou bien convient-il plutôt d'attribuer cette évolution au changement du mode de vie ? Ce changement présente tant d'aspects qu'il est particulièrement difficile de les distinguer.

Nous laissons sans réponse la question de savoir si une prédisposition déterminée, que la sensibilité à l'histamine notamment permettrait peut-être de quantifier, intervient dans une mesure appréciable. Nous n'avons pas approfondi ce problème dans l'étude considérée. En revanche, l'Organisation centrale de la recherche appliquée s'y attache dans le cadre d'une enquête qu'elle a entreprise l'an dernier parmi les habitants de Vlagtwedde, une commune ne connaissant aucune pollution atmosphérique causée par l'industrie, et à Vlaardingen, commune où cette pollution pose un problème. Notamment la clinique des maladies pulmonaires de l'université d'État de Groningue, que dirige le Prof. Orie, y prend une grande part.

La seconde question que nous nous étions posée était la suivante : «L'inhalation de poussières produit-elle un effet sur les poumons et notamment sur la fonction respiratoire ?».

Dès le départ, nous étions conscients du fait que les poussières libérées dans les fonderies de fonte et d'acier ont une composition plus ou moins spécifique, laquelle limite les conclusions éventuelles de cette étude aux conditions de travail considérées.

Afin de connaître l'état de santé d'un groupe de personnes, on peut s'y prendre de différentes façons. Dans l'étude considérée, nous nous sommes efforcés d'établir une moyenne en ce qui concerne l'état de santé des personnes travaillant en fonderie. A cet effet, on peut prendre pour base des indications qui, grosso modo, se classent dans deux catégories, à savoir les données cliniques et les données fonctionnelles. Nous ne savions pas a priori dans quelle mesure ces diverses données se recouvrent.

Les renseignements cliniques varient quant à leur contenu.

On peut déterminer le pourcentage des sujets examinés chez lesquels l'auscultation et la percussion permettent de constater des troubles pulmonaires. On peut demander au sujet s'il souffre d'accès de toux, d'expectorations, de dyspnée, etc. et s'efforcer éventuellement de chiffrer ces indications (méthode du Medical Research Council, modifiée par la C.E.C.A.). On peut aussi se contenter de poser des questions moins précises et dépister les affections bronchitiques, puis contrôler éventuellement les données obtenues en prenant pour base les absences effectives dues à ces maladies. Cette méthode est apparue peu fiable, car il y avait une très mauvaise corrélation entre les plaintes du sujet de l'état des poumons par exemple et les absences motivées par cet état. Il semble que l'individu interrogé ne soit guère à même

d'objectiver son propre état de santé. Cette constatation concorde avec les conclusions de l'étude de Gadourek, intitulée: «Absences and well-being», qui n'a pas davantage pu établir une relation entre les plaintes et les absences effectives.

On peut également s'intéresser aux précisions les plus courantes sur la fonction respiratoire, et recueillir des renseignements sur la capacité vitale ou la courbe d'expiration. Nous savions d'emblée que, surtout en ce qui concerne la capacité vitale, nous n'obtiendrions que des données plutôt approximatives, ne présentant guère d'intérêt pour la détection des altérations commençantes de la fonction respiratoire as spécifique chronique.

Mais nous n'ignorions pas que la plupart des études épidémiologiques effectuées dans ce domaine prennent pour point de départ la comparaison de ces données, dont le rassemblement est assez facile. Cette méthode n'a pas un grand pouvoir discriminatoire, et les résultats obtenus varient sensiblement selon l'expérience du chercheur et, ce qui est encore plus grave, ils sont aussi fortement tributaires de la coopération du sujet examiné. Certes, nous pouvions en règle générale nous attendre à ce que les sujets examinés fussent disposés à prêter leur concours, hypothèse qui d'ailleurs s'est vérifiée, mais nous avons pensé qu'il serait tout de même opportun d'employer une méthode plus objective et, en outre, non tributaire des mensurations du sujet examiné. Ces conditions étaient remplies, avons-nous pensé, par la méthode de la courbe de lavage de l'hélium, celle-ci étant dans une large mesure indépendante de la coopération du sujet examiné. Nous avons également utilisé, comme méthode de routine, l'appréciation de la courbe du CO<sub>2</sub> alvéolaire.

Or, qu'avons-nous constaté en effectuant les trois épreuves fonctionnelles sus-visées servant à déterminer la capacité vitale, la valeur/seconde (Tiffeneau) et le pourcentage, dérivé de celle-ci, de la capacité vitale, appelé aussi la partie utile, et la courbe de lavage de l'hélium ?

En classant les ouvriers examinés dans trois catégories selon qu'ils travaillent dans une ambiance peu empoussiérée, modérément empoussiérée ou très empoussiérée, on ne relève aucune différence entre ces catégories en ce qui concerne la capacité vitale et la valeur/seconde.

La capacité vitale et la valeur/seconde n'ont aucune signification absolue; elles dépendent dans une large mesure de l'état physique du sujet examiné. Parmi les facteurs à considérer, nous indiquerons la taille, l'âge et le degré d'entraînement (celui-ci variant notamment beaucoup selon la profession exercée). Il va sans dire qu'en effectuant une étude épidémiologique, on s'attache à comparer les valeurs trouvées à des valeurs standard. Au sein de la C.E.C.A., on a adopté dans la pratique la formule de M. Cara, selon laquelle la capacité vitale (qui varie notamment selon l'âge) est fonction de la taille élevée à la puissance 3.

Il ressort des données recueillies par nous que cette formule n'est certainement pas la plus appropriée; c'est l'exposant 2,3 qui convient bien mieux à nos résultats obtenus avec des sujets en bon état de santé.

Nous croyons que cela s'explique par le fait que les Néerlandais sont de taille plus grande que les personnes examinées par M. Cara.

Assez curieusement, on pourrait néanmoins utiliser la formule de M. Cara en effectuant des examens dans les mines néerlandaises. En effet, nous pensons que la

validité de cette formule dépend du type des personnes examinées. Les mines néerlandaises se situent en effet dans le sud du pays, plus près des habitants examinés par M. Cara.

Pour cette raison, nous avons également mesuré, au cours de la dernière partie de notre étude, la hauteur assise des sujets examinés, dans l'espoir d'obtenir ainsi une donnée d'application plus générale pour déterminer les renseignements types concernant la capacité vitale et la valeur/seconde. Le résultat n'est pas encore connu. Les valeurs types de la capacité vitale varient avec la race, ce qui ressort notamment des recherches d'Abramowitz, Leiner, Lewis et Small, qui ont trouvé pour la capacité vitale des valeurs significatives plus élevées chez des hommes blancs que chez des noirs, alors qu'ils n'ont pas fait cette même constatation en comparant les données concernant des femmes des deux races.

Quels sont les enseignements que nous croyons avoir tirés de ces études d'orientation ?

- 1) En procédant à une étude comparative de deux groupes de personnes, dont l'un est considéré comme normal, l'autre étant le groupe à examiner, dont on attend qu'il présente un comportement anormal au regard d'une fonction déterminée, il faut être très prudent en tirant des conclusions.
- 2) La capacité vitale et la valeur/seconde sont apparues comme des critères insuffisants pour démontrer une action nocive des poussières, en d'autres termes, l'empoussiérage n'influe pas sur ces grandeurs au point d'attester la nocivité de l'inhalation des poussières.
- 3) Nous avons besoin de connaître sur une plus grande échelle les valeurs normales de la capacité vitale et de la valeur/seconde de la population néerlandaise. Nous avons maintenant recueilli ces renseignements, tout au moins en ce qui concerne les personnes âgées de plus de 40 ans résidant les unes dans une commune rurale, les autres dans une agglomération urbaine.
- 4) La recherche d'un groupe témoin dans l'industrie est hasardeuse, étant donné les nombreuses mutations par sélection, l'état de santé jouant également un rôle à cet égard. Ayant heureusement examiné tout le personnel occupé dans la première usine au moyen d'une seule et même technique, indépendamment des postes de travail occupés, nous avons pu tirer certaines conclusions, que nous croyons toutefois devoir interpréter avec circonspection pour les raisons précitées.

Ainsi, nombre de problèmes n'ont pas encore été résolus. La capacité vitale et la valeur/seconde sont apparues comme des critères peu appropriés pour notre étude. Ces grandeurs ne conviennent guère à l'établissement de diagnostics précoces, notamment à cause de la forte dispersion des valeurs normales, due à de nombreux facteurs notoires. Des changements n'interviennent qu'après des altérations assez graves de la fonction respiratoire.

Il avait néanmoins été démontré qu'une exposition prolongée aux poussières est de nature à provoquer des troubles respiratoires (Worth et autres 1959; Reichel et autres 1960; Muysers et autres 1961 et Siehoff et autres 1961). Ces chercheurs ont constaté une diminution de la valeur/seconde et, de surcroît, une baisse de la pression de l'oxygène et du gaz carbonique contenus dans le sang artériel. Le gradient de la pression alvéolo-artérielle du gaz carbonique accusait une valeur plus élevée.

La courbe de la pression partielle de l'oxygène dans les gaz expiratoires avait pris une forme différente, tandis que la pression partielle du gaz carbonique expiratoire se trouvait être normale. Les chercheurs précités sont d'avis que ces écarts de la normale peuvent être dus à des troubles de distribution dans les poumons.

Ayant adopté ce raisonnement, nous avons, comme déjà dit, utilisé dans notre étude, outre la spirométrie, la courbe de lavage de l'hélium en tant que critère de la ventilation irrégulière, et la courbe du gaz carbonique expiratoire en tant que critère de la distribution des rapports ventilation-perfusion. Pour des raisons d'ordre théorique, on admet que la perturbation d'une courbe de CO<sub>2</sub> pourrait assez souvent être provoquée par un trouble ventilatoire se manifestant comme tel dans la courbe d'hélium. En principe, les courbes seraient non seulement comparables, mais aussi «dédectibles». Le résultat de la «soustraction» donnerait l'aspect circulatoire du rapport ventilation-perfusion. Au cours de cette étude, nous n'avons pas encore suffisamment examiné les aspects de la courbe de CO<sub>2</sub> pour pouvoir exprimer notre avis à ce sujet.

Nous avons à dessein renoncé aux analyses du sang, principalement parce qu'elles nous semblaient peu indiquées dans l'examen d'un échantillon important de personnes se disant en bon état de santé. Nous avons pensé que la crainte des prises de sang veineux ou artériel ne serait guère de nature à mieux disposer les sujets à coopérer à l'étude. Vous n'ignorez pas que la clinique universitaire d'Utrecht (service des maladies pulmonaires), qui s'est chargée de la partie médicale de l'étude, estime que la distribution de la ventilation alvéolaire s'examine le mieux au moyen de l'hélium, ce gaz étant pratiquement indissoluble. On le présente aux poumons en une seule inspiration, et avec un cataphéromètre, on analyse directement, dans un système ouvert, le lavage de ce gaz opéré par les expirations suivantes.

A partir du moment où le sujet inspire de l'air extérieur normal, la concentration de l'hélium dans l'air expiré diminue progressivement à chaque expiration. Si la distribution de la ventilation est uniforme dans toutes les parties des poumons, la concentration d'hélium a la même valeur dans toute la partie alvéolaire de chaque expiration (partie horizontale de la courbe). Les jeunes en bonne santé ont une ventilation régulière en cas de respiration normale. Les troubles de la distribution alvéolaire perturbent donc l'allure des courbes dans la partie alvéolaire. En cas de troubles de la distribution ventilatoire, on peut imaginer qu'une concentration relativement plus forte de l'hélium, due aux parties obstruées et dès lors mal ventilées, n'apparaît qu'au terme de l'expiration. La courbe alvéolaire présente alors une allure positive. En cas de troubles du type restrictif, c'est l'air provenant des parties les plus mal ventilées qui est expulsé en premier, donnant ainsi une courbe à allure négative.

L'angle formé avec l'horizontale de la partie alvéolaire de la courbe de l'hélium indique le degré de perturbation de la ventilation. En clinique, nous admettons qu'une perturbation dépassant 5 % par seconde est une indication de troubles pathologiques. Il ne s'ensuit naturellement pas pour autant que ces perturbations plus faibles ne seraient pas une indication de troubles débutants, correspondant à un stade encore plus précoce.

C'est en fait l'une des difficultés auxquelles nous nous sommes heurtés en adoptant une méthode que les cliniques n'ont pas encore admise partout, et qui, à notre connaissance, n'a jamais encore été appliquée lors d'un examen collectif, et

n'a donc encore fait l'objet que de rares publications en dehors de la clinique d'Utrecht. Les données obtenues avec la courbe de lavage de l'hélium ont été confrontées aux relevés conimétriques. Ici encore, l'exposition aux poussières est classée dans l'une des trois catégories suivantes : ambiance pratiquement exempte de poussières, ambiance modérément empoussiérée et ambiance empoussiérée. M. Hartogensis vous en dira davantage tout à l'heure.

En comparant entre eux les sujets placés dans les différentes catégories, on a constaté une perturbation bien plus fréquente de la courbe de lavage de l'hélium en fonction de l'exposition aux poussières. Nous avons fait la même constatation après avoir éliminé de l'échantillon certaines personnes en raison d'anomalies anamnestiques ou cliniques. Le nombre des sujets examinés est tombé de 1443 à 1073, car nous n'avons conservé que les personnes dont l'état de santé paraissait satisfaisant. Il est à noter que, proportionnellement, une courbe d'hélium perturbée se rencontre presque aussi souvent chez les sujets en bonne santé que chez les personnes présentant des troubles cliniques. De toute évidence, la courbe de lavage de l'hélium a pour ainsi dire une signification autonome et n'est pas nettement liée aux troubles expiratoires relevés par spirométrie.

Comme il a déjà été rappelé dans un autre contexte, il importe de savoir si la présence de troubles fonctionnels est une indication que des troubles cliniques caractérisés se manifesteront dans l'avenir, c'est-à-dire lorsque le sujet sera plus âgé. En d'autres termes, il importe de savoir si une courbe perturbée de l'hélium présente également un intérêt pour le pronostic clinique. Il me semble que la réponse à cette question ne pourra être donnée que par un examen longitudinal de tous les sujets chez lesquels une telle courbe a été relevée. Nous ne savons si nous aurons l'occasion d'effectuer cet examen.

Cependant, la conjonction d'une courbe perturbée de l'hélium avec une valeur/seconde perturbée est constatée moins souvent chez les jeunes en bonne santé que chez les personnes d'un certain âge également en bonne santé. Cette constatation incite à penser que la présence d'une courbe perturbée de l'hélium joue peut-être tout de même un certain rôle pour le pronostic d'une affection respiratoire aspécifique chronique.

Si ces constatations nous ont amenés à croire que nous nous étions engagés dans la bonne voie, les problèmes à résoudre sont encore si nombreux qu'il est néanmoins difficile de tirer des conclusions précises.

On peut notamment se demander si les constatations cliniques, recueillies au moyen du questionnaire du Medical Research Council (modifié par la C.E.C.A.), et qui permettent de quantifier la présence d'affections respiratoires aspécifiques chroniques dans un groupe de la population, ne constituent pas une meilleure méthode pour le dépistage de ces affections au moyen d'épreuves fonctionnelles pulmonaires. Aussi appliquons-nous cette méthode aux examens actuellement en cours, et nous la comparerons certainement aux méthodes, évoquées plus haut, qui ont retenu notre attention au début.

D'autres constatations ont également accru notre doute quant à la valeur de notre étude. Elles présentent un certain intérêt pour tous ceux qui effectuent de telles études.

D'abord, des examens effectués dans un autre domaine par la clinique des maladies pulmonaires ont permis de constater que la valeur/seconde et, plus encore

la courbe de lavage de l'hélium, n'étaient pas constamment perturbées dans le courant de la journée, et que, contrairement à la capacité vitale, elles le sont constamment plus souvent à la fin de la journée qu'au début.

Cela tient à des modifications de la fonction respiratoire causée par des facteurs externes ou à des changements de rythme dus à des causes internes, mieux connus dans d'autres domaines, qui vont peut-être jusqu'à atteindre les fonctions respiratoires.

Cette circonstance constitue de toute évidence une source potentielle d'erreurs dans les examens de ce genre. Toutefois, les examens que j'ai décrits plus haut ont par hasard été tous effectués dans les premières heures de la matinée, et les résultats présentent dès lors une comparabilité satisfaisante. Avec un peu de fantaisie, nous établissons un rapport avec les examens relatifs à la byssinose, qui ont également révélé que la fonction respiratoire varie sensiblement au cours de la journée et d'un jour à l'autre. Nous n'avons pas non plus commis cette erreur potentielle, car tous les sujets ont été examinés le même après-midi dans la semaine, à savoir le vendredi. Nous persistons à croire que l'action des poussières inhalées dans les fonderies pourrait s'expliquer par analogie avec la pathogénèse de la byssinose, à savoir une action pharmacodynamique exercée par une ou plusieurs des composantes des poussières.

Puis, au cours de notre étude, nous avons rencontré un autre facteur qui, dans les recherches de ce genre, fausse les résultats plus qu'on ne s'en rend généralement compte. Nous avons comparé neuf groupes de travailleurs masculins, classés en trois groupes d'âge et trois degrés d'exposition industrielle aux poussières. Mais, à côté de cette exposition, il y a l'usage individuel du tabac, qui est de nature à fausser les résultats.

On réduit le plus possible les risques d'erreur en répartissant uniformément les différents usages du tabac entre les neuf groupes, mais même alors, il faut être prudent en tirant des conclusions, car on ne connaît pas séparément les effets produits sur la respiration par l'usage du tabac et par les poussières, et on ne connaît pas davantage l'effet produit par la combinaison des deux facteurs.

Cependant, un examen de contrôle effectué à titre d'orientation par le Dr Visser et M. Joosting a appris que la distribution des usages du tabac entre les neuf groupes n'était pas uniforme et que, dès lors, ces usages dépendent d'autres facteurs, tels que la possibilité d'une relation avec la profession exercée, l'état de santé, etc.

L'étude de ce problème qui complique les choses ne fait que commencer, et il n'est pas possible d'en dire plus à l'heure actuelle. Dans toutes nos recherches, le problème de l'usage du tabac constituera désormais notre principale préoccupation; nous sommes pleinement conscients de ce que cette circonstance ne facilitera pas l'aboutissement à des conclusions. Peut-être l'usage du tabac contribue-t-il davantage à l'apparition des affections respiratoires aspécifiques chroniques que la pollution atmosphérique ou l'exposition aux poussières industrielles. La complexité des problèmes, les difficultés de communication entre les différentes disciplines qui doivent intervenir dans la réalisation d'une telle étude m'obligent à être pour l'instant vague dans mes conclusions. Nous comptons avoir terminé à la fin de l'année l'exploitation des nombreuses données, et pouvoir en tirer des conclusions plus claires qu'il n'est possible actuellement.

*M. Convevole :*

Je vous remercie, docteur Jongh, notamment d'avoir respecté le temps qui vous était imparti, ce qui permet un déroulement normal de nos travaux. Je crois pouvoir affirmer que l'exposé du Dr Jongh a été très intéressant, et qu'il a apporté une bonne contribution en vue du débat. D'un autre côté, force nous est de constater que la commission de pathologie physiologique n'a pas eu beaucoup de chance, car la recherche n'a pu être financée dans le cadre de notre programme.

J'exprime une nouvelle fois ma reconnaissance à l'orateur, qui a su brillamment faire le point en la matière, et je pense que le débat peut commencer tout de suite.

La discussion sera dirigée par le Dr Guthmann. Le Dr Kanitz de Gênes est malheureusement absent.

Docteur Guthmann, pourriez-vous faire un bref exposé introductif ?

*Dr Guthmann :*

Il m'a été demandé de formuler au cours de cette discussion quelques observations complémentaires sur le thème global du risque coniotique dans la sidérurgie. Depuis plus de 35 ans, je m'occupe en ma qualité d'ingénieur de la lutte contre les poussières dans les fonderies et, en ce qui concerne le point évoqué par le Dr Jongh, à savoir le risque silicotique dans les fonderies, je me permets d'apporter quelques éléments complémentaires, fondés tant sur une expérience antérieure, mais aussi sur les résultats récemment acquis à la suite de recherches effectuées dans ce secteur.

L'aide financière importante et précieuse que la C.E.C.A. a accordée pour les recherches de ce genre nous a permis de recueillir de nombreuses données et d'enrichir notre expérience.

J'ai retenu deux points du compte rendu du Dr Jongh, et je vous indiquerai les travaux de recherche effectués en Allemagne dans ce domaine.

Une recherche sur le décapage au jet avec du sable quartzé, — effectuée d'ailleurs avec l'aide financière de la Haute Autorité — vient de s'achever en Allemagne, où aucune loi n'interdit encore ce procédé.

Les éléments de base faisaient ou font encore défaut, mais le gouvernement fédéral envisage néanmoins de promulguer une loi de ce genre en s'étayant sur les seuls résultats de ladite recherche. Cela signifie que, dans un proche avenir, le décapage au jet de sable, le sablage, sera interdit dans la république fédérale d'Allemagne.

Nous avons en outre effectué des études avec l'aide financière de la Haute Autorité, notamment en liaison avec la démolition des fours, car du fait de l'acide silicique libéré, le risque silicotique existe dans d'autres établissements industriels, et notamment dans les aciéries. D'ailleurs, comme l'a dit le Dr Jongh, se sont les seuls établissements qui — avec les fonderies — présentent un risque silicotique et comportent des cas de silicose.

Je voudrais m'arrêter aussi un instant aux problèmes des poussières toxiques. Des projets de recherche ont également été exécutés dans ce secteur, et j'ai pensé que quelques remarques sur ce sujet pourraient présenter un intérêt. Outre des

substances toxiques, telles que du gaz, les poussières libérées par les hauts fourneaux contiennent également de l'iode, élément qui n'est pas toxique. En évoquant les problèmes posés par les poussières, nous avons intérêt à savoir que les poussières caractéristiques des hauts fourneaux contiennent également de l'iode sous forme de vapeur.

Ces poussières, qui ont fait l'objet d'une analyse expérimentale, sont des pyrophores susceptibles de provoquer des explosions et constituent dès lors un danger direct pour l'homme.

Les poussières de zinc contiennent 40 % de zinc, 15 % de plomb et environ 20 % d'alcali. Dès lors, divers fours libèrent des poussières pyrophores contenant du fer qui s'évapore, puis s'oxyde. Cette circonstance a souvent conduit à des explosions graves dans les installations de lutte contre les poussières, provoquant de nombreux accidents de personnes, voire des décès. Il ne faut pas oublier cet aspect pyrophorique, qui est de nature à provoquer indirectement des dommages corporels graves.

Le minerai de fer utilisé dans les fonderies de fer contient notamment des chlorures avec un pourcentage variable de chlorure d'ammonium. Lors de la galvanisation du métal, cette dernière substance se manifeste à nouveau. Le chlorure d'ammonium, bien qu'il ne s'agisse pas forcément d'un composé toxique, est de nature à agir sur les muqueuses. Il y a en outre le fluor produit par les fours Martin, etc., notamment sous forme de gaz et de composés solides. Ce problème, qui risque d'avoir de lourdes conséquences financières pour le gouvernement fédéral, fait l'objet de plusieurs projets de recherche dont la réalisation a été coordonnée entretemps. Nous espérons que ce problème du fluor — qui retient toute l'attention en Allemagne — sera très rapidement résolu.

Le dernier point que je voudrais évoquer est celui des fumées rousses émises par les aciéries. L'organe de contrôle a constaté dans la Ruhr que ces fumées ne sont ni cancérigènes ni silicogènes, mais qu'elles causent d'autres lésions du fait de la diminution de l'ensoleillement. C'est ainsi que la nappe de brouillard qui couvre la région de la Ruhr a créé des conditions particulièrement désagréables. Le ministère des affaires sociales du Land de Rhénanie-du-Nord — Westphalie a édicté une interdiction absolue aux termes de laquelle toutes les fonderies Thomas existant dans la Ruhr doivent être dépoussiérées pour le 31 décembre 1967. Une installation de lutte contre les poussières revient à 60 millions de DM. Ce chiffre permet de se rendre compte des frais que cette interdiction entraînera pour les fonderies considérées. Dès lors, les usines qui ne seront pas en mesure de construire ces installations se verront dans l'obligation de fermer avant cette date. Les fonderies devront donc en quelque sorte se reconverter, c'est-à-dire qu'elles devront mettre en place des installations avec soufflage d'oxygène. Dans ces conditions, certaines fonderies de la Ruhr cesseront d'appliquer un procédé déterminé dix ans plus tôt que prévu, mais il faut bien se plier aux lois et, peut-être à une exception près, les aciéries Thomas de la Ruhr ne pourront subsister à l'avenir.

Voilà ce que je voulais vous dire sur le risque coniotique et la lutte contre les poussières.

Je vous invite maintenant à faire connaître vos réactions au compte rendu du Dr Jongh.

*M. Convenevoles :*

Nous remercions le Dr Guthmann pour cet exposé introductif au débat, qui présente également un intérêt pour les autres pays ayant une législation moins sévère que l'Allemagne. Qui demande la parole ?

*Dr de Véricourt :*

Chers confrères, on a parlé de deux choses importantes. D'abord, du sablage, qui présente un danger assez connu, puis du problème des fumées rousses contenant de l'oxyde de fer.

En ce qui concerne le sablage, c'est là un problème essentiel et individuel. On a signalé que la législation allemande s'engage en ce qui concerne le sablage dans une voie déterminée. Vous savez qu'il existe en France une législation relative aux maladies professionnelles, c'est-à-dire les maladies professionnelles caractérisées, qui donnent lieu à la mise en œuvre de mesures dans le domaine de l'hygiène et de la sécurité. La pratique traditionnelle du sablage a été transformée grâce à l'équipement du sableur. Cet équipement, souvent très lourd, apparaît néanmoins assez satisfaisant. Les études que nous pourrions effectuer sur ce point ne présenteraient à mon sens guère d'intérêt, car la protection est déjà assurée, et nous ne voulons donc pas qu'une nouvelle réglementation amène les personnes occupées dans les entreprises considérées à cesser de porter leur équipement de protection, car, dans les anciennes conditions de travail, elles contractaient des silicoses à évolution rapide. Certaines usines ont d'ailleurs remplacé le sablage par un autre procédé moins nocif, utilisant des cailloux. Dès lors, une décision est déjà intervenue en ce qui concerne le sablage, et les mesures de protection actuellement en vigueur sont sensiblement suffisantes, à de rares exceptions près dues à des appareils de protection présentant des défauts ou des fissures. Le sablage ne pose donc plus de problème collectif.

Mais les fumées rousses posent un tel problème, qui est notablement plus grave pour la population que pour les ouvriers. Je sais bien qu'à Dortmund notamment — mais aussi en d'autres endroits — on a accompli des travaux énormes afin d'obtenir une amélioration de l'air à la sortie d'un grand nombre de cheminées qui répandent une espèce de crème de chocolat sur les prés, les champs et tout le paysage.

Néanmoins, on peut, globalement parlant, constater des progrès, mais ceux-ci reviennent énormément cher et, de son côté, la C.E.C.A. a consenti des efforts pour subventionner les recherches de ce genre.

*M. Convenevoles :*

Voilà un son de cloche optimiste et positif, dont nous vous remercions. Il ressort de votre intervention que les choses sont enfin en voie d'amélioration.

Qui désire encore prendre la parole ?

*Dr. Gerritsen :*

Monsieur le Président, je tiens à compléter par quelques remarques l'intervention française.

Aux Pays-Bas, le sablage est depuis longtemps déjà frappé d'interdiction. En voici la raison: Nous connaissons également les possibilités et l'utilité des moyens de protection individuelle – cabines, cagoules alimentées en air frais, combinaisons, caisses de sablage, etc. Par tous les moyens dont dispose l'inspection néerlandaise du travail, nous nous sommes efforcés d'encourager l'utilisation de tous les dispositifs de sécurité. Durant des années, nous avons régulièrement contrôlé toutes les installations de sablage existant aux Pays-Bas pour nous assurer que ces dispositifs étaient effectivement employés. Mais, parallèlement, les sableurs étaient soumis à des examens médicaux périodiques, et les résultats de ces examens ont démontré que les dispositifs considérés n'assuraient pas une protection durable du sableur contre le risque silicotique. Cela tient à plusieurs raisons. Le sable est une substance extrêmement corrosive, de sorte qu'une cagoule ou un masque, étanches aujourd'hui, laisseront peut-être passer les poussières demain; les ventilateurs des dispositifs d'aspiration sont attaqués, de même que divers autres matériaux, et on a en outre constaté que le sableur effectue des travaux de toute sorte qui, au départ, échappent peut-être à l'attention. C'est ainsi qu'il porte par exemple la cagoule en travaillant à un moment donné au jet de sable, mais il l'enlève pour déplacer des pièces à traiter, alors que la concentration des poussières est encore trop élevée au lieu de travail. Bref, on n'est donc pas parvenu aux Pays-Bas à prévenir entièrement la silicose par la mise en œuvre de ces mesures, et je tiens à signaler au représentant français qu'il ne devrait pas trop s'attendre à ce que ces mesures qui, de nos jours, paraissent être appliquées en France avec plus de rigueur qu'autrefois, aboutissent à l'élimination de la silicose chez les sableurs.

Je vous remercie.

*M. Convenevole :*

Je remercie le Dr Gerritsen. Qui désire prendre la parole ?

*Dr Putz :*

Monsieur le Président, j'aimerais demander au Dr Jongh si on a fait aux Pays-Bas les mêmes constatations qu'au Luxembourg. Nous avons observé que les cas de silicose étaient relativement fréquents dans les fonderies d'acier, alors qu'il n'y en a jamais dans les fonderies de fonte. Cette différence nous a frappés. On a tenté de donner une explication en affirmant que, dans les fonderies, l'acier a une température plus élevée que la fonte, et qu'il se forme ainsi du silicium amorphe, que la chaleur transforme en un silicium plus agressif et cristallisé. Le fait n'a pas été contrôlé, mais je voudrais poser la question suivante: Avez-vous également constaté que les fonderies d'acier sont plus dangereuses, plus nocives que les autres ?

*M. Convenevole :*

Qui demande la parole ?

Le temps limité m'oblige à ne plus donner l'occasion de poser des questions après la formulation des réponses. Il y aura tout à l'heure une pause-café. C'est une institution sacro-sainte aux Pays-Bas, et nous nous devons de respecter les habitudes du pays dont nous sommes les hôtes.

S'il n'y a plus de questions, nous demanderons au Dr Jongh et au Dr Guthmann de répondre aux questions posées. Docteur Jongh, je vous donne la parole.

*Dr Jongh :*

En ce qui concerne la question du représentant luxembourgeois, on sait depuis des années que les fonderies d'acier présentent un risque silicotique sensiblement plus grand que les fonderies de fonte.

Assez curieusement, nous avons à plusieurs reprises constaté — et le Dr Hartogensis reviendra peut-être sur ce point — que la concentration de poussières mesurée dans diverses fonderies de fonte était plus forte que dans les fonderies d'acier, tandis que les cas de silicose observés dans ces dernières étaient — à l'inverse — plus nombreux que dans les fonderies de fonte. Comme vous l'avez déjà indiqué, cela tient à ce que la température de l'acier est plus élevée, de sorte que le silicate se morcelle en fragments plus petits, que les cristaux du silicate se disloquent et que les particules, qui sont dès lors plus fines, pénètrent plus facilement les poumons; cette hypothèse n'a toutefois pas été vérifiée. Je pense qu'un autre facteur d'importance est le passage d'une forme à une autre plus dangereuse; c'est ainsi que la tridimite et la cristallobalite sont plus dangereuses que la silice ordinaire.

*Dr Guthmann :*

Je puis peut-être répondre à la question de la différence de température en ce sens que j'ai consacré de longues études à cette question, cela non pas en liaison avec le risque silicotique, mais pour d'autres raisons. Il est clair que la température de la fonte est comprise entre 1 250 et 1 350°C, alors que celle de l'acier va de 1 450 à 1 850°C; on trouve donc une température moyenne de 1 300° pour la fonte et de 1 700° pour l'acier, soit un écart considérable. L'acier accuse naturellement une volatilisation sensiblement plus forte que la fonte, notamment parce que ses éléments constitutifs sont plus nombreux. Il contient notamment du fer, de l'acide silicique, du manganèse, etc. Évidemment, il faut aussi, comme l'a dit le Dr Jongh, apprécier le rôle des matériaux réfractaires avec lesquels le métal en fusion se trouve en contact tout différemment selon qu'il s'agit d'acier ou de fonte. Une telle étude permettrait à tout le moins d'élucider le problème de la température.

*M. Convenevoles :*

L'ordre du jour prévoit maintenant une pause.

J'exprime tous mes remerciements au Dr Jongh pour son exposé, et à M. Guthmann pour la façon dont il a dirigé cette discussion.

Je crois pouvoir dire que nous terminons ce premier point sur une note positive. La séance est suspendue pour la pause-café. Elle se rouvrira à 10 h 50 avec un exposé de M. Hartogensis.

Pause

*M. Convenevoles :*

Mesdames et Messieurs, nous reprenons les travaux avec un exposé de M. Hartogensis, qui parlera de la mesure des poussières dans l'industrie sidérurgique. Monsieur Hartogensis, veuillez prendre la parole.

*Dr F. Hartogensis :*

Monsieur le Président, Messieurs, il n'est pas dans mon intention de vous donner aujourd'hui un aperçu des possibilités techniques qu'il y a de déterminer les concentrations de poussière ou des difficultés qui s'y rattachent, et je ne veux pas davantage vous citer une série de résultats minutieusement chiffrés de la recherche que nous avons effectuée. . . .

**Exposé du Dr F. Hartogensis :**

## **LA MESURE DES POUSSIÈRES DANS L'INDUSTRIE SIDÉRURGIQUE**

### **1. Introduction**

Il n'est pas dans mes intentions de vous donner ici un aperçu des possibilités techniques de déterminer les taux de poussière et les difficultés que cela comporte ni de vous communiquer un certain nombre de résultats chiffrés. Mon propos est plutôt de vous parler, en me référant à ce qu'a dit le Dr Jongh, de quelques difficultés et considérations relatives à la détermination de l'exposition à la poussière d'un grand nombre d'ouvriers, en insistant surtout, en l'occurrence, sur le fait que les résultats obtenus ont dû être comparés aux constatations faites sur le plan médical. Si les taux de poussière sont à déterminer dans un autre but, par exemple pour étudier l'influence de mesures prises contre la dispersion des poussières, il faut souvent choisir des méthodes toutes différentes et certainement adopter un autre plan d'ensemble. Je me bornerai donc ici à parler de l'étude que nous avons réalisée dans des fonderies et qui devait surtout permettre de rechercher le lien existant entre l'exposition à la poussière, d'une part, et les constatations faites sur le plan médical, d'autre part.

Avant d'établir le plan d'ensemble d'une recherche aussi vaste impliquant des milliers de mesures de la poussière, il faut faire un choix qui est certainement fonction, entre autres facteurs, des possibilités pratiques. Nous allons vous indiquer le choix auquel nous nous sommes arrêtés sans vouloir donner l'impression que ce soit là le seul choix possible ou le meilleur. Ce n'est qu'une fois que toutes les données auront été étudiées qu'on pourra juger s'il a permis d'obtenir des résultats utilisables. Il est d'ailleurs probable que l'expérience acquise conduira, lors d'une recherche suivante, à l'adoption d'un plan d'ensemble plus ou moins modifié.

### **2. Dimension des particules**

La première considération a trait à l'influence de la dimension des particules. Lorsqu'on détermine la concentration d'un gaz dans l'air (par exemple l'oxyde de carbone), celle-ci peut être parfaitement indiquée par un chiffre, par exemple 12 mg d'oxyde de carbone par m<sup>3</sup> d'air ou, ce qui revient au même, 10 volumes d'oxyde de carbone pour un million de volumes d'air. Tel n'est pas le cas lorsqu'on détermine un taux de poussière. Dans une concentration gravimétrique de 9 mg de poussière par m<sup>3</sup> d'air, par exemple, on peut trouver 800 à 20 000 particules de poussières. Dans le premier cas, les particules sont en moyenne plus grosses que dans le second; cette différence est très importante pour l'effet produit sur la santé. Il en est de même lorsqu'on détermine uniquement la concentration numérique, c'est-à-dire le nombre de particules de poussières par cm<sup>3</sup>. C'est la raison pour laquelle nous avons toujours déterminé parallèlement la concentration gravimétrique (mesurée par des appareils à filtre) et la concentration numérique (mesurée à l'aide de précipitateurs thermiques).

Mais l'indication de ces deux données couramment définies – concentrations gravimétrique et numérique – ne suffit pas encore pour décrire de façon satisfaisante la concentration de poussière. Les particules dont la granulométrie est inférieure à  $5\ \mu\text{m}$  environ pénètrent dans les alvéoles pulmonaires. Le pourcentage de ces particules qui se déposent dans les alvéoles dépend en outre (on ne sait malheureusement pas avec précision pourquoi et comment) de la granulométrie des particules. Au cours du «Symposium on inhaled particles and vapours» qui s'est tenu à Cambridge en septembre 1965, différentes manières de voir ont été exprimées à ce sujet. Selon Alsthüler, la rétention maximale se situerait à  $2\ \mu\text{m}$  ou plus; selon Leiteritz et Cartwright, ce serait à environ  $1,2\ \mu\text{m}$  tandis qu'Ulrich a constaté que le plus grand nombre de particules de poussières déposées dans les alvéoles de poumons humains étaient de la fraction de 0,3 à  $0,5\ \mu\text{m}$ .

Ces constatations aboutissent à quelques conclusions d'ordre pratique. Il est souhaitable en tout cas que les particules de poussières qui peuvent pénétrer dans les alvéoles pulmonaires, c'est-à-dire celles qui sont inférieures à  $5\ \mu\text{m}$ , soient déterminées et analysées séparément. C'est ainsi que nous procédons actuellement dans tous nos travaux de mesure. Il y aurait avantage à déterminer complètement la répartition granulométrique des particules, mais il est difficile de répéter constamment cette opération qui exige un travail assez considérable; cette répartition est donc déterminée dans un certain nombre de cas, mais une analyse aussi complète n'est pas toujours effectuée.

Notre méthode pour déterminer la répartition granulométrique des particules recueillies dans des filtres consiste, après dissolution de ceux-ci, à plonger les poussières dans l'eau et à les examiner de plus près à l'aide de la pipette d'Andreasen. Les particules les plus grosses tombent les premières au fond, les plus petites se déposent plus lentement. La vitesse de précipitation est proportionnelle au carré du diamètre de la particule et à la différence entre le poids spécifique de la particule et celui du liquide. Cette méthode permet de déterminer la répartition granulométrique des particules et d'isoler également la fraction de ces particules inférieures à  $5\ \mu\text{m}$ . Mais elle comporte certains inconvénients. Le plus important est que pour obtenir des résultats reproductibles, il faut disperser aussi complètement que possible la poussière dans le liquide. Or, dans l'atmosphère, il existe souvent des agglomérats de particules qui, analysées à la pipette, ne sont retrouvées que sous la forme de particules séparées. Si l'on analyse les particules de plus de  $5\ \mu\text{m}$  directement dans l'atmosphère à l'aide d'un préséparateur tel qu'il est utilisé, par exemple, dans l'appareil Hexhlet, on trouve presque toujours plus de poussière grossière et moins de poussière fine qu'à l'analyse à la pipette; si l'on analyse à l'aide d'un appareil à pipette les particules de forte granulométrie recueillies par le préséparateur, on y trouve beaucoup de particules fines. Il en résulte systématiquement des différences entre les résultats obtenus par ces deux méthodes. De surcroît, avec la méthode d'analyse à la pipette, il faut admettre que toutes les particules ont un même poids spécifique; nous prenons celui du quartz, surtout parce que la connaissance du fait que les particules de poussières inférieures à  $5\ \mu\text{m}$  peuvent pénétrer dans les alvéoles repose essentiellement sur des expériences faites avec des particules de quartz. Enfin, dernier inconvénient de l'analyse à la pipette, le calcul n'est valable que pour les particules sphériques; pour les particules ayant une autre forme, la notion de diamètre n'a pas vraiment de signification. Mais, en fait, les particules de poussières ne sont presque jamais sphériques.

La poussière recueillie sur une lame de verre au précipitateur thermique est aussi analysée par la méthode granulométrique en comparant au microscope les particules à des points définis. Chaque particule se dépose de telle manière que l'on voit toujours le plus grand diamètre; les particules plates, par exemple, celles de mica, reposent à plat sur la lamelle. Si l'on calcule le poids de toutes les particules de poussières inférieures à  $5\ \mu\text{m}$  à partir de la répartition granulométrique et du poids spécifique de la poussière, on trouve toujours un poids plus élevé que selon la méthode gravimétrique. On peut exprimer ce fait quantitativement par le «facteur de forme», c'est-à-dire celui par lequel il faut multiplier le poids calculé pour obtenir le poids réel. Si l'on admet pour le calcul que les particules ont une forme cubique, c'est-à-dire si l'on calcule le volume comme diamètre à la puissance trois, ce «facteur de forme» sera pour les particules sphériques  $1/6\ \pi = 0,52$ . En réalité, on trouve des facteurs plus bas et même beaucoup plus bas, parfois inférieurs à 0,01 ou 1 %. Il est improbable que dans les fonderies les particules soient aplaties au point d'expliquer des facteurs de forme aussi bas. Il est beaucoup plus vraisemblable que ce qu'on voit au microscope sont plutôt des agglomérations de plusieurs petites particules qui en forment une seule plus grande; cette particule fictive comprend alors une grande partie de vides.

Dans la poussière recueillie sur filtres on détermine toujours et on isole la fraction de particules inférieures à  $5\ \mu\text{m}$ ; on détermine alors en outre la répartition granulométrique d'une partie des échantillons. Sur les échantillons obtenus au précipitateur thermique, on détermine la répartition granulométrique d'une certaine partie, par exemple d'un échantillon sur huit. Avec cette méthode le nombre de particules supérieures à  $5\ \mu\text{m}$  est si faible que, le plus souvent, si on les abandonne, cela n'entraîne pas de différence notable dans les résultats.

Le comptage des particules s'effectue sur fond sombre avec un grossissement de 560 x sans projection; nous comptons toutes les particules perceptibles. Pour autant que je le sache, toutes les autres méthodes pratiquement applicables donnent des résultats plus faibles.

Sur un certain nombre de séries de mesures de la poussière organisées par la C.E.C.A. et effectuées par différents chercheurs selon des méthodes différentes, nous avons examiné de plus près les différences existant entre les résultats obtenus. Celles que l'on constate entre les taux gravimétriques des poussières sont relativement faibles, ne dépassant pas 30 % et ont été causées surtout par les différences de rapports de flux dans l'orifice d'aspiration des appareils de mesure employés, d'où l'attraction exercée sur des poussières de granulométrie plus au moins forte. Il semble possible, par une délibération au niveau international, de parvenir à des conventions qui ne soient pas trop arbitraires en ce qui concerne la vitesse d'aspiration devant l'orifice et la direction de l'aspiration, ce qui permettrait de réduire encore, et sensiblement, les différences.

Les différences sont plus importantes en ce qui concerne la concentration gravimétrique des poussières fines, à savoir des particules inférieures à  $5\ \mu\text{m}$ . J'ai déjà signalé les différences systématiques que l'on constate entre les résultats obtenus avec la méthode des préséparateurs pour les particules de forte granulométrie, d'une part, et avec les méthodes comportant une analyse ultérieure en fonction de la granulométrie. Mais des méthodes similaires d'analyse aboutissent parfois

aussi à des différences assez importantes. Toutefois, nous espérons bien qu'il apparaîtra possible de définir sous peu cette sorte d'analyse de telle sorte que les résultats correspondent entre eux raisonnablement.

La situation est beaucoup plus difficile en ce qui concerne les résultats de la détermination numérique des concentrations; les différences correspondant au facteur 10 n'y sont pas rares. Elles sont dues pour la plupart à la méthode de comptage. Parfois on néglige sciemment de compter une portion des particules, bien que celles-ci soient perceptibles; la limite est alors fixée entre 0,5 et 1  $\mu\text{m}$ , ce qui influe beaucoup sur les résultats. Lors de mesures des poussières dans les charbonnages, nous avons constaté que, de la sorte, 88 et 54 % des particules comptées par nous ne figurent pas dans les résultats. La répartition granulométrique étant connue, nous pouvons calculer avant toute détermination combien de particules il faudrait encore compter dans ces conditions. Mais en dehors de cela, certains facteurs tels que l'ouverture numérique du condensateur et de l'objectif, la différence de contraste entre la particule et son environnement, la nature de cette particule et l'indice de réfraction du milieu ont une grande influence sur la perceptibilité. C'est ainsi qu'en milieu sec et avec une lumière tamisée nous percevons encore des particules de quartz jusqu'à un diamètre d'environ 0,2  $\mu\text{m}$ , alors que dans l'eau, avec un indice de réflexion de 1,33, les particules de quartz inférieures à 0,3 - 0,5  $\mu\text{m}$  ne sont déjà plus perceptibles. Cette sorte de différence est étudiée actuellement de plus près en France et chez nous. Comme la méthode retenue par nous permet de percevoir davantage de particules que la plupart des autres méthodes, nous espérons pouvoir en apprendre davantage à ce sujet par nos calculs et la répartition granulométrique. Le comptage de toutes les particules perceptibles sur champ obscur présente sans nul doute des difficultés, parce que les particules très fines que nous appelons particules de fumée peuvent être prédominantes sans que nous voulions admettre que leur influence sur l'organisme humain soit aussi grande. Ces particules disparaissent néanmoins pour la plus grande partie au traitement à l'acide chlorhydrique.

Une autre difficulté réside dans le fait que certaines particules sont recouvertes par d'autres, ce qui fait qu'on n'en distingue qu'une seule alors qu'il y en a deux ou davantage. Nous avons constaté que ce phénomène se produit même lorsque 2 % seulement du champ visuel sont garnis de particules. Ce phénomène, qui est étudié également en Angleterre et sur lequel le Dr Zurlo a attiré notre attention, fait maintenant l'objet d'une étude attentive. J'en ai déjà mentionné l'influence sur ce qu'on appelle le facteur de volume.

### **3. Composition chimique**

Une autre considération au sujet de laquelle je serai bref concerne la détermination de la composition chimique. Alors que la détermination de la concentration d'un gaz est toujours spécifique pour le gaz à étudier, il n'en va pas de même pour la poussière: lorsque l'on a mesuré la concentration de la poussière, on ne sait encore rien de la nature de celle-ci. Ainsi dans bien des cas, la première détermination est encore suivie d'une analyse chimique. En ce qui concerne la poussière recueillie sur le filtre une analyse chimique normale est presque toujours possible. Il est aussi possible d'analyser la fraction des particules inférieures à 5  $\mu\text{m}$  si l'on examine une quantité d'air suffisante; cela signifie qu'il faut examiner plusieurs dizaines de  $\text{m}^3$

d'air pour obtenir à peu près 20 à 50 mg de poussière fine. Nous isolons toujours la fraction inférieure à  $5 \mu\text{m}$  et en déterminons radiologiquement la teneur en quartz et les modifications polymorphes, cristobalite et tridymite. Ceci permet de connaître la concentration gravimétrique en fines poussières de quartz.

Les échantillons obtenus au précipitateur thermique ne permettent pas une analyse chimique normale. On ne dispose que de 2 à 3 mg de poussière par lamelle et cela est encore bien peu malgré le perfectionnement de la méthode d'analyse. Sur ces échantillons on détermine: le pourcentage de particules qui disparaissent lorsqu'on chauffe à  $350^\circ\text{C}$  (il s'agit surtout de matières organiques), le pourcentage de particules restantes (réfractaires) qui se dissolvent à l'acide chlorhydrique 1 sur 1 à  $80^\circ$  (carbonates de nombreux silicates et oxydes métalliques) et le pourcentage de particules restantes qui se composent de quartz, cristobalite et tridymite (par contraste de phases et en les plongeant dans certains liquides). Cette dernière opération n'est possible que pour les particules d'un calibre supérieur à environ  $1,8 \mu\text{m}$ . Ceci permet aussi de déterminer le taux numérique en particules de quartz, de cristobalite et de tridymite. Les résultats de cette méthode de détermination optique du quartz que nous avons reprise entièrement du «Staubforschungsinstitut» de Bonn concordent souvent bien avec ceux de la détermination radiologique, mais tel n'est pas toujours le cas. Parfois aussi la méthode ne peut être appliquée parce qu'on distingue trop peu de particules de 2 à  $5 \mu\text{m}$  sur les lamelles. Généralement, la teneur en quartz des particules fines est inférieure à celle des particules de plus fort calibre, mais nous avons constaté aussi qu'il en était parfois autrement, notamment dans un atelier d'agglomération par frittage.

Outre le quartz et ses modifications polymorphes, on décèle aussi souvent la présence d'autres éléments tels que du fer et du silicium pur. Ces opérations s'effectuent uniquement sur échantillons recueillis sur filtres.

#### **4. La variabilité des concentrations de poussières**

En troisième lieu nous discutons de la variabilité des concentrations de poussières dans l'atmosphère. Une mesure même effectuée dans des conditions idéales n'indique que le taux de poussières à l'endroit et au moment de la mesure. A proprement parler, cela ne présente guère d'intérêt. Dans les conditions pratiques existant dans la sidérurgie, l'inhalation de poussières n'entraîne de conséquences qu'à long terme au bout de 10 ans ou plus. Il faut du moins, à partir des mesures, procéder à une estimation de la quantité de poussière inhalée au cours d'une telle période et de la concentration moyenne pendant cette période. Le plus souvent on ne dispose pas de mesures de la poussière datant de 10 ans et plus. Si le processus de production a été considérablement modifié, on ne sait rien au sujet de la situation antérieure. Heureusement il existe des services de production où l'on n'a pas procédé à des changements par trop importants et ceux-ci offrent pour nos recherches les meilleures possibilités de comparaison.

Le taux de poussière varie beaucoup; d'un jour à l'autre, au même endroit et — si l'on n'y regarde pas de très près — dans les mêmes conditions, il peut aller de 2 à 10. Ce sont surtout les concentrations numériques qui se modifient. Il nous est apparu que dans une grande halle comme il en existe beaucoup dans cette industrie, les variations dans le temps nécessaire aux mesures sont fréquemment plus importantes que celles qu'on observe d'un endroit à un autre. C'est ainsi si l'on détermine

un jour donné les concentrations de poussières existant aux postes de mouleurs et un autre jour celles des polisseurs, il est très possible que les différences soient déterminées davantage par le choix fortuit du jour que par le fait que la concentration varie d'un poste à l'autre. Dans notre enquête cela signifie que, pour chaque poste de travail où nous voulions mesurer la concentration, nous avons été obligés de procéder à un certain nombre de séries de mesures réparties sur plusieurs jours, le plus souvent six demi-journées, afin de déterminer aussi bien l'exposition moyenne à la poussière que les variations de celle-ci. Pour éviter que l'enquête ne dure trop longtemps, nous avons alors toujours procédé à des mesures en quatre endroits simultanément. Par la méthode statistique on peut alors déterminer sur quels points les concentrations de poussières diffèrent essentiellement pour diverses catégories d'ouvriers. C'est ainsi que, dans une usine, nous avons constaté en comparant les concentrations de poussières obtenues pour quatre catégories d'ouvriers, à savoir noyauteurs, mouleurs, ébarbeurs et polisseurs que :

- a) Pour les noyauteurs, en moyenne la concentration numérique et la concentration gravimétrique étaient plus faibles que celles de trois autres catégories; de plus, il y avait à ces postes un pourcentage plus faible de particules résistant à l'acide et de cristobalite que pour les polisseurs.
- b) Pour les mouleurs, la concentration gravimétrique de poussière était plus faible que pour les polisseurs.

Les autres différences n'avaient pas de signification statistique.

## **5. Rapport avec les constatations faites sur le plan médical**

Ces conclusions peuvent maintenant être comparées aux constatations faites sur le plan médical à l'examen de plusieurs milliers d'ouvriers. Cela crée de nombreuses difficultés. Pour chaque ouvrier les constatations médicales ont été notées. Certaines d'entre elles, par exemple, la capacité vitale et le volume/seconde doivent être comparés au chiffre à considérer comme normal pour l'ouvrier en question; pour d'autres, par exemple la radiographie, cela n'est pas nécessaire. Mais, en outre, l'âge et le fait que l'intéressé est fumeur ou ne l'est pas ont aussi une influence sur ces constatations. L'exposition à la poussière, exprimée par un certain nombre de variables, peut être ici relevée comme une concentration moyenne de poussière. Il faut également tenir compte de la durée d'exposition, c'est-à-dire du nombre d'années pendant lesquelles l'ouvrier a travaillé dans un milieu empoussiéré.

Nous sommes actuellement occupés à exploiter toutes ces données. On peut se demander si cela vaut la peine. Nous estimons que cela est d'une très grande importance. Quantitativement, on sait beaucoup trop peu de choses quant aux effets de la poussière sur l'organisme humain. Bien entendu on sait que le fait de respirer de grandes quantités de poussières est nocif et que l'inhalation de poussières de quartz peut provoquer la silicose. S'il n'y a pas inhalation de quartz la silicose n'apparaît pas; mais souvent après l'inhalation de quartz il ne se produit pas non plus de silicose, tout au moins de silicose décelable. Quelle est donc l'élément déterminant de ce risque ? Y a-t-il des limites au-dessous desquelles ce danger n'est pas important ? Toutes les particules de quartz sont-elles également dangereuses ? Le risque dépend-il du poids des particules fines de quartz ou de leur surface totale ? D'autres sortes de poussières ont-elles une influence et, dans l'affirmative, quelle

est l'importance de celle-ci ? Mais aussi : d'autres altérations que nous pensons constater chez les ouvriers inhalant de la poussière davantage que chez les autres, telles que les déviations de la courbe d'hélium, sont-elles également liées à l'inhalation de poussières contenant du quartz ?

Toutes ces questions sont en rapport avec une concentration maximale tolérable de poussière, une valeur limite de poussière. Les ouvrages spécialisés contiennent beaucoup de données à ce sujet ; certaines reposent sur les taux numériques de poussières, d'autres sur la concentration gravimétrique. Le plus souvent, il est tenu compte de l'une ou de l'autre manière de la teneur en quartz de la poussière pour déterminer une concentration limite. Mais il est rare que la concentration limite retenue soit basée sur des données réelles concernant l'influence de la poussière sur l'organisme humain. Cela signifie, à mon avis, que de telles valeurs limites, quelque utiles qu'elles puissent être pour comparer la situation dans différentes usines en ce qui concerne la poussière, ont un fondement scientifique trop faible. Une conséquence de ce fait est que les différentes appréciations sont souvent contradictoires, ainsi que nous avons pu le montrer lors des mesures de la poussière dans les mines de houille. Ainsi n'est-il pas encore possible d'émettre un jugement, même après de nombreuses mesures de la poussière. Quelques exemples me permettront de montrer que nous en savons encore trop peu à ce sujet.

Deux usines situées dans la même région de notre pays ayant été étudiées, le risque de silicose paraissait être, dans l'usine A, nettement plus important que dans l'usine B. Mais le taux de poussière et la teneur en quartz de l'air inhalé n'étaient pas plus élevés dans l'usine A que dans l'autre, pour autant que nos mesures l'indiquaient. Sans le savoir avec certitude, nous avons des indices permettant de supposer que, dans l'usine A le  $\text{SiO}_2$  cristallisé existait sous forme de cristobalite pour une part plus grande que dans l'usine B ; malheureusement dans cette usine, le taux de cristobalite n'avait pas toujours été mesuré, ce que nous faisons depuis lors. S'il devait apparaître qu'à cet égard la cristobalite est plus dangereuse que le quartz, il conviendrait d'y porter une attention plus grande dans la lutte contre les poussières, par exemple en s'efforçant de réduire les quantités de cristobalite produites à partir du quartz, ou en concentrant la lutte contre les poussières aux endroits où la cristobalite peut être libérée. Ce mode de lutte contre les poussières est beaucoup plus orienté et par conséquent plus efficace que la lutte contre les poussières en général.

Dans une autre usine qui fait partie du groupe des Koninklijke Nederlandsche Hoogovens en Staalfabrieken, nous avons constaté l'existence de taux élevés de particules fines de quartz tant en poids qu'en nombre ; les chiffres étaient plus élevés que dans la plupart des autres fonderies. Mais dans cette usine on n'a constaté aucun cas de silicose depuis 20 ou 25 ans. Nous savons bien plus ou moins comment il se fait que les taux de poussière fine de quartz sont ici élevés, mais nous ignorons pourquoi ils n'occasionnent pourtant pas de silicose. Nous essayons actuellement d'élucider ce mystère.

Comme troisième exemple, je ferai une comparaison avec l'industrie de la céramique. Dans celle-ci considérées globalement, les concentrations de poussières sont nettement plus faibles que dans les fonderies, mais selon les statistiques le risque de silicose y est plus grand. Ici encore nous ne connaissons pas la cause de cet état de choses.

Ces trois exemples montrent que la détermination de la poussière telle que nous la pratiquons ne donne pas encore une idée nette du risque silicotique. On a acquis une expérience similaire, entre autres, en Angleterre, lors de l'enquête faite dans les mines. Ceci entrave la lutte pratique contre les poussières : mieux on connaît ce qu'il faut combattre, plus efficace peut être la lutte. Nous devons tenir compte du fait qu'en l'état actuel des choses, quelque bonne volonté que l'on mette à prendre des mesures nécessaires ou souhaitables pour la santé des ouvriers, l'industrie ne peut y affecter des moyens financiers illimités. Si la mesure des poussières ne peut donner plus qu'une impression générale, sa force de persuasion est insuffisante. Si, en revanche, les résultats des mesures de la poussière permettent de conclure nettement que certains troubles menacent de se produire, il sera plus aisé de faire prendre des mesures.

On ne peut s'attaquer à cette sorte de problème que par une étude combinée du milieu et des individus. C'est pourquoi nous voudrions plaider pour que soient entreprises à grande échelle des enquêtes de cette sorte, quelques difficultés que cela présente. Dans les ouvrages spécialisés on trouve de nombreuses données sur les mesures de poussières et de nombreuses données sur les recherches médicales mais il est rarement fait mention de recherches combinées. Si l'on ne fait pas davantage d'enquêtes de ce genre, on ne réussira jamais à comprendre mieux l'action des facteurs ambiants sur la santé humaine et la lutte contre ces facteurs ne pourra être orientée suffisamment sur les éléments ayant des effets néfastes sur la santé.

Nous devons remercier vivement la Haute Autorité du soutien qu'elle a apporté à ce travail.

. . . . Monsieur le Président, je ne veux pas terminer sans avoir une nouvelle fois exprimé la reconnaissance que nous devons à la Haute Autorité pour l'aide qu'elle a bien voulu accorder à cette recherche.

Je vous remercie.

*M. Convenevole :*

Je vous remercie, Monsieur Hartogensis, et je vous félicite de la manière dont vous avez traité ce thème des plus intéressants.

M'adressant maintenant au Dr Claass, j'aimerais lui demander comment on pourrait s'y prendre pour essayer de donner à la présente discussion une certaine publicité et pour la diffuser.

Je me souviens que nous avons décidé de tenir deux réunions par an, et nous parvenons à peine à en organiser une. Nous sommes maintenant parvenus à un stade déterminé. Vous avez obtenu des résultats précis, et vous les avez exposés magistralement, ce dont je vous félicite cordialement. Nous devons assurer une diffusion de ces résultats, ce qui facilitera notre tâche et instaurera une espèce de symbiose entre les médecins et les techniciens.

Je donne maintenant la parole à l'ingénieur Visser, qui vous parlera de «La lutte contre la pollution atmosphérique dans la sidérurgie».

*M. W. Visser :*

Monsieur le Président, Messieurs, vous vous attendez probablement à ce que, emboîtant le pas à l'orateur précédent et en conformité de la nature du présent congrès, je vous entretienne de la lutte contre la pollution atmosphérique dans les halls d'usines, c'est-à-dire pour les besoins des ouvriers qui y travaillent. Je veux toutefois espérer que vous me permettez d'inclure également dans mon exposé les femmes et les enfants de ces ouvriers. Je vous parlerai donc de «La pollution atmosphérique causée par la sidérurgie». En effet, l'atmosphère au voisinage de cette industrie se détériore rapidement pour rejoindre le niveau de celle d'un hall d'usine. Le Dr Guthmann a déjà parlé d'une nappe de brouillard et le Dr Jongh a évoqué l'influence exercée par la pollution atmosphérique dans les régions industrielles sur les ouvriers industriels examinés. La forte expansion de l'industrie et surtout la baisse des prix des produits énergétiques tels que le pétrole et le gaz naturel y contribuent. C'est une raison suffisante pour nous inciter à diriger maintenant le regard au dehors et à méditer durant une heure sur l'influence exercée par cette industrie sur son voisinage.

**Exposé de l'ing. W. Visser :**

## **LA LUTTE CONTRE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE DANS L'INDUSTRIE SIDÉRURGIQUE**

A propos du problème que pose la lutte contre la pollution atmosphérique causée par l'industrie certains continuent d'élever l'objection peu nuancée selon laquelle l'industrie ne manquera pas, pour des raisons d'ordre économique, de s'opposer aux mesures que les pouvoirs publics doivent lui imposer pour des raisons sociales.

Certes, on ne saurait affirmer que cet argument est entièrement dépassé, mais force est de constater qu'il repose sur une erreur qui fait obstacle à la mise sur pied de mesures de lutte.

Il y a erreur, car la polarité : aspect économique — aspect social — se retrouve notamment, et même à un degré élevé, dans les préoccupations tant des pouvoirs publics que de l'industrie, et elle prend rapidement dans les deux domaines, de plus en plus d'importance.

Aux pouvoirs publics s'impose la nécessité de l'industrialisation, ce qui requiert une marge de manœuvre économique pour les entreprises industrielles. Aussi longtemps que les régions en voie de développement continueront dans le monde entier d'accuser une poussée démographique relativement forte, les pays très développés comme le nôtre connaîtront une tendance accélérée à l'expansion industrielle, surtout dans les secteurs qui contribuent à la pollution atmosphérique.

En dépit de tous les efforts bien intentionnés que déploient les pays occidentaux, on enregistre dès à présent une détérioration des conditions de vie élémentaires dans les pays qui sont incapables de pourvoir dans une mesure suffisante à leurs propres besoins. Même si l'on parvenait à bref délai à juguler quelque peu la croissance démographique dans ces pays, il faudrait dès maintenant réaliser une industrialisation à une échelle gigantesque afin de créer, pour ces centaines de millions de personnes, des conditions de vie pouvant être qualifiées d'humaines. Toutefois, il s'agira provisoirement de formes d'industrie qui demandent peu de capital et beaucoup de main-d'œuvre, et peuvent être exercées par des manœuvres et ouvriers spécialisés et avec un très petit nombre d'ouvriers de métier, de spécialistes et de chefs.

Mais il s'ensuit que les pays très industrialisés devront répondre à une demande croissante de produits ne pouvant être fabriqués que dans des entreprises capitalistes caractérisées par une mécanisation et une automatisation très poussées. Or, au premier rang de ces entreprises figurent précisément l'industrie de base et l'industrie chimique, qui apportent la plus grosse contribution à la pollution atmosphérique.

Il faudra évidemment s'ingénier à implanter notamment ces branches d'activité dans les régions ayant besoin de leurs produits. Cependant, l'expérience acquise

tant avec la sidérurgie qu'avec d'autres industries de base ne montre que trop clairement qu'il s'écoulera encore de longues années avant que ces industries puissent y atteindre un niveau approprié.

Ces considérations conduisent dès lors, pour nos pays, à la conclusion suivante: même un phénomène de développement industriel tel que celui du Japon ne pourra empêcher la demande de produits des industries provoquant la pollution atmosphérique de croître dans des proportions supérieures à la croissance de la population et de ses besoins dans nos pays. C'est par conséquent une donnée que nos autorités doivent absolument prendre en considération dans la mise en œuvre de leur politique économique.

D'autre part, les préoccupations sociales dans notre industrie tendent depuis longtemps déjà à améliorer les conditions de travail au sein de l'entreprise. Mais, depuis la seconde guerre mondiale surtout, elles commencent à se manifester aussi en dehors des entreprises. L'époque où l'industrie n'avait pas besoin de tenir compte des conditions de vie de son personnel après le temps de travail est définitivement révolue.

En raison de la pénurie de la main-d'œuvre, il faut, dans l'intérêt de la subsistance même de l'industrie, rendre aussi agréables que possible les conditions d'existence dans les régions industrielles. Mais, quand bien même la pénurie de main-d'œuvre serait considérée comme un phénomène passager, l'élévation constante du niveau de vie subsiste en tant qu'élément structurel, lequel est notamment tributaire du fait que la mécanisation et l'automatisation requièrent une formation plus poussée.

Or, ce contexte peut orienter l'étude du problème de la lutte contre la pollution atmosphérique dans l'industrie. On peut en tirer d'emblée trois conclusions :

- 1) Afin de trouver le juste milieu entre ce qui est économiquement possible et socialement souhaitable, les pouvoirs publics et l'industrie doivent se concerter aussitôt sur tous les cas qui le méritent.
- 2) Il faut faire en sorte que, dans chaque branche d'activité et dans le cadre aussi vaste que possible, les investissements et les frais d'exploitation non rentables que comporte la lutte contre la pollution atmosphérique constituent une charge égale dans chaque pays excluant ainsi tous les avantages concurrentiels résultant de la disparité.
- 3) La recherche à effectuer par l'industrie même doit tendre surtout à améliorer la rentabilité des processus causant une pollution atmosphérique minimale, ainsi que des appareils servant à lutter contre cette pollution. Une coopération internationale et des échanges de connaissances et d'expériences dans un climat de franchise sont de la plus grande importance pour faire en sorte que cette recherche soit effectuée aux moindres frais et avec le plus d'efficacité possible.

La lutte contre la pollution atmosphérique dans l'industrie peut dès lors être grandement encouragée par une coopération européenne intensive — je n'ose parler ici d'intégration — soutenue par une organisation énergique et active. La sidérurgie peut se féliciter qu'une telle organisation existe, et il est à souhaiter que celle-ci puisse à l'avenir poursuivre activement son action bénéfique.

En ce qui concerne la première conclusion, il y a lieu de citer la «VDI-Kommission Reinhaltung der Luft», qui constitue un exemple de dialogue efficace entre pouvoirs publics et industries chez nos amis allemands.

Sur cette toile de fond, qui est susceptible d'orienter la politique à suivre ainsi que les études à effectuer, j'aimerais maintenant donner un aperçu de l'évolution dans le temps des mesures prises dans l'industrie sidérurgique pour réduire la pollution atmosphérique.

## **1. Les hauts fourneaux**

Après la substitution du coke, en tant que réducteur, au charbon de bois, et l'agrandissement d'échelle qui s'en est suivi — le coke pouvant supporter des charges sensiblement plus lourdes — il est bientôt apparu qu'on avait intérêt à capter les gaz contenant du CO qui s'échappent par le haut et à l'utiliser pour chauffer l'air soufflé dans les hauts fourneaux.

Comme la production de gaz était sensiblement supérieure à ces besoins, on a cherché et trouvé d'autres débouchés. Ceux-ci rendaient le dépoussiérage des gaz de plus en plus indispensable, si bien qu'à l'heure actuelle chaque haut fourneau comporte des installations de dépoussiérage du gaz de gueulard pour lesquelles il a fallu investir des dizaines de millions de florins. Grâce à ces installations, le gaz considéré, utilisé comme combustible, ne provoque plus aucune pollution atmosphérique.

Les hauts fourneaux offrent donc l'exemple d'une technique qui, pour des raisons purement économiques, a été aménagée pour lutter efficacement contre la pollution atmosphérique. Les installations de dépoussiérage, très onéreuses, se composent le plus souvent de trois éléments : un sac à poussières, un tour de lavage et un filtre électrique; ces deux derniers à plusieurs exemplaires. Un haut fourneau moderne équipé d'un four de 9 à 10 m de diamètre et assurant une production de 2 100 tonnes de fonte par jour requiert, pour une production de 4,5 millions de Nm<sup>3</sup> de gaz par jour et un dépoussiérage atteignant jusqu'à 10 mg/Nm<sup>3</sup>, un investissement de 9,5 millions de FI (10,5 millions de DM, 12,5 millions de FF, 1 650 millions de LIT), les frais y compris intérêts et amortissements, s'élevant à environ 1,60 FI (1,80 DM; 2,10 FF; 280 LIT) par tonne de fonte. Mais, à la suite de la découverte de grosses quantités de gaz naturel en France, aux Pays-Bas et peut-être aussi en Allemagne, la valeur du gaz de gueulard diminuera et, dans un avenir pas très éloigné, sa récupération risque de n'être plus rentable. A ce moment-là, le dépoussiérage devra également être motivé du point de vue social, d'autant que les poussières peuvent être considérées comme inertes dès que le gaz a dépassé la torchère.

## **2. Les fours à coke**

A l'origine, on produisait du coke à partir de charbon suivant un procédé analogue à celui de la production de charbon de bois à partir de bois : on édifiait une «meule» de charbon qui, amenée du dedans à une combustion réglée, assurait la cokéfaction de la masse en libérant une grande quantité de gaz. Une partie du charbon, représentant pas moins du quart du poids total disparaissait ainsi dans l'atmosphère sous forme de gaz, ou mieux de fumée.

L'avènement du gaz de ville, d'abord utilisé pour l'éclairage et plus tard pour le chauffage, conduisit à employer, pour la cokéfaction, des cornues puis des chambres qui permettaient de récupérer ce gaz. Dans ce sens également, le technique posait des exigences de plus en plus sévères en ce qui concerne la pureté, notamment sous la pression de l'industrie chimique qui savait tirer profit des sous-produits de l'épuration. De ce fait, le gaz produit par les fours à coke est lui aussi devenu parfaitement «propre».

Mais, force nous est à nouveau de constater que la concurrence tant du pétrole que du gaz naturel a déterminé une baisse catastrophique de la valeur du gaz de four à coke et des sous-produits. C'est que, premièrement, le coke en tant que combustible — même dans les hauts fourneaux — est devenu relativement onéreux, deuxièmement, les sous-produits ne peuvent déjà presque plus s'écouler à cause de la concurrence des produits de l'industrie pétrochimique, troisièmement, tant aux États-Unis que maintenant en Europe, le gaz naturel est offert à un tel prix que l'épuration du gaz de four à coke n'est plus guère rentable.

Or il est intéressant de constater que si, pour des raisons d'ordre social, on doit se résoudre à épurer au moins en partie le gaz de four à coke, on en vient tout de même à réaliser des installations analogues à celles qui ont été mises au point pour des raisons d'ordre économique, à savoir en vue de la limitation nécessaire de la pollution de l'eau.

Pour la lutte contre la pollution atmosphérique, il suffirait d'éliminer du gaz, en lavant celui-ci avec de l'eau, l'hydrogène sulfuré, l'ammoniac, l'acide cyanhydrique, le phénol et d'autres composés, d'évacuer cette eau telle quelle, de sorte qu'on doit se résigner à transformer ces composés en produits commercialisables afin de réduire tant soit peu les pertes dues à l'épuration.

A propos de la cokéfaction, il est encore à noter que les considérations sociales au sein de l'industrie incitent à consentir de gros efforts pour réduire la pollution atmosphérique. Une batterie de fours à coke en service comporte de nombreux postes de travail qui, avec les conceptions actuelles en matière d'hygiène du travail, apparaissent pour le moins peu attrayants. Dès maintenant, on se demande, dans des nombreuses entreprises pendant combien de temps il sera encore possible de recruter des ouvriers acceptant d'occuper ces postes.

A moins de prendre des précautions spéciales, les opérations d'enfournement et de défournement libèrent des quantités considérables de gaz et de poussières, et il est indispensable de maintenir les portes en bon état de propreté afin de prévenir les fuites de gaz. En outre, l'extinction du coke par déversement d'eau contribue à la pollution atmosphérique car elle provoque la formation de poussières humides.

Passant sous silence les multiples dispositifs qui, en Allemagne notamment, ont été mis au point pour remédier à ces inconvénients, j'aimerais attirer votre attention sur le nettoyage des portes des fours, lequel constitue un exemple de l'imbrication des examens effectués au titre de l'hygiène du travail et de la lutte contre la pollution atmosphérique.

Dans l'entreprise que vous visiterez demain, le relevé télémétrique de la fréquence du pouls d'ouvriers qui, équipés ou non de vêtements protecteurs contre le rayonnement, étaient occupés à nettoyer ces portes de four, a permis de constater qu'à

des températures extérieures dépassant 20°C environ, les ouvriers étaient soumis à une charge inadmissible. Il est d'ailleurs apparu que, dans la pratique, le nettoyage laissait à désirer, surtout durant les mois d'été, d'où des fuites nombreuses et une pollution atmosphérique correspondante.

A la suite de cette constatation, on a pu justifier la réalisation d'un dispositif de nettoyage des portes qui, selon les prévisions, éliminera ces fuites presque totalement.

### **3. Les installations d'agglomération et de pelletisation**

Le minerai utilisé dans les hauts fourneaux doit être constitué par des grains suffisamment gros pour assurer une perméabilité suffisante au gaz de la charge du haut fourneau et présenter en outre une fermeté suffisante pour résister à la forte contrainte mécanique qui s'exerce dans le haut fourneau. Cela signifie que le minerai à granulométrie fine doit subir une préparation. Pour réaliser celle-ci, on dispose à l'heure actuelle de deux procédés techniquement au point. Il y a d'abord l'agglomération qui consiste à mélanger du minerai à grains fins avec du coke et du calcaire également à grains fins, le tout étant ensuite transporté par une bande d'agglomération se déplaçant à faible vitesse. Le mélange passe dans un four équipé d'une série de brûleurs qui allument le coke, après quoi la zone d'incandescence établie descend peu à peu, sous l'effet d'une aspiration d'air, et traverse toute la couche de minerai à grains fins. On obtient ainsi des agglomérés poreux à gros grains qui se prêtent excellemment à l'alimentation du haut fourneau. Dans le procédé de la pelletisation le minerai, préalablement pulvérisé, est mélangé également avec des aditifs, puis transformé en boulettes sphériques dans des tambours rotatifs ou sur des plateaux. Ces boulettes, durcies par chauffage, se prêtent encore mieux que les agglomérés à l'emploi dans les hauts fourneaux.

Malheureusement, les deux procédés constituent, tant directement qu'indirectement, des sources de pollution atmosphérique.

Indirectement, parce que le matériau de départ est un minerai à grains fins qui, à l'état sec, dégage facilement des poussières, et qui doit en outre être pulvérisé en vue de la pelletisation. Cette circonstance revêt une importance particulière, car l'emploi des agglomérés et des boulettes améliore tellement le rendement des hauts fourneaux que le gros minerai est utilisé de moins en moins et que, dans le cas où l'on s'en sert encore, il doit être calibré. Il faut donc cribler le minerai et broyer les petits morceaux pour les transformer en grains fins.

A moins de prendre des précautions, toutes ces opérations augmentent les risques de formation de poussières, provenant tant du minerai que des agglomérés, lesquels doivent également être criblés et broyés.

En règle générale, ces précautions sont prises, et il est intéressant de constater que des considérations tant économiques que sociales jouent un rôle à cet égard.

Sur le plan économique, il s'agit d'éviter des pertes sensibles; sur le plan social, il faut en premier lieu empêcher les empoussiérages excessifs pour protéger la santé des ouvriers occupés dans ces installations. Les mesures adoptées consistent dans la mise en place de dispositifs d'aspiration, associés à des filtres ou des

cyclones si cela est possible. Ces derniers temps, on pratique aussi l'arrosage du minerai et des agglomérés aux points critiques.

Mais l'agglomération et la pelletisation constituent aussi des sources directes de pollution atmosphérique. En effet, le chauffage provoque une décomposition partielle, libérant des poussières et de l'anhydride sulfureux, car le coke et la plupart des minerais contiennent du soufre. De nombreux minerais contiennent en outre des traces de fluor, lequel s'échappe en grande partie sous forme d'acide fluorhydrique.

Des appareils laveurs, filtres à poche et précipitateurs électriques permettent de débarrasser en grande partie les gaz résiduels de ces éléments, mais entraînent des dépenses d'investissement et des frais très élevés. Toutefois ces opérations ne se justifient pas du point de vue économique car, contrairement à ce qui se passe dans les hauts fourneaux, le gaz épuré n'a aucune valeur. De plus, le problème supplémentaire que pose l'émission d'anhydride sulfureux et d'acide fluorhydrique n'existe pas pour les hauts fourneaux à cause du volume sensiblement plus supérieur des charges et surtout de l'épaisseur notablement plus forte des couches d'additions calcaires qui se combinent avec ces gaz.

Mais, dans ce domaine on peut recourir parfois à une méthode de lutte qui, à première vue, paraît curieuse. Elle consiste à évacuer les gaz contenant les poussières, la silice, et éventuellement l'acide fluorhydrique à une telle hauteur qu'une concentration gênante ou nocive n'est nulle part atteinte dans la biosphère.

Cette méthode peut notamment s'appliquer avec succès à une entreprise isolée, implantée dans une région où l'atmosphère présente une faible concentration des substances considérées, l'établissement ne pouvant toutefois pas être situé dans une vallée ou à proximité de collines ou de coteaux. C'est que la concentration maximale à laquelle un gaz ou des poussières fines rejetés par une cheminée, peuvent se manifester dans la biosphère, est inversement proportionnelle au carré de la hauteur de la cheminée, l'ascension thermique des gaz chauds produisant un effet supplémentaire.

Grâce à cette méthode, dans le cas de l'usine d'Ijmuiden, par exemple, les concentrations d'anhydride sulfureux et d'acide fluorhydrique s'établissent, au niveau du sol, à une valeur tellement faible qu'elles ne sont guère ou pas nocives pour les cultures de bulbes à fleurs très sensibles qui se trouvent dans le voisinage. Étant donné que certaines espèces de tulipes et de glaïeuls s'abîment déjà aux concentrations maximales admises en Allemagne, on a pu se contenter, dans ce cas, de construire deux cheminées d'une hauteur de 150 m.

En déterminant la hauteur nécessaire des cheminées, ce qui se fait à l'aide de formules établies par Sutton, Holland, Bosanquet et autres, on doit observer une hauteur minimale, laquelle est fonction de l'exigence de libre diffusion. On entend par là que la présence d'obstacles — bâtiments, installations et grands arbres — ne doit pas influencer sur le mode de diffusion des gaz de fumée.

En terrain plat ou presque plat, la hauteur nécessaire pour assurer une libre dispersion peut se déterminer par l'étude d'une maquette de l'établissement placée dans une soufflerie. Une étude de ce genre, effectuée sur une maquette des usines sidérurgiques à Ijmuiden, a démontré que le «plafond de turbulence», c'est-à-dire

le plan courbe, à la verticale de l'entreprise au-dessus duquel la libre diffusion est assurée, se situait à une hauteur de 70 à 80 m. Cela signifie que la hauteur effective minimale des cheminées doit être de 100 à 120 m pour que les tourbillons dus à la présence des bâtiments, etc., ne rabattent qu'une partie négligeable des gaz de fumée. Grâce à l'ascension thermique de ces gaz, une hauteur de 90 m suffit dans la plupart des cas.

#### 4. L'élaboration de l'acier

Jusqu'à ces dernières années, aucune raison d'ordre économique ne justifiait la récupération des gaz et des poussières, encore que, dans les fours Martin, les poussières étaient pour une faible partie retenues dans les récupérateurs assurant la mise à profit de la chaleur des gaz émis par le four. La raison principale en est que, comme pour l'agglomération, la substance récupérée reviendrait plus cher, en cas de réemploi, que les matières premières équivalentes, et que l'élaboration de l'acier à partir de fonte et de ferraille s'accomplissait toujours avec un excès d'air, de sorte que même les gaz libérés n'avaient aucune valeur. Cela est vrai des trois procédés d'élaboration de l'acier qui, avec leurs variantes, étaient les seuls à être employés jusqu'à 1955 environ, à savoir le procédé Thomas, le procédé Martin et le procédé électrique.

L'avènement, après 1955, du procédé Linz-Donawitz, dans lequel un soufflage d'oxygène élimine, en les brûlant, les impuretés de la fonte, n'apportait initialement aucun changement à cet égard, car l'arrivée d'air secondaire assurait, ici encore, la combustion complète des gaz sortant du bain de fusion. Ce procédé libère toutefois des fumées rousses en quantités plus grandes et composées de particules plus petites, en moyenne, que celles produites par les autres procédés. De plus, les dimensions des convertisseurs utilisés étaient bientôt supérieures à celles des convertisseurs Thomas. Dès lors, le dépoussiérage se justifiait encore plus sur le plan social que pour les autres procédés. Aussi le développement des installations de dépoussiérage a-t-il été parallèle à celui du procédé LD et LDAC lui-même.

Or, cette évolution accuse deux orientations principales: celle des précipitateurs électriques secs et celle des laveurs, ceux-ci utilisant toujours le principe d'étranglements avec arrosage d'eau, par lesquels on oblige les gaz à passer afin de favoriser l'agglomération des particules. A cet effet, on adopte aussi bien les tubes venturi que les fentes annulaires. Dans le premier cas, les particules agglomérées et humidifiées sont le plus souvent précipitées par des cyclones; dans le second cas, elles sont captées dans un excès d'eau et évacuées en suspension.

Les deux systèmes de dépoussiérage sont tous les deux très chers, de sorte qu'on a bientôt tenté de réduire leurs dimensions. On ne pouvait pratiquement y parvenir qu'en diminuant les volumes de gaz lavés, ce qui a conduit à empêcher, au moins en partie, la combustion, au bec du convertisseur, des gaz de réaction riches en CO, et de capter et dépoussiérer des gaz non brûlés ou partiellement brûlés, après quoi ils peuvent éventuellement être utilisés pour le chauffage, comme dans le cas du gaz de haut fourneau.

Cette évolution posait aux techniciens de très grands problèmes auxquels Yawata au Japon a le premier trouvé une solution techniquement applicable. Il est

réconfortant de constater que la Haute Autorité a accordé une aide financière importante aux travaux effectués sur ce point dans les pays membres. Il s'agit des travaux exécutés tant par la firme française C.A.F.L. en commun avec l'IRSID dans la nouvelle usine d'Usinor à Dunkerque, que ceux de la firme Krupp en Allemagne dans les usines de la DHHU et de l'Ilseder Hütte.

Le principal problème technique résidait dans la prévention des explosions; un problème technico-économique était constitué par la récupération, souhaitable du point de vue économique, de la chaleur sensible et latente.

La solution des deux problèmes était rendue difficile par la discontinuité du procédé d'élaboration de l'acier, caractérisé par des dégagements périodiques de gaz, de poussières et de chaleur. Il ne fait pas de doute que l'effort consenti en l'espèce pour des motifs d'ordre social aura pour effet de réduire sensiblement la charge non rentable et peut-être même de l'éliminer. Dans l'usine d'IJmuiden, au lieu de dépoussiérer les gaz non ou partiellement brûlés, on s'est efforcé d'améliorer l'économie du processus en transformant les fumées rouges produites, mélangées à de la chaux, en une matière première pour l'agglomération. C'est là un exemple intéressant d'une remise en circulation des déchets réalisée jusqu'ici dans la sidérurgie seulement pour la ferraille et certains gaz.

La nature des poussières libérées lors de l'élaboration de l'acier est fonction du procédé appliqué. Le procédé Martin surtout dégage d'assez fortes quantités de poussières ferreuses et calcaires lors du chargement des fours et de l'addition de minerai pendant la fusion. La réaction de l'oxygène avec le bain produit des poussières sensiblement plus fines, en majeure partie des particules d'oxyde de fer qui donnent aux gaz émis lors de l'élaboration de l'acier la forte couleur rousse qu'on connaît bien.

Pas plus que les poussières mentionnées jusqu'ici, ces fumées rouges ne sont spécifiquement nocives pour la santé, de sorte que, dans ce cas encore, les prescriptions sont établies en fonction de la gêne produite.

En Allemagne, la teneur en poussières à la sortie de la cheminée ne doit pas dépasser 150 mg/Nm<sup>3</sup>; les poussières ne sont alors plus guère visibles. On peut aboutir à cette teneur en appliquant tant le procédé par voie sèche que le procédé par voie humide.

Les perfectionnements apportés au procédé LD n'ont toutefois pas conduit à des améliorations analogues des procédés Thomas et Martin. C'est que, d'une part, ces deux derniers procédés sont appliqués dans des installations existantes pour lesquelles il est le plus souvent très difficile de construire des dispositifs volumineux de dépoussiérage; d'autre part, l'économie de ces procédés est devenue moins avantageuse à la suite de l'apparition des procédés de soufflage à l'oxygène. Enfin, ils ne permettent pas de réduire les dimensions grâce à une diminution des volumes de gaz à dépoussiérer. Aussi les installations à prévoir devraient-elles être très grandes et, partant, très onéreuses.

Si ces émissions devaient être interdites pour des motifs d'ordre social, l'industrie sidérurgique aurait à faire face à de grands problèmes. Dans la Ruhr, cette interdiction conduit à la disparition presque totale des usines produisant de l'acier Thomas.

Une autre forme de pollution atmosphérique causée par l'élaboration de l'acier est due à la décomposition partielle du fluorure de calcium utilisé comme addition. Cette décomposition libère des quantités non négligeables d'acide fluorhydrique qu'un lavage par voie humide permet de dissoudre dans l'eau. Mais, s'il n'est pas traité par lavage ou avec des filtres électriques secs, il se répand dans l'atmosphère. Mais les quantités libérées ne sont pas suffisamment importantes pour pouvoir porter atteinte à la santé publique; elles sont toutefois de nature à nuire aux cultures sensibles et à l'élevage qui se pratiquent dans le voisinage immédiat de l'entreprise. Pour cette raison, la K.N.H.S. à IJmuiden a substitué la bauxite au fluorure de calcium dans les fours Martin.

Enfin, la teneur élevée en soufre du fuel employé pour l'élaboration de l'acier est de nature à provoquer des émissions trop importantes de  $\text{SO}_2$ . Dans ce cas toutefois, un facteur économique favorable entre en jeu; c'est que, pour des raisons métallurgiques, ce fuel doit avoir une faible teneur en soufre.

## 5. Les laminoirs

La pollution atmosphérique causée par le laminage de l'acier se limite à des quantités relativement faibles de fumées rousses qui se produisent lors de l'écriture, et qu'on élimine le plus souvent par aspiration pour assurer l'hygiène du travail. D'autre part, si des produits laminés à froid sont fabriqués à partir d'acier décapé à l'acide chlorhydrique, il peut se dégager de faibles quantités de vapeur de cette dernière substance.

Mais les fours, s'ils sont alimentés en combustibles contenant du soufre, peuvent être une source importante de pollution atmosphérique.

Pour résoudre ce problème ainsi que les autres problèmes déjà évoqués que pose le  $\text{SO}_2$ , on a déjà formulé de nombreuses propositions et tenté bien des efforts. Il est à noter à ce propos que le lavage de ce gaz, dont une partie plus ou moins grande se transforme toujours en  $\text{SO}_3$  par oxydation, n'a pas jusqu'ici abouti à une solution satisfaisante, surtout à cause du faible pourcentage de ces éléments dans les gaz de combustion. De ce fait, il est pratiquement impossible d'obtenir un rendement convenable. Le refroidissement obligatoire des gaz, qui empêche une bonne diffusion dans l'atmosphère, est par ailleurs très gênant pour le voisinage immédiat de l'installation.

L'idée de transformer par voie chimique le  $\text{SO}_2$  et le  $\text{SO}_3$  en produits commercialisables n'a pu être réalisée en raison du prix élevé des installations nécessaires et du faible prix des produits obtenus.

Une autre solution consiste à ajouter au fuel des substances alcalines destinées à se combiner avec le  $\text{SO}_2$  et le  $\text{SO}_3$ . Cela est maintenant techniquement réalisable sans provoquer une usure anormale des becs des brûleurs, mais on crée ainsi un nouveau problème d'empoussiérage.

A l'heure actuelle, la meilleure solution consiste apparemment à acquitter le prix plus élevé demandé pour les combustibles désulfurés. Il est à noter à cet égard que l'industrie pétrolière s'efforce depuis des années à mettre au point un procédé de désulfuration de l'huile brute qui soit économiquement acceptable.

## 6. Récapitulation et conclusions

En ce qui concerne la lutte contre la pollution atmosphérique, l'industrie sidérurgique se trouve dans un stade caractérisé par des progrès techniques et technologiques intéressants, dont la réalisation est dans une mesure croissante redevable à des préoccupations d'ordre social.

Toutefois, comme j'espère l'avoir démontré, bien des résultats ont déjà été obtenus grâce aux efforts déployés pour accroître les rendements.

Cela signifie, d'une part, qu'il incombe aux autorités de s'inspirer de ces préoccupations sociales pour promouvoir les conditions de vie auxquelles a droit l'être humain de 1966, et aussi celui de 1970 et de 1980.

D'autre part, ces incitations d'ordre social produiront un effet optimal si l'on adopte à cet égard une politique nuancée en encourageant le développement de la technologie dans le sens de l'amélioration du milieu ambiant et en laissant aux intéressés, dans tous les cas où cela est possible, le temps de mettre au point des solutions économiquement justifiées.

Pour y parvenir, il faut non seulement agir de concert avec les pouvoirs publics, mais aussi, dans certains cas, s'assurer l'aide de ceux-ci, notamment pour les travaux de mise au point, afin d'éviter de trop porter atteinte à la position concurrentielle d'entreprises qui, du fait de leur implantation, doivent satisfaire à des exigences sévères.

Dans ces conditions, il incombe aux médecins d'entreprise de s'efforcer, conjointement avec leurs autres confrères, de prendre le plus possible conscience des dangers qui menacent les personnes occupées dans les entreprises comme les habitants des régions où celles-ci sont implantées. Il est indispensable d'acquérir ces connaissances pour pouvoir fixer des normes correctes. Il est facile d'arrêter des prescriptions rigoureuses; il est en revanche difficile, mais utile de surmonter les problèmes qui se posent afin d'établir un équilibre satisfaisant entre les intérêts de l'industrie et ceux de l'individu. Cependant, une situation idéale ne pourra être trouvée que si, dans ce domaine également, les frontières nationales cessent d'être des obstacles.

Cet idéal ne pourra être réalisé que si, dans ce domaine aussi, les frontières nationales cessent d'être des obstacles.

Je vous remercie de votre attention.

*M. Convevole :*

M. Visser vient de nous faire un exposé passionnant et je lui en suis très reconnaissant. Je pense qu'il nous a permis de serrer la réalité d'un peu plus près. Il se trouve parmi les participants à cette réunion de nombreuses personnes très compétentes, qui sont disposées à concourir à la recherche d'une solution des problèmes, mais pour ce qui est des problèmes spécifiques, il faudrait à mon sens mettre sur pied un système qui seul permettrait de progresser vers une solution. Cela signifie que nous devons également faire appel à des techniciens, et je pense qu'il y a parmi nous des ingénieurs et des techniciens attachés à des départements ministériels, qui sont chargés de ces missions et doivent notamment veiller à ce que certaines mesures ne soient pas appliquées trop brusquement. La législation dans la République fédérale notamment est assez évoluée dans ce domaine, et il en est sans doute sensiblement de même dans les autres pays membres. Nous nous efforçons évidemment de préciser divers aspects pour empêcher le législateur d'appliquer des mesures trop brusquement, ce qui créerait des obstacles pour les industries intéressées et donnerait naissance à de nouveaux problèmes sociaux.

Nous avons un léger retard sur notre emploi du temps, mais j'ai pensé que ce retard est motivé. Il y aura maintenant une discussion dirigée par le Pr. Bastenier et M. Zurlo.

*Prof. Bastenier :*

Avant de commencer la discussion, nous tenons à souligner l'intérêt que présente l'exposé de M. Hartogensis, en ce sens qu'il a souligné les difficultés inhérentes à la détermination de la granulométrie, c'est-à-dire du diamètre des particules de poussière. Les méthodes employées sont assez difficiles à mettre en œuvre. Il y a en outre une variable, c'est-à-dire le caractère assez fluctuant des résultats, même pour des méthodes identiques appliquées dans des conditions satisfaisantes, voire excellentes. Pour cette raison, il est indispensable de s'y reprendre à plusieurs reprises pour déterminer l'empoussiérage à un seul et même poste de travail.

L'orateur a enfin avancé d'autres arguments auxquels je me rallie sans réserve. Il s'agit en effet de la difficulté qu'il y a d'établir une relation entre, d'une part, ces résultats de la détermination du nombre de particules de poussières et, d'autre part, les résultats d'un examen médical effectué dans la même usine. Dans la littérature technique, on tire trop de conclusions en partant de prémisses et de préalables eux-mêmes très mal élaborés, car les méthodes utilisées à cette fin étaient imparfaites, et très fréquemment on en a tiré des conclusions médicales. Mais il est évident que si, sous un rapport quelconque, les prémisses sont erronées ou imparfaites, la conclusion est également imparfaite, incomplète et peut-être erronée. L'orateur a appelé l'attention sur ce fait, et je m'en félicite. S'il y avait quelqu'un dans la salle qui pourrait de son côté citer un exemple touchant ces expériences, j'en serais très heureux.

Pour ce qui est de l'exposé de M. Visser, je me permets d'attirer votre attention sur un problème, à savoir celui de la silice, que je connais bien. Dans tous les écrits traitant de la pollution atmosphérique, on considère comme notoires plusieurs faits occasionnels qui se sont produits après l'établissement d'une relation entre les aspects météorologiques, les conditions géographiques et la production industrielle de la silice. Ces faits sont donc fort bien connus, mais il est très difficile, à l'heure actuelle, de se faire notamment une idée exacte des effets produits à long terme par les petites particules de silice sur la fonction respiratoire de la population. En Belgique se tiendra en octobre 1967 un congrès de l'association d'immunologie, consacré à l'incidence de la pollution atmosphérique sur la fonction respiratoire. Force nous a été de constater que, pour notre petit royaume de Belgique, il a été difficile de réunir des renseignements précis. Nous n'avons recueilli que très peu d'informations convenablement formulées, notamment sur la question de savoir si l'industrie contribue à la pollution atmosphérique et dans quelle proportion. Des données précises font défaut et nous ne pouvons nous contenter d'évaluations. S'il y avait dans la salle une personne pouvant fournir des renseignements précis sur ce problème, j'en serais très heureux.

*Dr Zurlo :*

Il n'est guère possible d'ajouter quelque chose à l'exposé détaillé de M. Hartogensis et à l'intervention du Prof. Bastenier. Il faut admettre que les déterminations des poussières suspendues dans l'atmosphère n'ont qu'une valeur relative. En effet, le résultat obtenu ne concerne qu'une partie des poussières. Cela vaut surtout pour les particules fines qui, pour une même atmosphère, donnent des résultats pouvant être très disparates. Ce problème a également été examiné par les instituts scientifiques ayant coopéré à l'exécution des études financées par la Haute Autorité afin de parvenir à une uniformisation des différentes méthodes. Malheureusement, chaque institut applique une méthode différente, et je ne crois pas qu'il y ait en Europe, et surtout dans la Communauté, deux instituts appliquant la même méthode. De plus, l'interprétation pose un problème et l'utilisation de méthodes d'analyse qui varient dans le temps peut également être une source d'erreurs. Les résultats ainsi obtenus ne peuvent donc se comparer. Il est un autre point sur lequel je voudrais appeler l'attention; il s'agit de l'activité apparente de la silice dans la céramique par rapport à ce qui se passe dans la sidérurgie. Cela est notamment dû à l'insuffisance de la méthode d'analyse. En effet, quand on détermine la teneur en silice dans les limites de 5 microns, le comptage porte sur des particules de 2 à 5 microns. Ce fait a déjà été souligné par M. Hartogensis. Mais lorsque nous mesurons l'empoussiérage, nous mesurons les particules de poussière comprises entre 0,5 et 2 microns. Ce sont donc des particules sensiblement plus fines que celles ayant servi à déterminer la teneur en silice. Nous admettons donc que la concentration de la silice ne varie pas en fonction de la granulométrie. Or, dans la céramique, la concentration de la silice diminue avec la granulométrie. Les données de la littérature permettent d'affirmer que cette diminution est environ dix fois plus sensible que dans la sidérurgie. Si l'on étudie successivement la sidérurgie et la céramique, les résultats obtenus peuvent évidemment varier, mais l'écart dû à l'erreur est faible, mettons de l'ordre de 7 ou 8 %, voire 20 %. Il y a, probablement, une ou deux valeurs maximales dans les limites de 1 micron. Nous nous contentons donc d'une évaluation avec une erreur de 500, voire de 1 000 %. Ainsi, dans la pratique, nous émettons un jugement

sérieux sur une situation non abstraite. Or, il y a malheureusement peu à dire sur la pollution atmosphérique. Bien sûr, le prix des installations joue un rôle, mais l'air et l'eau sont . . . . . (*enregistrement interrompu*).

Il est donc absolument nécessaire de déterminer l'émission dépassant certaines limites, et il faut tâcher de rétablir un équilibre et d'acquiescer ce qui nous fait défaut. Puis, il y a les fumées rousses et l'anhydride sulfureux, ce sont deux points importants. Pour éliminer l'anhydride sulfureux, il faut appliquer évidemment des critères différents. Pour y parvenir, on pourrait prévoir des cheminées de grande hauteur. Celles-ci existent notamment dans l'industrie chimique et aussi dans les grandes centrales thermo-électriques qui déversent chaque jour dans l'atmosphère des tonnes d'anhydride sulfureux. On brûle aussi 2 millions de tonnes de fuel, dont les produits de combustion, notamment de la silice, se répandent dans l'atmosphère. Ce sont là des quantités plus importantes que celles représentées par les fumées rousses émises par la sidérurgie. A ces fumées rousses ne s'applique pas le même critère. Il n'y a pas de cheminées très hautes, de 200 m par exemple, qui permettraient de répartir les fumées rousses dans un volume d'air plus important. Cette solution n'a pas été adoptée pour plusieurs raisons.

La première raison, c'est que les fumées rousses ne sont pas très toxiques. Elles contiennent peu d'anhydride sulfureux. Les fumées émises par la sidérurgie se voient, et il en va de même pour celles de l'industrie du ciment, qui sont toutefois inertes. Bien entendu, il y a des cas spéciaux présentant des concentrations de fluor ou de plomb, ou bien d'autres substances toxiques, mais ces substances sont inertes et leur diffusion dans l'air peut être évitée, car si elles peuvent être désagréables, elles ne sont pas aussi dangereuses pour la santé que l'anhydride sulfureux. Évidemment, on n'aime pas voir ces gros nuages impressionnants, qui font croire que quelque chose cloche.

Le problème se pose également dans l'industrie chimique, et les autorités ont soulevé celui de l'anhydride sulfureux. Par ailleurs, elles nous ont demandé également d'éliminer les vapeurs, la vapeur d'eau, etc., qui ne sont peut-être pas nocives, mais donnent l'impression de l'être aux yeux de l'homme de la rue. Or, il s'agit souvent de vapeurs parfaitement inoffensives. Ainsi, en ce qui concerne la formation de fumées, celle-ci doivent être précipitées, ce qui revient sensiblement moins cher que la précipitation de l'anhydride sulfurique. Il en existe notamment des exemples dans les centrales thermo-électriques où les fumées sont précipitées par des filtres électriques, qui n'empêchent toutefois pas l'anhydride sulfurique de se répandre librement dans l'air. On rencontre donc souvent de grandes difficultés qui posent de graves problèmes.

*M. Convevole :*

Je vous remercie. Je donne maintenant la parole au Dr Proyard.

*Dr Proyard :*

Monsieur le Président, le procédé LD, évoqué par M. Visser, prend une extension sans cesse croissante. Le problème des fumées rousses libérées par les convertisseurs LD a été résolu d'une manière assez satisfaisante dans les installations modernes que j'ai pu voir à IJmuiden, chez Thyssen et dans nos propres usines. Mais nous

en sommes encore au début de la fabrication, et il se pose deux problèmes assez épineux: il y a d'abord le graphite dégagé tant par nos installations qu'à IJmuiden. Il se dépose en quantités considérables à l'intérieur de l'aciérie, laquelle se situe très près d'une zone d'habitation, dans une vallée. Il a été constaté que le graphite se dépose dans un rayon de 1 km de l'aciérie. J'habite personnellement à 400 m de l'usine, ce qui me vaut parfois des ennuis avec ma femme, car le graphite ne cesse de pénétrer dans notre logement. Sur le plan médical toutefois, le problème du graphite est plus grave encore que sur le plan conjugal. Le problème que je voulais étudier était celui des troubles pulmonaires provoqués par le graphite, et j'ai interrogé les responsables des usines de carbure dans les environs de Grenoble, ainsi que les fabricants de graphite japonais et aussi les fabricants de graphite établis en Chine communiste. Ces gens-là m'ont déclaré n'avoir jamais eu connaissance d'une affection pulmonaire qui fût imputable à la production de graphite. Mais les procédés de production diffèrent notablement de ceux qu'on applique dans les aciéries. Ce même problème du graphite se présente dans les hauts fourneaux, qui ont également des ennuis avec la fonte, etc. pour les fours LD.

Il y aurait lieu à mon sens de consacrer à ce problème une étude en relation avec les lésions constatées chez l'homme. Des résultats tangibles ne seront peut-être obtenus que dans quatre, cinq ou peut-être dix ans.

Un deuxième problème est celui de la désulfuration de la fonte avant son entrée dans l'aciérie. Le soufre est à l'origine d'une forte formation de fumée, dont les conditions varient selon les installations. Mais il arrive aussi qu'à IJmuiden et à Seraing, les fumées, au niveau du pont roulant par exemple, cachent entièrement certaines personnes à notre vue. Il est vrai que le préposé se tient dans une cabine climatisée et qu'il n'y a pas de problème en ce qui le concerne. Mais il n'en va pas de même pour les autres ouvriers occupés dans l'aciérie. Certains constructeurs, dont l'attention avait été attirée sur ce fait avant l'édification d'une aciérie, ont installé un dispositif d'aspiration. Dans ces cas, les fumées émises par l'usine sont malheureusement déversées sur le paysage environnant. Quant à la composition de ces fumées, je n'ai pas grand-chose à vous dire, mais peut-être M. Visser peut-il éclairer votre lanterne. Si ces fumées sont vraiment toxiques, le problème doit être réexaminé, car il se pose pour le moins dans les trois installations que j'ai visitées. Il ne se pose pas dans les usines Thyssen parce que la désulfuration est pratiquée non pas au stade de l'aciérie, mais dès le stade du haut fourneau. Voilà une série de problèmes que j'ai tenu à évoquer.

*Dr Jarry:*

Monsieur le Président, je crois qu'il y a lieu de féliciter les rapporteurs de ce matin – le Dr Jongh et le Dr Hartogensis notamment – parce qu'ils ont mis le doigt sur les difficultés que soulèvent les études comparées et sur les risques que présente la pollution atmosphérique. Le Dr Zurlo a indiqué que les méthodes d'analyse sont disparates et qu'aucune d'elles n'est satisfaisante, voire parfaite par rapport aux autres, parce que l'échantillonnage est en fait déjà un facteur accessoire et aussi parce que, en l'état actuel des connaissances, les biologistes ne sont pas à même de préciser à l'intention des physiiciens que telle ou telle variable de leur analyse est importante pour eux. En effet, tout ne peut être fait en laboratoire, compte tenu de la dispersion granulométrique, etc.

Le Dr Jongh a signalé qu'il existe aussi une incertitude clinique, et cela est très important, à mon sens, quand il s'agit d'étudier la fonction respiratoire ainsi que les troubles de cette fonction, car bien des facteurs entrent en jeu. Le Dr Jongh a parlé du vieillissement, etc. Il y a lieu de prendre également en considération les conditions climatiques, l'alcoolisme, les facteurs génétiques, etc. Dans les débuts, le problème se posait dans des termes assez simples, et nous disions: tenez, c'est un cas de silicose, mais la question s'est terriblement compliquée ces dernières années. Les cas de silicose sont devenus rares, et nous diagnostiquons un nombre croissant de pneumoconioses dues à des poussières mixtes, mais l'agent nous échappe presque entièrement. Nous ignorons la pathogénèse de cette affection. Sans doute arrivons-nous maintenant à un autre stade, caractérisé par une espèce de surcharge. Il s'agit donc d'un stade précédent, qui n'est pas encore celui d'une pneumoconiose due à des poussières mixtes, mais on est déjà à mon sens en présence d'une sorte d'affection biologique. Il faudrait donc que les physiciens effectuent des analyses de poussières donnant des résultats satisfaisants et suffisants. Permettez-moi de conclure. Le Dr Hartogensis a parlé de concentrations limites d'empoussiérage pour lesquelles nous n'obtenons toujours pas de valeurs satisfaisantes à l'heure actuelle. Je sais que certaines valeurs sont utilisées, et dans les cas où un accord est intervenu sur la valeur limite d'empoussiérage, celle-ci peut être utile dans la pratique. Sous ce rapport, je veux soutenir les ingénieurs de production, à la condition que les valeurs soient suffisamment raisonnables ou qu'elles puissent être obtenues en l'état actuel de la technique. Ces valeurs limites peuvent être atteintes sans pour autant que l'industrie s'écroule; elles devront être révisées dans les années à venir au fur et à mesure du progrès de la technique.

*M. Convenevoles :*

Il faudra peut-être que nous parlions aussi du charbon car, dans ce secteur-là, il est encore plus difficile de déterminer des valeurs limites d'empoussiérage. Y a-t-il encore quelqu'un dans l'assistance qui désire prendre la parole ?

*Dr Matla :*

Monsieur le Président, permettez-moi de dire que la plupart d'entre nous serions très heureux, je crois, si la Haute Autorité acceptait de nous faire parvenir les textes des exposés. Puis, j'aimerais formuler une remarque au sujet d'une déclaration du Prof. Bastenier, à savoir qu'il apparaît sur le marché un grand nombre d'appareils nouveaux qui ne sont pas entièrement au point et j'ajouterai que je me félicite d'assister enfin à une journée d'études au cours de laquelle on ne nous oblige pour ainsi dire pas à examiner des appareils insuffisamment étudiés. En ce qui concerne les exposés, j'apprécie particulièrement celui de M. Hartogensis. Pour ce qui est des lésions pulmonaires, silicose et autres, je voudrais demander quelle est la signification de l'empoussiérage maximal. La littérature n'en parle qu'en de rares endroits et je me rappelle un article de Reit, attaché à la Pneumoconioses Research Unit en Grande-Bretagne, qui s'est livrée à des expériences sur des chats, à la suite desquelles il a cru pouvoir constater qu'un empoussiérage maximal procure en fait un avantage de 25 % environ, c'est-à-dire qu'on peut escompter une nocivité représentant les trois quarts seulement de celle qui correspondrait à la concentration de poussières. Sur ce point, j'ai trouvé très peu de précisions ailleurs, peut-être M.

Hartogensis pourrait-il en dire quelque chose. J'aurais à poser une deuxième question qui touche en particulier les fonderies de fonte et d'acier. On dit généralement qu'outre la silice, les poussières contiennent des substances bien plus dangereuses, à savoir de la cristobalite et de la tridymite. Les publications ne permettent pas de savoir laquelle de ces deux substances se rencontre le plus. J'aimerais entendre M. Hartogensis préciser si, selon lui, c'est surtout la cristobalite, et non la tridymite, qu'on trouve dans la sidérurgie.

*M. Convenevoles :*

Je vous remercie, Monsieur Matla. Le moment est peut-être venu de répondre aux questions posées.

*Une voix dans la salle :*

J'aimerais fournir des détails complétant l'exposé de M. Proyard sur le graphite. La littérature donne très peu d'indications sur le graphite, mais il existe dans ce domaine quelques publications émanant, je crois, du Prof. Goormachtigt à Gand, qui a décrit des lésions pulmonaires chez des mineurs ayant uniquement été exposés au graphite. Il en donne une description anatomique, pathologique et histologique. Cette description est d'un très grand intérêt. Je dois dire à l'orateur que cette publication a incontestablement une grande valeur scientifique, ne fût-ce qu'en raison de cette description extrêmement précise, que j'ai lue à l'époque. Il s'agit en effet d'une fibrose pulmonaire interalvéolaire, présentant une analogie avec certains cas de silicose se caractérisant par des lésions du même genre, dues sans doute à une fibre. Il s'agissait donc d'une réaction fibreuse.

*Dr Hartogensis :*

Ma réponse peut être courte. J'ai à peine besoin de répondre aux remarques du Prof. Bastenier, car elles ont essentiellement confirmé mes propres déclarations.

M. Zurlo a dit notamment que les résultats des mesures de poussières n'ont jamais qu'une valeur relative, car les résultats obtenus avec différentes méthodes sont toujours disparates, et les interprétations de ces résultats dépendent dès lors de l'expérience acquise avec les analyses de ce genre. Je regrette d'avoir à dire que c'est effectivement le cas. Nous ne pouvons comparer les résultats de nos mesures qu'avec ceux des mesures similaires que nous avons opérées nous-mêmes précédemment, encore que la comparabilité des résultats des différentes méthodes s'améliore tout de même peu à peu grâce aux nombreux travaux effectués en commun dans ce domaine. A certains moments, nous croyons en effet pouvoir prévoir, dans une certaine mesure, les résultats obtenus par un autre avec les méthodes qu'il applique, et nous espérons que ces prévisions pourront être formulées avec plus de précision à l'avenir. Nous nous efforçons en effet de rendre ces méthodes plus acceptables sur le plan universel, non pas en ce sens que nous voudrions imposer une de ces méthodes à tous les chercheurs, ce qui ne serait guère profitable, car il pourrait s'avérer par la suite que cette méthode n'est pas la plus efficace. Mais il importe de savoir à quels facteurs les écarts sont dus, quelle est l'importance de ces écarts et comment ils se présentent dans les situations concrètes.

Je suis parfaitement d'accord avec le Dr Zurlo pour estimer que les résultats des mesures de poussières effectuées dans l'industrie céramique et dans les fonderies, telles qu'elles sont réalisées suivant les méthodes traditionnelles, sont encore insuffisants pour permettre de discerner clairement les risques existants. Ces analyses posent de nombreux problèmes, d'autant qu'il ne s'agit pas d'une seule analyse mais de centaines et, parfois, de milliers d'analyses, que l'on doit forcément effectuer avec les méthodes qui se prêtent à une application multiple.

De même, j'épouse entièrement les vues d'un des autres orateurs qui a exprimé le regret que les disciplines médicales ne puissent encore nous fournir que peu de renseignements définitifs sur l'influence exercée sur l'homme par des substances déterminées, et notamment par les poussières aspirées en même temps que la silice. Cela pose un problème. Il n'est même pas possible, à l'heure actuelle, d'affirmer nettement qu'il est opportun de mesurer la concentration ferreuse dans les fonderies. On peut se demander si cette concentration est un facteur d'influence pour l'inspiration. C'est probablement le cas, mais nous ne savons pas encore dans quelle mesure. Les valeurs limites des concentrations maximales admises, même si elles ne sont pas suffisamment fondées sur des données scientifiquement déterminées, peuvent néanmoins revêtir une très grande importance. Il est de fait qu'en fixant des valeurs limites déterminées, on peut tout au moins, d'une manière plus ou moins objective, imposer des critères identiques à plusieurs entreprises. Elles constituent dès lors une certaine base pour la politique des autorités, et il n'est pas du tout nécessaire, à cet effet, de disposer de données parfaitement déterminées du point de vue scientifique. Les pouvoirs publics ne peuvent surseoir à leur action jusqu'au moment où la science a élucidé tous les points obscurs. Les autorités peuvent donc imposer certaines limites au développement des poussières, même si ces limites devaient ultérieurement prendre une valeur toute différente.

M. Matla a posé deux questions, à l'une desquelles je ne puis donner aucune réponse. Il s'agit de l'influence exercée par la charge maximale. Je peux uniquement affirmer que la recherche, telle qu'elle est menée actuellement, nous permet en premier lieu de connaître l'influence exercée par la concentration moyenne des poussières, puis de déterminer toute variation sensible de cette concentration. Il se peut que les résultats de cette recherche donnent en tout état de cause certaines indications sur l'écart observé pour une seule et même concentration moyenne de poussières, celle-ci variant davantage pour une catégorie que pour l'autre. Ce serait là une indication précieuse, mais, pour l'instant, il est impossible d'affirmer qu'une telle indication se dégage des renseignements recueillis.

Je puis répondre à la seconde question de M. Matla. Celui-ci a demandé si, à côté de la silice, on trouve tant de la cristobalite que de la tridymite. Je puis vous dire que, dans toutes les fonderies de fonte et d'acier, on constate la présence d'une grande quantité de silice, tandis qu'on n'y trouve qu'exceptionnellement de la tridymite. Dès lors, globalement parlant, il n'y a pratiquement pas de tridymite dans ces industries. D'autre part, il y a bien plus de cristobalite dans les aciéries que dans les fonderies de fonte, ce dans une proportion très variable, pouvant atteindre, dans certains cas exceptionnels, des valeurs presque égales à celles de la silice. Eu égard aux quantités disponibles, les mesures ne sont pas très précises et, par ailleurs, nous n'avons pas encore une vue d'ensemble du problème. Je crois toutefois pouvoir affirmer que la cristobalite se rencontre régulièrement dans les

fonderies d'acier et bien moins régulièrement dans les fonderies de fonte, où elle représente parfois moins de 10 % de la concentration de silice. Je crois avoir ainsi répondu aux questions posées.

*M. Convenevole :*

Je vous remercie, la parole est maintenant à M. Visser.

*M. Visser :*

En ce qui concerne le graphite dans l'élaboration de l'acier, je vous dirai que chez nous, ce problème n'est de loin pas apparu aussi grave qu'il ressort des déclarations de mon honorable contradicteur. Le graphite ne nous gêne pratiquement qu'en ce qu'il est susceptible de provoquer des courts-circuits dans les moteurs électriques. Il s'ensuit que, comme la plupart des aciéries, nous sommes dans l'obligation de construire des salles de machines convenablement fermées et munies de filtres empêchant la pénétration de ce graphite. A ma connaissance, le graphite n'exerce aucune action nocive sur l'homme. De toute façon, ce problème ne fait l'objet d'aucune étude. Quant à la toxicité des vapeurs produites lors de la désulfuration, je vous demanderai de me préciser si vous avez en vue la désulfuration par insufflation d'oxygène dans la fonte ou la désulfuration au moyen de soude, procédé que nous appliquons en ce moment.

*Réponse :* Le procédé utilisant la soude.

*M. Visser :*

Sur ce point non plus, je ne puis malheureusement vous répondre grand-chose, car la gêne causée à la suite de l'application de ce procédé dans le hall d'usine était telle que nous nous sommes rapidement décidés à éliminer les vapeurs par aspiration. L'élément déterminant pour nous a été moins la question de savoir s'il y avait émission de substances toxiques, ce qui, à mon sens, était effectivement le cas, mais tout simplement le fait qu'il y avait là une gêne tout simplement inadmissible. Les vapeurs provoquaient une mauvaise visibilité dans l'usine et empêchaient le pontonnier de s'acquitter convenablement de sa tâche. Pour cette raison, nous avons décidé d'éliminer les vapeurs considérées par aspiration. Il se peut toutefois que le Prof. de Groot puisse vous donner des détails sur ce point, car je crois que nos médecins d'entreprise se sont, pour leur part, intéressés à la toxicité de la soude.

*Prof. de Groot :*

Comme l'a dit M. Visser, ce problème a en effet suscité notre intérêt, car il s'agissait d'une substance particulière, non seulement dangereuse, mais excessivement gênante. Heureusement, avant même que nous ayons pu constater un symptôme quelconque chez les travailleurs, la mise en service du dispositif d'aspiration a réduit à tel point l'éventualité de lésions qu'il nous est impossible de vous fournir pour l'instant le moindre renseignement sérieux sur cette question.

*M. Convevole :*

A la fin de cette matinée, je me permets de remercier les orateurs ainsi que les personnes qui ont dirigé les discussions. Je crois pouvoir déclarer que le bilan de cette matinée est positif.

Les renseignements fournis seront publiés. Merci à vous tous.

La séance du matin est levée.

### **Séance de l'après-midi**

*M. Convevole :*

Messieurs, je rouvre la séance, et je donne la parole au Dr F. H. Bonjer qui vous parlera des examens médicaux des ouvriers sidérurgistes exposés à la chaleur rayonnante.

**Exposé du Dr F. H. Bonjer :**

## **EXAMEN MÉDICAL DES OUVRIERS SIDÉRURGISTES EXPOSÉS AU RAYONNEMENT THERMIQUE**

L'examen médical des ouvriers occupés dans la sidérurgie peut s'effectuer en principe :

- 1) avant la mise au travail,
- 2) durant l'activité professionnelle,
- 3) après de longues années de service.

### **Ad 1) Examen médical avant la mise au travail**

Un examen orienté de ce genre part de l'hypothèse selon laquelle l'exposition aux hautes températures, allant de pair ou non avec un effort considérable,

- a) impose des exigences particulières, ou bien
- b) comporte des risques particuliers.

Les résultats de l'examen médical effectué durant et après l'activité professionnelle permettent de constater s'il en est effectivement ainsi. A cette occasion, on constatera également si les exigences imposées durant le travail se rapportent à la possibilité de déterminer un accroissement suffisant de certaines fonctions corporelles, ce qui relève donc de la physiologie, tandis que les altérations corporelles se manifestant à la suite d'un travail prolongé en ambiance thermique sont du domaine de la pathologie.

### **Ad a)**

Tous les problèmes concernant le travail aux hautes températures sont essentiellement dus à la cession de chaleur par le corps humain. Une partie de la chaleur à évacuer se produit dans les organes internes, une autre partie dans les muscles fournissant un effort, une autre partie encore provient du milieu ambiant, surtout par absorption du rayonnement thermique.

La chaleur doit constamment être transportée du centre du corps vers la surface. Seule une circulation sanguine intense est à même de le faire efficacement. Si l'on compare le corps humain à une installation de chauffage central, les organes internes producteurs de chaleur représentent la chaudière et la surface du corps et les vaisseaux cutanés sont les radiateurs. La circulation doit s'intensifier à mesure qu'il y a plus de chaleur à évacuer.

Le transport de la chaleur à l'intérieur du corps n'est pas le seul élément important. Le corps doit en outre être en mesure de céder la chaleur au milieu ambiant. Si la température de l'air ou celle des objets placés dans le milieu ambiant du sujet atteignent des valeurs sensiblement proches de la température cutanée, la cession de chaleur par convection ou rayonnement est insuffisante ( nous reviendrons plus

loin sur l'absorption du rayonnement thermique). Dans ces conditions, la cession de chaleur doit être assurée par l'évaporation de la sueur à la surface du corps. Il s'ensuit que la sudation doit être suffisamment intense, ce qui demande notamment une alimentation suffisante en eau et en sel.

Bref, le médecin procédant à l'examen d'un sujet appelé à travailler en ambiance thermique doit se préoccuper de l'aptitude de l'intéressé à l'accroissement du débit-minute du cœur et de la sudation. Il y a lieu de considérer comme inaptes à un travail de ce genre les personnes présentant les affections congénitales ou acquises suivantes : *lésions cardiaques, hypertension, artériosclérose, perturbation des échanges hydriques et minéraux, dermatoses.*

#### **Ad b)**

A la fin du présent exposé, nous examinerons les risques particuliers inhérents au travail en ambiance thermique, dans la mesure où ils se traduisent par l'apparition de lésions corporelles, et on constatera à cette occasion que, sur ce point, les connaissances sont remarquablement faibles. Je me borne à mentionner ici la *cataracte* et la *néphrolithiase*. Encore que ces deux affections soient peu fréquentes, les symptômes d'une prédisposition doivent à mon sens être considérés comme des contre-indications pour la mise au travail à des postes en ambiance thermique.

#### **Ad 2) Examen médical durant l'activité professionnelle**

La plupart des examens effectués durant le travail aux hautes températures ont pour but de se faire une idée de la charge que produisent, en combinaison avec l'effort physique, des valeurs déterminées pour la température de l'air, l'humidité relative, le mouvement de l'air et les températures des parois. La durée d'exposition, la pause consécutive et le nombre des expositions par journée de travail jouent un grand rôle à cet égard.

La connaissance de la charge s'acquiert alors sur la base de l'évolution d'un certain nombre de grandeurs physiologiques telles que la fréquence du pouls, la température rectale et la sudation durant le travail. Bien que cela soit possible en principe, les examens de ce genre ne sont guère utilisés pour déterminer la charge thermique maximale admissible pour certains sujets. A cet effet, il serait d'ailleurs plus indiqué d'utiliser une chambre climatique, soit un local de laboratoire où les conditions climatiques et la charge physique du sujet peuvent se régler à volonté.

Je me permets de citer ici quelques exemples des études effectuées par notre institut dans l'industrie sidérurgique.

En 1953, nous avons examiné la contrainte thermique dans des cabines de divers ponts roulants se trouvant dans un laminoir dégrossisseur. A cette occasion, nous avons mesuré la température sèche de l'air et la température de la boule noire, et enregistré en même temps les gestes du pontonnier et la fréquence de son pouls. C'est ainsi que nous avons constaté que pendant l'introduction des lingots dans le four, la température de la boule noire dans la cabine du pont du four puits passe en l'espace de 20 minutes de 38 à 57°C. Dans le même temps, la fréquence des battements cardiaques du pontonnier passait de 120 à 146 pulsations par minute. On appliquait à l'époque aux pontonniers un système de roulement grâce auquel l'exposition au rayonnement maximal était limité à 20 mn, mais on décida néanmoins d'installer une cabine climatisée.

En 1954 et en 1955 ont été effectuées deux séries d'études visant à déterminer la contrainte thermique à laquelle étaient exposées les personnes chargées de l'écriquage au chalumeau des lingots. En l'espèce, nous avons mesuré tous les facteurs climatiques, à l'endroit même où se tient le préposé en effectuant son travail (*fig. 1 et 2*). Sur la base de ces facteurs, nous avons calculé la température effective corrigée dans diverses situations. La valeur trouvée variait de 22 à 35 °C. Compte tenu des fortes fluctuations climatiques en fonction de l'endroit et du temps, on a renoncé à calculer les échanges thermiques entre l'homme et son milieu ambiant. Plus importante était l'étude d'un certain nombre de fonctions physiologiques :

a) *Échanges métaboliques*

Lors de l'écriquage au chalumeau, ces échanges étaient de l'ordre de 3 à 4 kcal/mn. Le travail n'exigeait donc pas de pauses.

b) *Fréquence des pulsations cardiaques*

Celle-ci était mesurée en continu au moyen d'un sphygmographe électronique d'après Müller, d'un électrocardiographe pourvu d'un long câble ou d'un cardio-tachomètre, lequel réagit au potentiel d'action du myocarde. La *figure 3* montre les courbes de fréquence cardiaque de deux travailleurs qui, alternativement, «écriquent au chalumeau» ou «grattent», et observent ensemble un temps de repos après chaque période de 30 minutes de travail. Les courbes permettent de constater que la nature du travail n'a pas une grande influence, mais bien l'exposition au rayonnement thermique.

c) *Température rectale*

Nous avons mesuré celle-ci en déterminant les températures des urines évacuées avant et après le travail. Lors de cet examen, nous avons relevé des températures du corps allant jusqu'à 38°C.

d) *Évaporation de la sueur*

Afin d'avoir une idée de l'évaporation de la sueur, nous avons pesé les sujets expérimentaux avant et après le travail au moyen d'une balance de précision. La perte de poids constatée s'établissait en moyenne à plus de 500 g par heure.

En raison de ces fonctions physiologiques, on a recommandé de limiter à 30 minutes les périodes de travail, quelle que soit la nature de l'activité, et d'observer des pauses de 15 minutes entre deux périodes de travail.

En ce qui concerne les résultats d'autres études effectuées en usine, telles que les deux séries d'examens auxquels on a soumis en 1955 des travailleurs chargés de la réparation ou de la démolition de fours à chauffer l'acier, on peut dire que s'ils permettent d'énoncer des règles pratiques, ils ne contribuent pas à approfondir la connaissance des échanges thermiques entre l'homme et son milieu ambiant.

Une exception est constituée par la situation que nous avons trouvée dans un four à briques, lequel, produisant un rayonnement thermique de tous les côtés, présente un cas similaire à celui des galeries de mine à grande profondeur (*fig. 4*). En l'espèce, on a pu calculer, sur la base des facteurs climatiques mesurés, la quantité absorbée de chaleur produite par rayonnement et convection et la durée du travail admissible, en fonction du degré de perturbation du bilan thermique (*fig. 5 à 10*).

Pour une étude scientifique plus approfondie, on est obligé de se servir d'une chambre climatique. Un croquis écorché respectant la perspective montre une telle

chambre (fig. 11). Nous n'insisterons pas ici sur les possibilités et les résultats d'une recherche scientifique effectuée dans une telle installation. Nous montrons toutefois quelques images (fig. 12, 13, 14), tirées d'une étude sur l'isolement thermique assuré par des cottes de travail faites d'un tissu recouvert d'un dépôt d'aluminium qui, tout en réfléchissant une bonne partie des rayons thermiques, permet l'évaporation de la sueur à travers les interstices du tissu. Les résultats obtenus avec les études considérées permettent d'escompter que les vêtements de travail de ce genre offriront une meilleure protection contre les rayons thermiques que ne le peuvent les vêtements utilisés jusqu'ici.

### **Ad 3) Examen médical après de nombreuses années de service**

On demande souvent dans quelle mesure un travail prolongé en ambiance thermique entraîne des altérations physiques ou une perte fonctionnelle des organes. Il y aurait peut-être lieu d'examiner plutôt si une exposition prolongée aux hautes températures entraîne des conséquences spécifiques, si elles accélèrent le vieillissement, ou si elles exercent une influence fâcheuse sur des maladies ou altérations préexistantes. Il est particulièrement difficile de répondre à cette dernière question. Une réponse provisoire a déjà été donnée à la première question. Comme altérations spécifiques, on a indiqué la cataracte due aux hautes températures et la néphrolithiase, mais ces affections se rencontrent plutôt rarement.

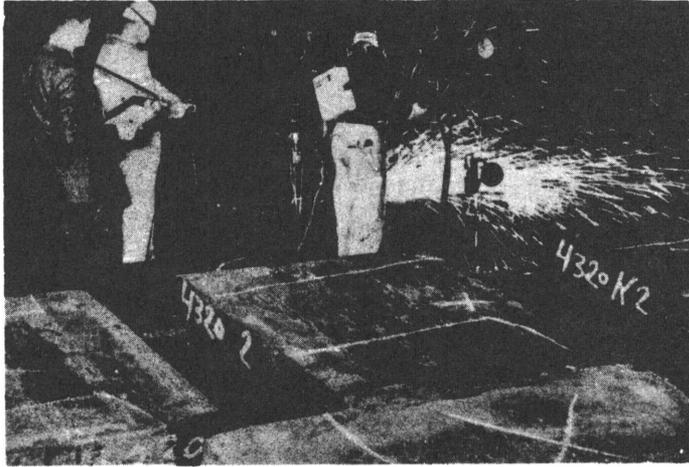
En 1955, nous avons procédé à une étude sur une éventuelle perte fonctionnelle, en comparant un groupe de 38 maçons de four âgés de 21 à 45 ans et ayant une durée de service inférieure à 8 mois avec un groupe de 35 maçons de four âgés de 29 à 47 ans, dont la durée de service était supérieure à 6 ans. Pour tenir compte du fait que le second groupe pouvait être une sélection des personnes résistant le mieux à la chaleur, on a également inclus dans l'étude un troisième groupe de 16 ouvriers qui, après avoir été exposés durant quelques années au rayonnement thermique, avaient été mutés dans d'autres services. Les ouvriers de ce dernier groupe étaient âgés de 27 à 57 ans.

Cette étude comportait les opérations suivantes: anamnèse orientée, examen corporel et détermination du «Physical Efficiency Index» d'après Flack, modifié par Hubach. Ce dernier test permet de mesurer le degré de stabilité du système nerveux végétatif, fonction qui diminue non seulement avec le vieillissement mais aussi par suite d'une exposition prolongée aux hautes températures.

Un rapprochement des résultats obtenus pour le groupe des maçons de four récemment recrutés et pour le groupe de maçons ayant une longue durée de service n'a pas permis de déceler nettement une influence préjudiciable durable de la contrainte thermique. Une tentative qui, en incluant dans l'étude le groupe d'ouvriers ayant abandonné l'activité professionnelle considérée, visait à éliminer l'influence qu'une sélection éventuellement positive aurait pu avoir sur le second groupe, n'a pas donné le résultat voulu.

Force nous est donc de conclure qu'il est malaisé de démontrer sans équivoque les conséquences d'une exposition durable au rayonnement thermique, ce qui corrobore l'expérience selon laquelle il y a très peu d'ouvriers mutés au sein de l'entreprise pour n'avoir pu supporter la contrainte thermique.

Leyde, le 6 janvier 1966



*Fig. 1 Écriqueur avec appareil pour étude du métabolisme et câble pour la mesure de la fréquence cardiaque. Aux côtés du travailleur, appareils pour la mesure des facteurs climatiques.*



*Fig. 2 Grattage et écriquage. La fréquence cardiaque est enregistrée pendant les deux opérations ainsi que, pendant l'écriquage, le métabolisme.*

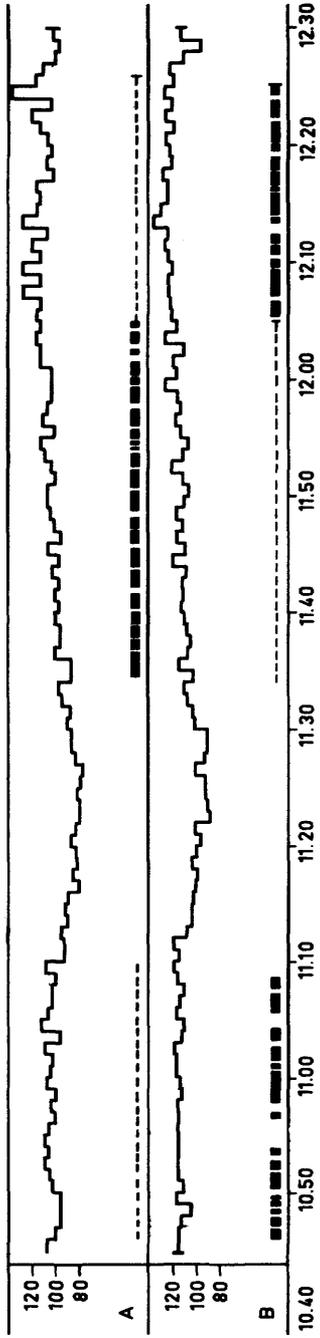
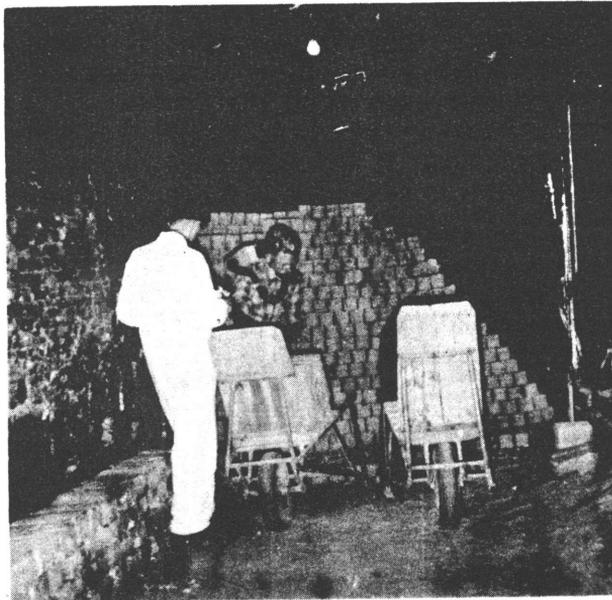


Fig. 3 Courbes de fréquence cardiaque pendant les opérations alternées de grattage (ligne pointillée) et d'écriture (traits épais) chez les deux sujets A et B.



*Fig. 4 Chargement d'une brouette lors du dégagement d'un four à briques.*

Change in body heat content

may be expressed by

$$\Delta H = M + R + C + D + E$$

in which are:

M metabolic heat production

R heat exchange by radiation

C heat exchange by convection

D heat exchange by conduction

E heat loss by evaporation

Heat exchange by conduction

is disregarded here

Heat production by metabolism

$$M = \frac{100 - \text{mech. eff.}}{100} \times \dot{V}_{O_2} \times \text{cal. aeq.}$$

If mechanical efficiency = 5% and

$\dot{V}_{O_2} \times \text{caloric equivalent} = 6.35$

$$M = 0.95 \times 6.35 = 6 \text{ kcal/min}$$

Heat exchange by radiation

$$R = A_r \cdot K_r (t_r - t_s)$$

If total body surface area =  $1.85 \text{ m}^2$

$$A_r = 0.77 \times 1.85 = 1.43 \text{ m}^2$$

If  $K_r = 0.115$ ,  $t_r = 73^\circ \text{C}$  and  $t_s = 35^\circ \text{C}$

$$R = 1.43 \times 0.115 (73 - 35) = 6.3 \text{ kcal/min}$$

Heat exchange by convection

$$C = k \cdot A_c \cdot \sqrt{V} \cdot (t_a - t_s)$$

If total body surface area =  $1.85 \text{ m}^2$

$$A_c = 0.97 \times 1.85 = 1.80 \text{ m}^2$$

If  $k = 0.013$ ,  $V = 57 \text{ cm/sec}$ ,  $t_a = 41.6^\circ \text{C}$

and  $t_s = 35^\circ \text{C}$

$$C = 0.013 \times 1.80 \times \sqrt{57} \times (41.6 - 35) =$$

$$1.0 \text{ kcal/min}$$

Actual loss by evaporation

$$E = \text{weight loss/min} \cdot 0.58$$

If weight loss =  $13.5 \text{ g/min}$

$$E = 13.5 \times 0.58 = 7.8 \text{ kcal/min}$$

Prediction for maximum evaporative capacity according to Haines and Hatch

$$E = 0.05 \cdot V^{0.37} \cdot (P_s - P_a) \text{ gives}$$

$$E = 0.05 \times 4.48 \times (42 - 9) = 8.2 \text{ kcal/min}$$

$$\Delta H = M + R + C + D + E$$

$$\Delta H = 6 + 6.3 + 1.0 + 0 - 8.2 = 5.1 \text{ kcal/min}$$

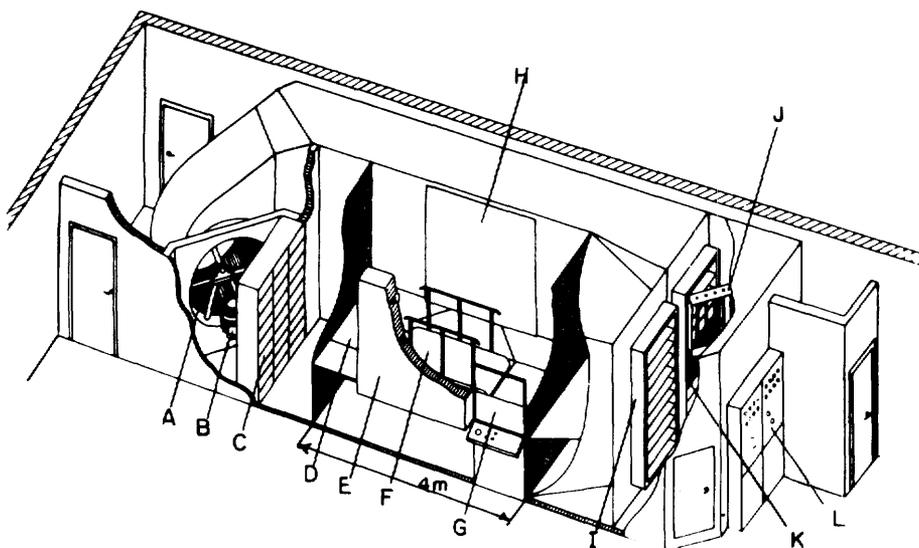
On the assumption of an allowable rise of body temperature of one centigrade the maximum allowable heat gain is:

$$\text{weight} \times 0.83 \times 1 \text{ or } 67 \times 0.83 = 55.6 \text{ kcal}$$

Maximum allowable working time is

$$\frac{55.6}{\Delta H} \text{ or } \frac{55.6}{5.1} = 11 \text{ min.}$$

Fig. 5 à 10: Exemple de calcul du temps de travail admissible, sur la base du métabolisme de travail et des échanges thermiques résultant de l'irradiation, de la convection et de l'évaporation de la sueur.



**Fig. 11** *Modèle de chambre climatisée pour études physiologiques.*

*Vue en perspective de la chambre climatisée.*

**A** *Ventilateur de circulation d'air*

**B** *Humidificateur*

**C** *Filtre*

**D** *Pavement amovible*

**E** *Panneau avec éléments de chauffage par irradiation*

**F** *Tapis roulant*

**G** *Fenêtre de surveillance*

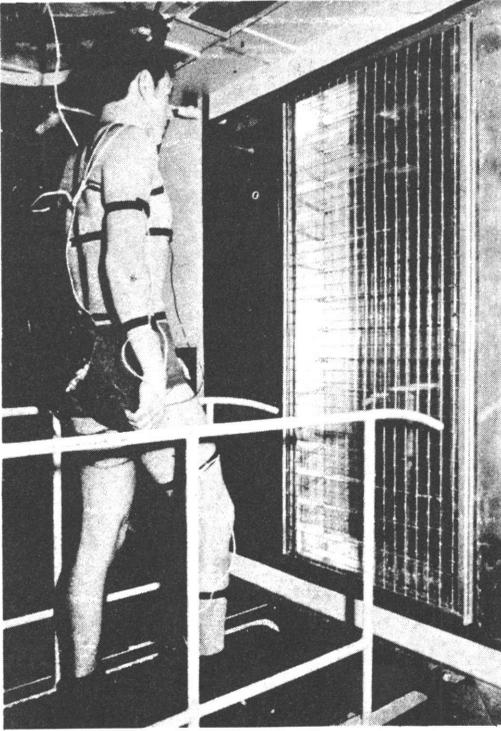
**H** *Panneau absorbant la chaleur irradiée*

**I** *Volets pour le réglage de faibles vitesses d'air*

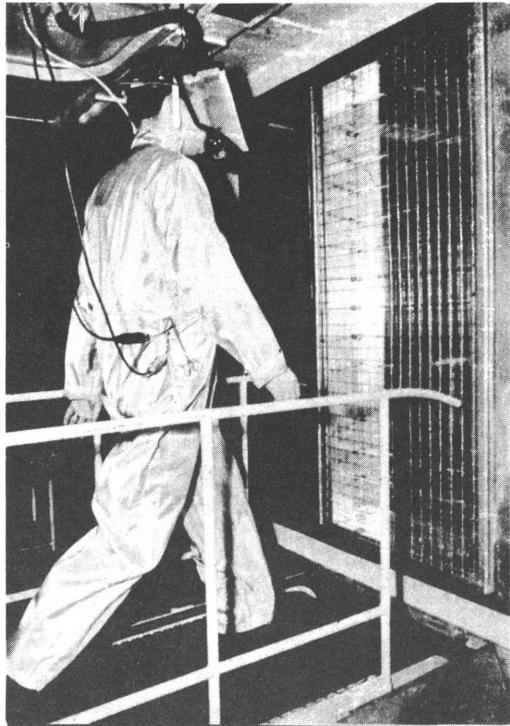
**J** *Élément de chauffage*

**K** *Élément réfrigérant*

**L** *Tableau de contrôle.*



*Fig. 12* Sujet sur tapis roulant, en chambre climatisée, près du panneau irradiant. La température cutanée est mesurée par dix capteurs.



*Fig. 13* Le même sujet, avec un modèle expérimental de vêtement protecteur contre la chaleur.



*Fig. 14 Détermination de la perte de poids due à l'évaporation de sueur, par pesée.  
A cet effet, les câbles servant à la mesure de la température cutanée, de la température rectale et de la fréquence cardiaque sont momentanément débranchés.*

*M. Convenevoles :*

Je vous remercie de votre exposé, docteur Bonjer.

Je donne maintenant la parole à M. l'ingénieur van Gunst, qui parlera de la lutte contre la chaleur rayonnante.

*M. E. van Gunst :*

Monsieur le Président, Messieurs, l'exposé que vous allez entendre traitera des mesures de protection contre la chaleur. Je regrette de ne pouvoir prendre de telles mesures à votre intention dans cette salle, mais peut-être serons-nous un peu soulagés en examinant de telles mesures. Il s'agit en particulier des mesures visant à combattre la chaleur rayonnante dans l'industrie. Je ne vous apprendrai rien qui soit fondamentalement nouveau, car les principes qui sont à la base de ces mesures figurent dans les manuels de physique utilisés il y a des dizaines d'années. Ce qui est nouveau – tout au moins aux Pays-Bas – c'est qu'on a procédé à une étude systématique des modalités d'application pratique de ces principes, afin d'assurer une protection là où elle est nécessaire. Ces travaux systématiques s'effectuent au sein de la commission des recherches de médecine du travail de l'Organisation industrielle de la recherche appliquée, au sein de laquelle coopèrent différents spécialistes. Les travaux dont je vous parlerai cet après-midi ont été effectués sous les auspices d'un groupe d'études appelé «températures extrêmes». Dans ce groupe siègent, d'une part, des experts techniques et médicaux occupés dans l'industrie et, d'autre part, des experts médicaux et techniques attachés à l'inspection du travail néerlandaise. A ces experts se sont en outre joints quelques chercheurs scientifiques sur le plan tant médical que technique.

D'une manière générale, les travaux ont été effectués dans l'optique de la recherche appliquée, afin de dégager des possibilités d'application dans la pratique. Les exemples que vous verrez cet après-midi n'ont pas été spécialement tirés de l'industrie charbonnière et sidérurgique, mais aussi d'autres branches d'activité, celles-ci ayant dans bien des cas prêté leur concours à l'étude de ces mesures de protection.

**Exposé de l'ing. E. van Gunst :**

## **LA LUTTE CONTRE LA CHALEUR RAYONNANTE**

On rencontre dans l'industrie des situations où certaines quantités de chaleur sont transmises au corps humain. Cette chaleur peut être celle de l'air ambiant, qui présente alors une température supérieure à celle du corps humain; elle peut également provenir du rayonnement thermique de pièces chaudes des machines, de fours, de matières en fusion, etc.

Par suite de la transmission de la chaleur au corps humain, il peut arriver que des travailleurs aient «trop chaud» et que des «mesures» soient à prendre.

Mais quelles sont ces mesures ?

On ne prévoira pas de pauses et on n'augmentera pas l'humidité ni la quantité de sel de l'air ambiant, mais on examinera en particulier les mesures concernant le milieu de travail ou le milieu de protection contre le milieu ambiant. Pour cela, il faudra connaître plus précisément la nature physique de la transmission de la chaleur contre laquelle on désire se protéger. Lorsque la chaleur est transmise par rayonnement, il faudra toujours tenir compte essentiellement des propriétés fondamentales suivantes, qui constitueront le point de départ de toute action.

Le rayonnement thermique est une transmission d'énergie par les ondes, tout comme toutes les autres sortes de rayonnement. Si les ondes hertziennes ont une grande longueur d'onde et les rayons X une longueur d'onde très courte, la gamme d'ondes qui couvre le rayonnement thermique se situe entre  $10 \mu$  et  $0,10 \mu$ . A ce propos, on peut signaler que la seconde valeur correspond à l'ultra-violet visible et que l'infrarouge de courte longueur d'onde se situe à près de  $1 \mu$ .

La quantité d'énergie rayonnée dépend de la température du corps qui émet les rayons. Elle est proportionnelle à la quatrième puissance de la température absolue:  $T^4$ . Ce n'est pas seulement la quantité de rayons émis qui est fonction de la température; la qualité, c'est-à-dire la longueur d'onde, des rayons émis est également déterminée par la température.

Ainsi, on peut dire globalement que ce sont les longueurs d'onde suivantes :

0,3 - 2,3  $\mu$  pour le soleil,  
1,9 - 2,9  $\mu$  pour les températures de 1500 - 1000°,  
7,1  $\mu$  pour la température de 400°,  
9,6  $\mu$  pour la température ambiante,

qui transmettent le maximum d'énergie.

Les ondes thermiques se propagent dans l'air en ne rencontrant pratiquement aucun obstacle. Les surfaces solides absorbent les rayons; mais en général toute l'énergie n'est pas absorbée, une partie est réfléchi. Suivant la nature de la surface considérée, la plus grande partie de l'énergie incidente est absorbée ou réfléchi.

A cet égard, le comportement d'une surface déterminée n'est pas le même pour toutes les longueurs d'onde. Il se peut donc qu'une surface déterminée réfléchisse pratiquement tous les rayons d'une longueur d'onde  $\mu_1$  et n'en absorbe qu'une infime partie, mais absorbe une quantité beaucoup plus grande d'énergie incidente d'une autre longueur d'onde  $\mu_2$ . Ces considérations s'appliquent à la chaleur qui rencontre une surface, c'est-à-dire aux rayons incidents. Mais le rayonnement émis dépend également (en plus de la température, comme cela a déjà été signalé) de la nature de cette surface. Une surface qui réfléchit des rayons d'une longueur d'onde déterminée n'émettra pas de rayons de cette même longueur d'onde.

La conséquence de cette loi physique est qu'un corps peut présenter une très haute température sans cependant rayonner de la chaleur: c'est ce qui est réalisable en dotant un corps d'une surface qui réfléchisse bien les rayons correspondant à cette température. Cette surface n'émettra pas alors ces rayons.

Il convient de signaler qu'en colorant une surface en blanc on obtient une bonne protection contre les rayons solaires incidents. Une surface métallique lisse (par exemple de l'aluminium) réfléchit très bien les rayons engendrés par des processus industriels, jusqu'à environ 1000° C. C'est pourquoi, à ces températures, les surfaces de ce genre n'émettront pas de rayons thermiques.

Lorsqu'on passe en revue les différentes mesures qui peuvent être prises en vue de la protection contre le rayonnement thermique, ce qui précède mène aux constatations suivantes:

1. Il existe des sources qui peuvent être pourvues d'une couche réfléchissante permettant d'éviter l'émission de rayons thermiques.

L'application de cette méthode est plus simple lorsque la source thermique présente des parois planes dirigées vers le lieu de travail. Lorsqu'on aura recours à ce moyen de protection, on se rappellera toujours qu'il n'est efficace que lorsque la surface est bien propre; un dépôt de poussière en annulera immédiatement une grande partie de l'effet. La *figure 1* présente un exemple.

2. Lorsqu'il est impossible de revêtir la surface de la source elle-même d'une couche protectrice, on pourra, en cas d'installations fixes, disposer, entre la source de chaleur et les travailleurs séjournant à proximité de la source de chaleur, des cloisons de protection dont la face intérieure et/ou la face extérieure seront revêtues de matière réfléchissante.

Une partie du rayonnement thermique incident émanant de la source de chaleur sera absorbée, ce qui aura pour conséquence que la température du panneau augmentera et que le panneau constituera lui-même une source thermique secondaire.

Avec cette méthode, on veillera d'une part à ce que le panneau absorbe le minimum de chaleur et, d'autre part, qu'il présente les propriétés de rayonnement les plus défavorables possibles. En même temps, on fera en sorte que la chaleur néanmoins absorbée par le panneau soit évacuée aussi bien que possible, par exemple par un courant d'air circulant le long du panneau (*fig. 2*). Aussi est-il opportun de concevoir un tel dispositif de protection en disposant plusieurs panneaux les uns derrière les autres, de façon qu'entre les panneaux les plus chauds il se produira

un effet de cheminée pour l'air, qui circulera en courant ascendant entre les panneaux et évacuera la chaleur. Une étude approfondie des constructions les plus favorables a été effectuée et plusieurs résultats ont été repris dans les *figures 3 et 4*.

Les diverses possibilités ont été calculées (théoriquement) et mesurées (pratiquement).

La *figure 3* reproduit les résultats pour un écran d'amiante (matériau bien connu résistant au feu) revêtu d'une couche d'aluminium.

Le choix du côté qui sera revêtu de la couche d'aluminium est très important pour la température que prendra le panneau. En prévoyant la couche sur la face dirigée vers la source («face extérieure»), les températures de l'écran seront considérablement plus faibles. Mais il ne faut pas en conclure que l'homme qui travaillera du côté de la «face intérieure» de l'écran sera également exposé à une quantité moindre de chaleur de l'écran. Car, outre la température, la nature de la surface joue également un rôle.

Naturellement, on s'efforcera aussi de maintenir la température de l'écran au niveau le plus bas possible.

La *figure 4* représente les courbes correspondantes pour un certain nombre de réalisations pratiques.

La *figure 5* représente un écran à feuille d'aluminium toujours «renouvelable» après encrassement, l'encrassement annulant rapidement l'effet de protection. Il va de soi qu'avec cette méthode (mentionnée sub 1) on pourra également utiliser avec succès des doubles ou triples parois, le refroidissement étant alors assuré par l'air circulant le long de ces parois.

Lorsqu'il est impossible de prévoir un dispositif de protection à la source ou entre la source et l'ouvrier, on peut envisager la protection de l'ouvrier lui-même contre les rayons incidents.

### 3.A —

Il existe des combinaisons dont les conditions climatiques intérieures peuvent être conditionnées soit par le raccordement de la combinaison à un dispositif de ventilation, soit à l'aide d'un dispositif de conditionnement d'air. Une telle combinaison permet de maintenir l'ouvrier à une température déterminée, indépendamment des conditions climatiques du milieu ambiant.

On a mis en évidence :

- a) Le fait qu'une couche réfléchissante sur la face extérieure ou intérieure est considérablement moins efficace qu'on ne pourrait le penser et augmente le poids de la combinaison;
- b) Le fait que la ventilation la plus efficace d'une combinaison n'est pas celle où l'air soufflé circule le long du corps humain et est évacué au niveau des pieds et des poignets, mais celle où l'air circulant se dégage de la combinaison (perméable) perpendiculairement à la surface du corps humain.

Dans ce cas en effet, l'air parcourt un trajet opposé au courant thermique partant du milieu ambiant et atteignant le corps humain à travers la combinaison.

B –

Une combinaison entière, non ventilée, revêtue d'une couche réfléchissante – abstraction faite des inconvénients déjà mentionnés – serait difficilement utilisable en raison de son imperméabilité à l'humidité.

Mais on peut imaginer la mise en place d'éléments superficiels réfléchissant dans les situations où le rayonnement a un effet directif prononcé et dans les cas où des combinaisons entières ne sont, pour d'autres raisons, ni nécessaires ni souhaitables.

Il est possible enfin, lorsque les radiations thermiques du corps humain ne peuvent être entièrement éliminées, d'exercer une influence compensatrice. Ne parlons pas ici de la compensation extrêmement rudimentaire à l'aide d'un courant d'air froid plus ou moins directif. Par contre, nous pouvons très bien imaginer la possibilité suivante :

4. Par suite de l'effet des rayons thermiques issus d'une source de chaleur, le corps humain reçoit une certaine quantité de chaleur qui est considérée comme excessive.

En prévoyant des sources froides, il sera donc possible de faire en sorte que le corps humain irradie une quantité supplémentaire de chaleur vers cette source froide, d'où il résultera un effet de compensation.

Pour appliquer les mesures mentionnées sub 3.B et 4, il faudra connaître les endroits du corps humain les plus exposés aux rayons thermiques. Dans l'industrie, des cas peuvent se produire où les sources ont de telles dimensions et sont placées de telle façon que les rayons thermiques auxquels les travailleurs sont exposés sont fortement dirigés vers un côté déterminé. C'est spécialement dans les cas de ce genre que la détermination des quantités précitées de rayons venant frapper les divers endroits du corps humain représentait jadis un travail compliqué et très long. Dans ce domaine, la recherche scientifique a également fait des progrès; aussi est-il relativement simple aujourd'hui, grâce aux moyens de l'institut pour la technique sanitaire T.N.O., d'élucider ce problème dans les cas individuels.

a) Dans certains cas, il est possible de s'informer au moyen de mesures. A la place de l'ouvrier, on dispose un mannequin pourvu d'un certain nombre de capteurs thermiques. De la sorte, des mesures permettent de déterminer directement les quantités de rayons thermiques captés par les différents endroits du corps humain dirigés vers la source thermique (*fig. 6 et 7*).

Si le point a), qui a trait aux mesures, se passe de commentaires, il sera nécessaire, en revanche, de donner quelques précisions sur la méthode de calcul pour en faciliter la compréhension, d'autant qu'à cet égard un autre élément caractéristique de l'échange de rayonnement peut encore être mis en avant. Une source émet une certaine quantité d'énergie, qui est déterminée par sa température et sa nature superficielle.

On peut imaginer que cette quantité d'énergie est émise sous forme sphérique. Toute surface qui se trouvera sur une partie de cette sphère d'émission sera donc irradiée et recevra, par conséquent, une partie de l'énergie totale émise.

La partie captée par une surface déterminée sera en fonction des dimensions de la surface et de l'emplacement ainsi que de l'orientation de celle-ci par rapport à la source, en d'autres termes, de la partie de la surface sphérique occupée par les rayons émis par la source vers cette surface.

la *figure 8* illustre ce principe et la *figure 9* représente l'image qu'une source de chaleur aura, à cet égard, du corps humain.

Concluons en exposant un résultat concernant une situation pratique. La *figure 10* représente la contrainte thermique de la personne debout, pour la face antérieure et de la tête aux pieds.

La bonne concordance des résultats mesurés et calculés apparaît très nettement.

La *figure 11*, enfin, donne une idée de la diminution de la contrainte qui peut être obtenue grâce au refroidissement par rayonnement.

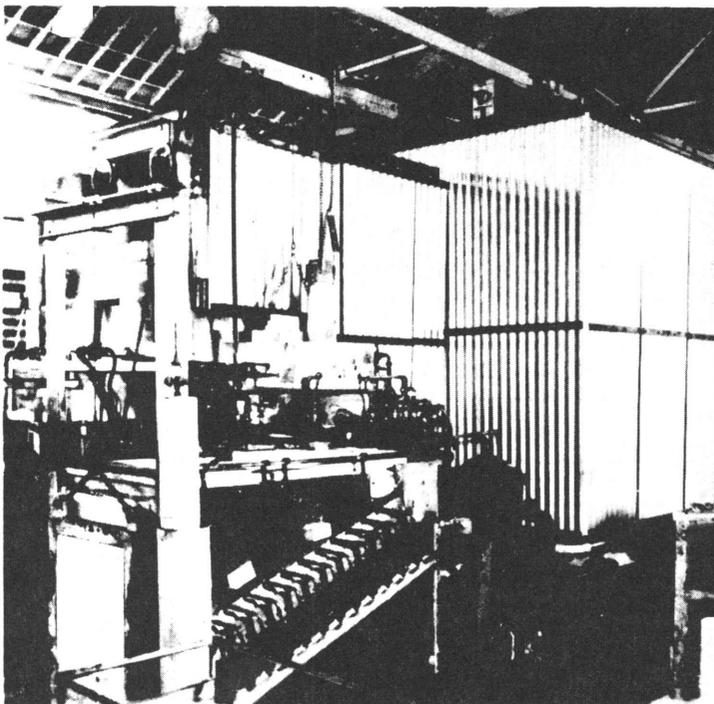


Fig. 1 Four à verre; protection formée par trois écrans ondulés d'aluminium.

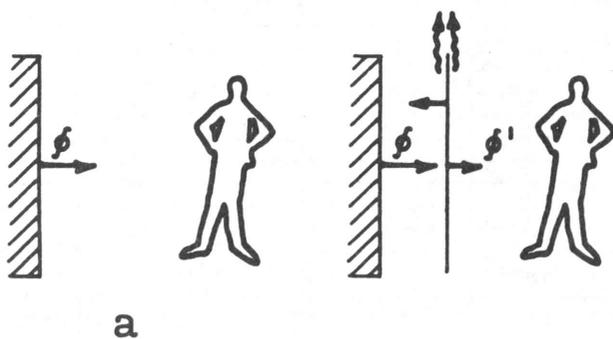


Fig. 2 Mise en place d'écrans entre la source de chaleur et le travailleur, lorsqu'il n'est pas possible de munir la source même de chaleur d'un revêtement réfléchissant.

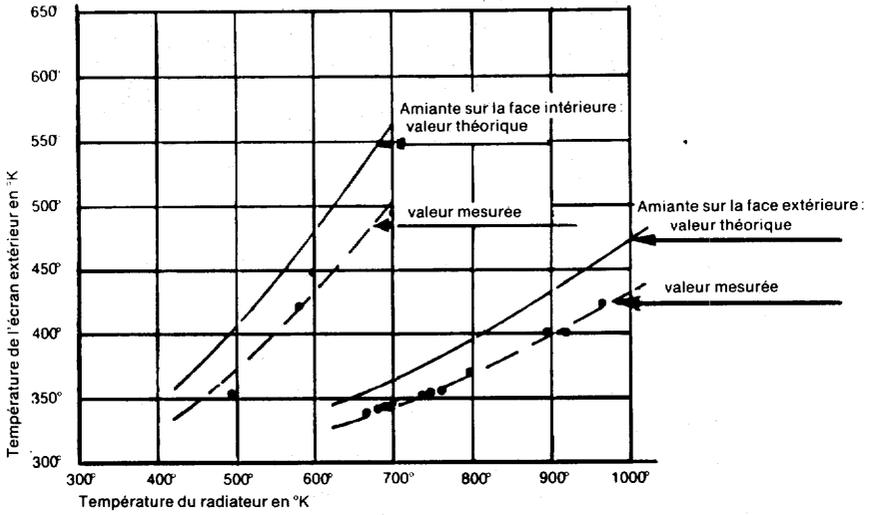


Fig. 3 Température d'un écran d'aluminium revêtu d'une couche d'amiante de 6 mm d'épaisseur.

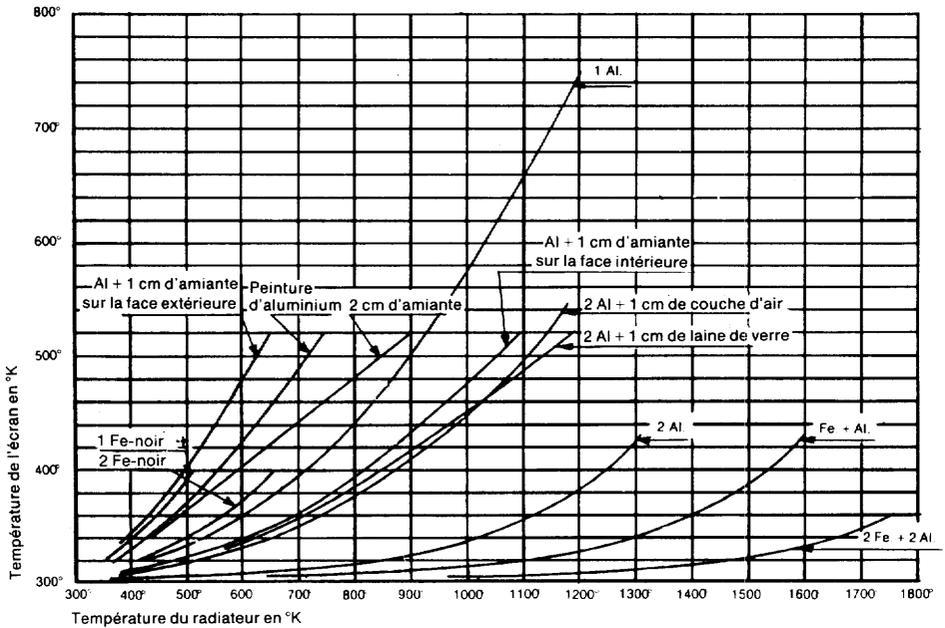
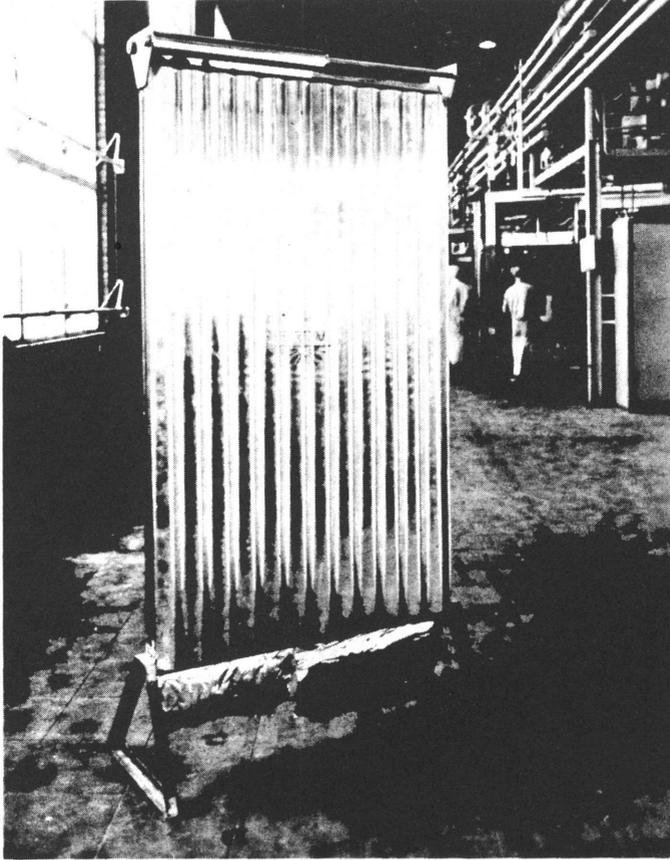
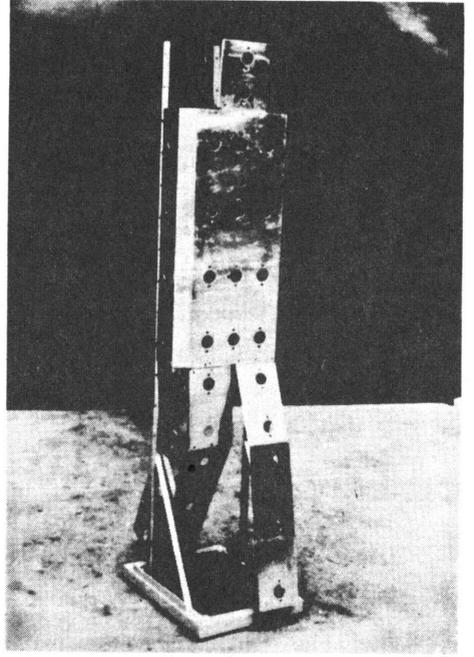
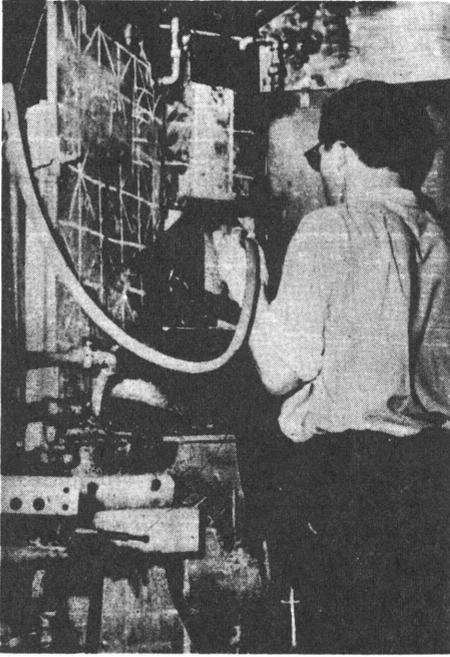


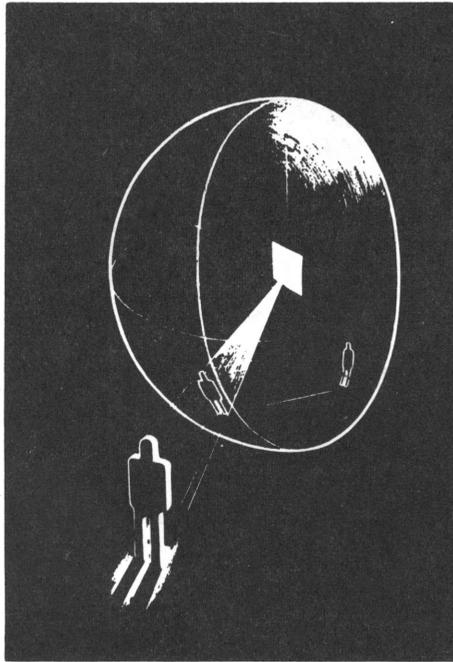
Fig. 4 Température de l'écran extérieur, en fonction de la température du radiateur.



*Fig. 5 Rideau à enroulement, en feuilles d'aluminium.*



*Fig. 6 et 7 En mettant un «dummy» à la place du travailleur exposé à l'irradiation calorique, on peut mesurer l'irradiation reçue.*



*Fig. 8 Irradiation sphérique d'énergie par une source de chaleur.*



*Fig. 9 Aspect du tronc humain, du point de vue d'une source d'énergie radiante.*

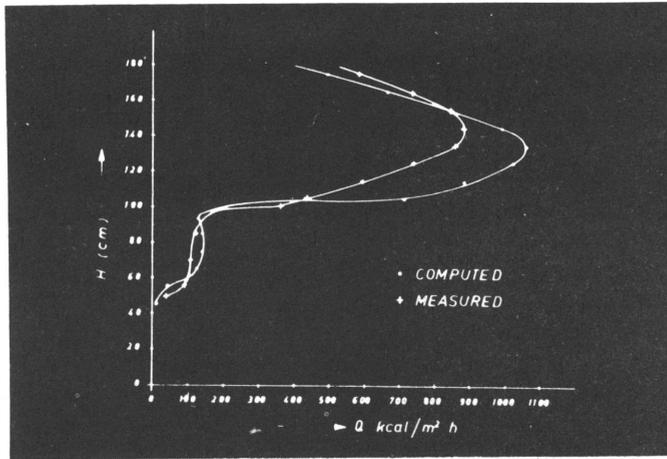


Fig. 10 Correspondance entre valeurs mesurées et calculées de la charge thermique.

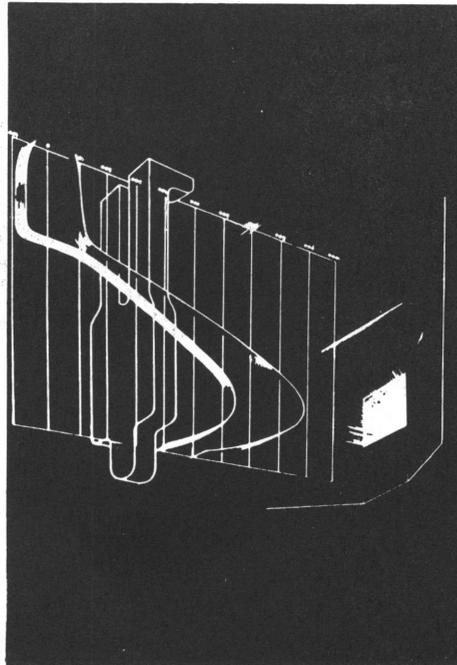


Fig. 11 Variation de la charge thermique pouvant être obtenue en intercalant une surface froide.

... et voilà, Monsieur le Président, ce que j'avais à dire ici sur les problèmes liés aux mesures de protection.

*M. Convenevoles :*

Je vous remercie, Monsieur van Gunst, de cet exposé. Le Dr Claass et les autres confrères, ainsi que moi-même, nous avons déjà vu certaines de ces choses en liaison avec les mesures effectuées. Tous les éléments ne peuvent malheureusement être communiqués à tout le monde. Certains de ces éléments ont peut-être un caractère confidentiel ou un peu secret, et j'exprime l'espoir que les autres collègues ont pu en tirer des enseignements utiles.

Au Prof. Müller incombera maintenant la mission plutôt difficile de diriger la discussion.

*Prof. Müller :*

Monsieur le Président, cette séance est consacrée aux facteurs d'ambiance. Ce matin, on a parlé des poussières et du gaz et il sera question par la suite de la gêne causée par le bruit. Le problème dont nous nous occupons maintenant est celui de la protection contre la chaleur. Bien entendu, les facteurs qui sont en jeu en l'espèce ont un caractère hétérogène, et les lésions étudiées ce matin ne peuvent être guéries que par le médecin, mais le corps n'a aucune chance de se défendre contre ces facteurs. Le corps ne le constate qu'au bout de plusieurs années. Si une limite déterminée n'est pas dépassée, le travailleur ne ressent aucune gêne. Mais il en va tout autrement du travailleur exposé à des températures élevées. La chaleur a une influence directement sur la possibilité et la capacité de travail. Une température constante est nécessaire pour tout notre corps, afin de permettre notamment le fonctionnement permanent de tous les organes. Il n'existe aucune maladie professionnelle causée par la chaleur. Bien entendu, lorsqu'une limite déterminée est dépassée, le sujet risque de décéder à la suite d'un coup de chaleur. Or, quelle est la réaction du corps ? Celui-ci aspire à une espèce de position de repos. C'est là une réaction naturelle. L'animal — pour ainsi dire — dans l'homme se résigne et cesse le travail. Un ouvrier qui poursuit alors son travail sous la contrainte éprouve des difficultés, et il faut alors pour le moins prévoir des pauses. Plutôt que d'un problème touchant la médecine du travail ou d'un problème du travail, il s'agit d'un problème économique, se posant à propos du maintien de la productivité.

Le travailleur exposé aux hautes températures subit toute la journée l'atteinte de celles-ci. L'étude de la chaleur relève plutôt du domaine de l'ingénieur que de celui du médecin du travail. L'orateur a démontré qu'il existe de nombreuses possibilités nouvelles. La Haute Autorité a multiplié ses aides financières, qui ont permis de s'engager dans de nouvelles voies pour parvenir à une solution. Les conditions théoriques sont donc réunies dès à présent, mais il y a encore lieu d'effectuer des recherches sur le plan technique. En physiologie, nous avons étudié depuis des années la charge maximale, grâce à des concours financiers de la Haute Autorité. De bons progrès ont été réalisés dans cette voie. Ce n'est malheureusement pas le cas pour tous les aspects, et il subsiste des points obscurs qui demandent des études approfondies. Je vous invite maintenant à poser des questions relatives aux deux exposés précédents.

*M. Groot Wesseldijk :*

Le Dr Bonjer a énuméré un certain nombre de situations pathologiques qui constituent une contradiction pour l'exécution d'un travail en ambiance thermique. J'aurais aimé qu'il mentionne également l'obésité anormale. Serait-il possible de dire aussi quelque chose sur les limitations physiologiques que comporte l'exécution du travail en ambiance thermique, c'est-à-dire en ce qui concerne l'âge physiologique. Il serait peut-être bon, à cet égard, d'établir une distinction entre deux catégories de travailleurs, à savoir ceux qui sont déjà pour ainsi dire acclimatés, et la catégorie des travailleurs qui ne sont exposés que de temps en temps — exceptionnellement — à une contrainte thermique. Un autre problème, que vous avez déjà évoqué, est celui de l'extrême difficulté qu'il y a à déterminer au préalable si une personne est apte à effectuer un travail en ambiance thermique, car il n'existe aucun test satisfaisant. L'une des dernières études effectuées dans ce domaine est due à l'Américain Gold, qui a mis au point un test notamment utilisé pour la sélection des cosmonautes. Il consiste à vérifier l'accumulation de chaleur, la stase calorique, durant une contrainte subie en chambre climatique. La personne qui, au cours d'une contrainte expérimentale déterminée, a accumulé le moins de chaleur présente l'aptitude maximale au travail en ambiance thermique. Savez-vous si un test de ce genre a déjà été appliqué en Europe au personnel avant d'être affecté au travail en ambiance thermique ?

*M. Convenevoles :*

Qui demande encore la parole ?

*Orateur dans la salle, n'indiquant pas son nom :*

L'exposé du Dr Bonjer était très instructif, et il en ressort que l'organisme humain est rudement mis à l'épreuve en cas de travail aux hautes températures. Le Dr Bonjer peut-il nous indiquer quel est l'examen médical auquel sont soumis, lors du recrutement, les ouvriers appelés à travailler en ambiance thermique ? Quelles sont les températures minimales préservant la santé de ces ouvriers ?

*Orateur dans la salle, également sans indication de nom :*

Je me rallie aux avis exprimés par les orateurs précédents, mais il y a un point évoqué aujourd'hui et que j'estime très important, car le médecin d'entreprise s'y heurte constamment en ce qui concerne le personnel devant travailler en ambiance thermique. Pour cette raison, nous suivons avec beaucoup d'intérêt les études effectuées par le service de médecine du travail à Gênes, également avec l'aide de la Haute Autorité. Il résulte de ces études que les personnes exécutant les travaux de ce genre devraient pouvoir offrir une résistance plus grande, mais elles souffrent de troubles cardiorespiratoires. Il existe donc des différences entre les nationaux de votre pays et mes compatriotes. Avez-vous également fait des recherches dans ce domaine, c'est-à-dire dans celui du cœur et de la fonction respiratoire ?

*Prof. Müller :*

A ma connaissance, il n'existe aucune méthode permettant de déterminer la tolérance à la chaleur. En Afrique du Sud par exemple, la contrainte thermique ne cesse d'augmenter relativement. On constate alors que certaines personnes doivent cesser le travail parce qu'elles n'arrivent plus à supporter cette contrainte.

*Dr Bonjer :*

J'aimerais donner quelques précisions en réponse aux questions posées. C'est ainsi que le Dr Groot Wesseldijk a demandé dans quelle mesure on peut parler de limite physiologique au travail en ambiance thermique. Au fond, le Dr Nottius a posé une question similaire en se demandant quelles sont les indications, mais surtout les contre-indications pour le recrutement d'ouvriers appelés à travailler en ambiance thermique. Des efforts de toute sorte ont été tentés pour se faire une idée, sur la base d'un examen corporel simple, de l'aptitude au travail aux hautes températures.

Je ne crois pas exagérer en affirmant que les espoirs nourris en la matière ne se sont guère réalisés à la lumière de l'expérience. Il est notoire que l'on ne peut souvent avoir une idée satisfaisante du degré d'aptitude d'une personne à supporter effectivement les hautes températures que si on l'oblige à travailler réellement à ces hautes températures. Pour autant que je sache, on ne recourt pas en Europe à des tests similaires à ceux auxquels on soumet les cosmonautes en Amérique. Par ailleurs, les résultats obtenus à la suite d'études médicales du travail de toute sorte, effectuées dans de nombreux pays, montrent chaque fois de nouveau qu'on n'acquiert de réelles connaissances qu'en observant minutieusement les ouvriers travaillant à de hautes températures soit en milieu artificiel, soit dans des conditions normales.

Or, en ce qui concerne l'aptitude physiologique au travail de ce genre à différents âges, je crois que nous devons prendre pour point de départ un fait constamment avéré. Une personne capable d'effectuer un travail physique très pénible est sans doute aussi à même de travailler à des températures élevées. Inversement, je pourrais soutenir avec un peu plus d'assurance qu'une personne inapte à l'exécution d'un travail physique pénible à une température normale est également inapte au travail en ambiance thermique. Il existe en effet une analogie prononcée entre, d'une part, la nature de la contrainte physiologique résultant de l'effort physique et, d'autre part, le fait de supporter de hautes températures. S'agissant d'ouvriers qui travaillent depuis des années déjà en ambiance thermique sans inconvénients notables, nous pouvons — je crois — poser que l'acclimatation joue un rôle important et permet grâce à ce mécanisme de compensation, de supporter avec succès cette lourde contrainte.

*M. Convenevoles :*

Je remercie le Dr Bonjer pour cette réponse. Je pense que l'acclimatation est un facteur qui peut également intervenir dans la conclusion. En l'état actuel des choses, il ne me semble pas qu'on puisse en dire davantage. Par ailleurs, les arguments avancés de part et d'autre renforcent une conviction ancienne, que je pourrais également élaborer comme conclusion. Quoi qu'il en soit, ce problème n'a toujours pas été élucidé entièrement et, dans chaque réponse, on se heurte à des limites. En tout état de cause, je remercie les deux orateurs ainsi que le directeur de la discussion.

Pause

*M. Convenevoles :*

Messieurs, la séance reprend et nous allons entendre maintenant le rapport de M. van Leeuwen, intitulé «Examen médical de personnes exposées au bruit».

**Exposé du Dr H. A. van Leeuwen :**

## **EXAMEN D'OUVRIERS EXPOSÉS À L'AGRESSION SONORE**

### **Avant-propos**

Les deux exposés qui vont suivre traitent de la gêne causée par le bruit. Il faut entendre par là l'effet nocif du bruit, provoquant des traumatismes auditifs permanents.

Il a été établi que mon exposé concerne les travaux de recherche scientifique effectués aux Pays-Bas, dans le domaine de la lutte contre les lésions auditives imputables aux niveaux de bruit élevés. Il ne sera donc pas question de la gêne causée par le bruit sur d'autres plans.

Nous avons pensé qu'il importait surtout de ne pas nous en tenir à signaler les travaux accomplis ou en cours dans ce pays, mais à indiquer aussi la voie qu'il faudra suivre selon nous afin d'aboutir, sur la base des résultats d'un grand nombre d'études partielles, à des suggestions concernant des mesures pouvant s'appliquer dans l'industrie pour assurer une prévention suffisante des traumatismes auditifs. Cet objectif, nous l'avons constamment en mémoire car nous voulons éviter de nous enliser dans l'exploration d'intéressants domaines partiels qui, tout en se prêtant peut-être parfaitement à l'exécution de mesures, ne paraissent pas devoir fournir des indications importantes pour la pratique.

J'ai pour mission de vous informer de ce qui a été réalisé aux Pays-Bas, et d'évoquer certaines publications et recherches. Ainsi, M. van den Eijk pourra exposer, dans leurs grandes lignes, nos réflexions sur le déroulement de la recherche sans être obligé d'interrompre son exposé fréquemment pour commenter en détail les diverses études et publications.

### **Introduction**

Pour le médecin d'entreprise, le bruit a certains aspects qui le différencient d'autres agents nocifs rencontrés dans l'industrie, même si l'on ne considère que les effets les plus flagrants, à savoir les lésions de l'organe de l'ouïe. Une différence importante réside par exemple dans le fait que le bruit se rencontre un peu partout et, de surcroît à un niveau qui dépasse fréquemment la limite maximale admissible. Par ailleurs, certaines personnes courent plus que les autres le risque de contracter des traumatismes auditifs, car la sensibilité varie beaucoup d'un individu à l'autre. En outre, les machines et méthodes de travail bruyantes sont si nombreuses dans notre industrie qu'on ne saurait se contenter, comme dans d'autres cas, de mesurer l'agent nocif lui-même, mais qu'on doit le plus souvent constater que la présence de cet agent est à tel point évidente qu'on est amené à examiner si les sujets atteints ne représentent pas déjà un pourcentage plus ou moins important des personnes exposées. Certes, le sonomètre demeure un appareil utile, mais la plupart des médecins d'entreprise ne peuvent apprécier le bruit régnant aux lieux de travail et

déterminer les mesures de protection à mettre en œuvre que sur la base d'un examen de l'ouïe des ouvriers. C'est pourquoi le développement de l'audiométrie industrielle occupe aux Pays-Bas une place importante dans la lutte contre la surdité due au bruit. On attache un grand intérêt aux modalités de l'examen ainsi qu'aux critères d'appréciation et d'interprétation des résultats obtenus.

*Audiométrie continue:* Pour plus de clarté, je tiens à expliquer tout d'abord pourquoi la plupart des médecins d'entreprise aux Pays-Bas appliquent en audiométrie la méthode dite continue de van Dishoeck.

Avec l'audiométrie classique, il faut, en variant le volume, déterminer séparément les valeurs des seuils pour un certain nombre de fréquences fixes. C'est ainsi que pour une fréquence de 1 000 Hz, on varie le volume jusqu'à ce qu'on trouve le seuil. Or, pour percevoir les fréquences se situant dans les octaves aux environs de 2 000 Hz, l'oreille normale se contente d'un niveau de pression acoustique bien plus faible quand il s'agit de sons plus graves ou plus aigus. C'est pourquoi l'appareil est conçu de façon à indiquer non pas le niveau sonore absolu, mais uniquement les écarts par rapport à un seuil standard.

L'audiogramme reproduit chaque fois sur une ligne verticale différente, c'est-à-dire chaque fois pour une autre fréquence, l'écart entre le seuil trouvé et le seuil normal sur une échelle en décibels.

Nous disposons aux Pays-Bas d'un audiomètre – modèle Peekel – qui permet un réglage progressif de la fréquence sonore et assure une reproduction du niveau sonore aménagée de manière à présenter une allure parallèle à la courbe du seuil auditif normal. Si l'on tourne donc le bouton de réglage de la fréquence, le niveau de tous les sons compris entre 200 Hz et 8 000 Hz présente un nombre constant de décibels au-dessus du seuil auditif normal. Ce nombre de décibels est réglable par paliers de 5 décibels à l'aide du bouton de réglage du volume.

Pour réaliser avec l'audiomètre considéré un audiogramme suivant la méthode de van Dishoeck, nous ne déterminons pas le seuil auditif correspondant à chaque fréquence en traversant pour ainsi dire verticalement l'audiogramme, mais nous procédons horizontalement, et cherchons s'il y a des fréquences qui, à ce niveau réglé au-dessus du seuil, ne sont pas perçues par le sujet. Pour ces fréquences non perçues, la perte auditive est alors supérieure au nombre de décibels indiqué par le bouton de réglage du volume. La raison principale pour laquelle cette méthode est chaudement recommandée est la rapidité et la facilité avec lesquelles elle permet de déceler les altérations du seuil, parfois faibles et localisées, qui caractérisent le premier symptôme du traumatisme auditif causé par le bruit, à savoir la lacune auditive.

Puis on se rend aisément compte de l'extension de la lacune auditive vers le domaine des fréquences de la parole. Il suffit de passer une seule fois sur toute l'échelle des fréquences, pour savoir si l'audiogramme est entièrement ou partiellement normal. On n'a plus besoin d'y consacrer encore un temps précieux. En appliquant l'audiométrie usuelle, on ne peut s'en assurer qu'en effectuant dans cette bande un nombre plus ou moins grand de sondages verticaux. Je préciserai plus loin les avantages que présente cette méthode audiométrique lors de l'analyse.

## **Recommandations concernant l'audiométrie dans l'industrie**

C'est le titre d'une brochure largement diffusée où est décrite en détail la méthode d'audiométrie continue que je viens d'évoquer. Elle a pour objet d'amener tous les services médicaux du travail aux Pays-Bas à réaliser les audiogrammes suivant une méthode uniforme, de manière à obtenir des résultats se prêtant à une exploitation scientifique. Cette brochure contient en outre une prescription de normalisation s'appliquant à l'audiomètre même, ainsi qu'un projet de fiche audiographique permettant de consigner toutes les données nécessaires pour l'examen dans l'industrie des traumatismes auditifs dus au bruit.

Cette brochure existe également en traduction anglaise. On a en outre organisé un cours d'instruction destiné à familiariser les auxiliaires des services médicaux du travail avec la technique de l'audiométrie, et d'améliorer ainsi la comparabilité des divers audiogrammes.

## **La reproductibilité dans l'audiométrie continue**

Des renseignements à ce sujet sont fournis par les résultats de deux études récemment effectuées par l'Institut de l'hygiène. Ces résultats ont été exposés dans deux rapports internes non encore publiés. Comme dans l'audiométrie traditionnelle, il faut tenir compte ici d'une dispersion statistique des résultats de mesure obtenus par une seule et même personne utilisant un seul et même audiomètre à la suite de plusieurs examens d'un seul et même sujet.

On a d'ailleurs constaté que cette dispersion est du même ordre de grandeur pour les deux méthodes. Il est envisagé de poursuivre les examens de ce genre et de les compléter par une étude de la fiabilité de la méthode considérée lorsque plusieurs personnes, utilisant chacune son propre audiomètre, examinent un seul et même sujet.

## **L'audiogramme d'atelier**

Aux Pays-Bas, les audiogrammes de toutes les personnes pareillement exposées au bruit sont réunis dans ce qu'on appelle l'audiogramme d'atelier.

On peut ainsi se faire une idée, sous la forme d'un graphique, de la gravité et de la répartition des pertes auditives pour un tel groupe de personnes. Ce mode de présentation précise mieux la situation en matière de traumatismes auditifs que l'indication de la moyenne, éventuellement complétée par la déviation standard, car la répartition statistique des diverses pertes d'audition est très irrégulière. D'autre part, le lecteur ne connaît pas toujours la signification de la déviation standard. Puis, il n'est pas toujours souhaitable, en audiométrie industrielle, d'opérer dans la bande avoisinant le seuil auditif et allant jusqu'à 15 ou 20 décibels au-dessus de celui-ci, car la détection de petites anomalies du seuil auditif, en fait peu importante, prendrait alors relativement trop de temps. En prenant pour base une valeur moyenne, on fait évidemment fausse route, puisque la répartition est irrégulière, avec des hautes valeurs relativement nombreuses, d'une part, et d'autre part des basses valeurs mal connues, variant par exemple entre 15 et 20 décibels.

## **L'inventaire des spectres sonores et des audiogrammes d'atelier dans l'industrie néerlandaise**

Afin d'obtenir une meilleure vue d'ensemble de toutes les connaissances acquises aux Pays-Bas sur les spectres sonores et les traumatismes auditifs, on a publié une brochure reproduisant quelques audiogrammes d'atelier et un grand nombre de spectres sonores d'ateliers industriels présentant des niveaux de bruit élevés.

Les spectres sonores ont été calculés suivant une méthode uniforme, normalisée pour des niveaux de tranches d'octave sur la base de fréquences moyennes standards internationales, et reproduits sur des graphiques identiques. On peut se procurer de tels graphiques en blanc séparément afin d'y porter les spectres sonores. Par ailleurs, une brochure qui paraîtra prochainement formule des recommandations à l'intention des personnes voulant effectuer des mesures du bruit dans les entreprises pour les besoins des examens visant à déceler les traumatismes auditifs. Les intéressés peuvent obtenir une traduction anglaise tant de l'atlas d'inventaire que de ces recommandations concernant les mesures du bruit.

### **Dépistage**

Une fois convaincu qu'il est indispensable de multiplier les examens audiométriques dans l'industrie, on s'enquiert évidemment de méthodes aptes à fournir rapidement, mais avec une précision suffisante, les renseignements essentiels sur les troubles auriculaires. Il est notoire que les altérations du seuil auditif provoquées par le bruit sont en moyenne le plus prononcées aux alentours de 4 000 Hz ou peut-être un peu plus.

Dès lors, si l'on veut procéder à un sondage rapide pour apprécier l'état de l'ouïe chez un groupe de travailleurs exposés au bruit, et surtout si l'on veut comparer entre eux divers groupes, il peut paraître indiqué d'effectuer une analyse avec la seule fréquence sonore de 4 000 Hz.

On se borne alors à déterminer le seuil auditif pour une seule et même fréquence sonore chez tous les sujets faisant partie du groupe à examiner. La répartition en pourcentage des cas d'altération du seuil auditif ainsi décelés, donc en fait des seules altérations à 4 000 Hz figurant sur l'audiogramme d'atelier, donne assurément une idée valable de l'importance des effets nocifs du bruit. Cette méthode est utile pour apprécier les différents degrés de nocivité de divers types d'exposition au bruit chez des groupes différents de sujets ou pour en étudier l'évolution dans le temps chez les sujets d'un groupe déterminé. J'estime par ailleurs que le test monotonal n'est pas suffisamment sûr pour le dépistage des premiers signes d'une lésion auditive provoquée par le bruit, à savoir les «petites lacunes auditives». Même si le test monotonal est complété par un deuxième test du même type, effectué à une fréquence différente, il ne faut pas s'attendre à un rendement supérieur à 95 %, car la fréquence à laquelle on trouve la plus grande élévation du seuil n'est pas toujours comprise entre 4 000 et 5 000 Hz. Cependant, si l'on fait un dépistage d'après la méthode continue, à un niveau de 15 à 20 dB supérieur au seuil auditif normal, on parvient à mettre en évidence toute lacune se trouvant en dessous de cette valeur. Un ultérieur avantage de cette méthode est que, dans ce dernier cas, on peut éventuellement réaliser immédiatement aussi un audiogramme complet (qui n'exige que 5 minutes), ce qui n'est pas possible lorsqu'on utilise pour le test monotonal les appareils simplifiés recommandés à cet effet.

Si l'on ne considère pas des groupes, mais si on veut, comme tout médecin le souhaite, donner aux sujets examinés des avis personnels sur la nécessité d'une mutation ou sur l'emploi des protecteurs auriculaires, le dépistage par la méthode continue doit être à mon avis préféré.

### **L'audiométrie de la parole dans l'industrie**

Le choix du niveau sonore à utiliser pour le dépistage pose la question de savoir quelle diminution auditive est à considérer comme encore admissible. La fonction principale de l'ouïe étant certainement la compréhension du langage parlé, et comme la mesure de cette faculté d'entendre est à mon avis plus importante pour le patient que la mesure de son seuil auditif, on a cherché une méthode d'audiométrie de la parole applicable dans l'industrie. Dans les études réalisées à cette fin, on s'est efforcé de considérer, d'une certaine manière, l'effet «Cocktail-Party». Au discours à comprendre est superposé un bruit de fond, dont le spectre sonore correspond à la fréquence moyenne de la parole. Les intensités d'émission du discours et du bruit peuvent être réglées indépendamment, de telle manière que pour chacun d'entre eux peut être modifié non seulement le niveau absolu, mais aussi le rapport signal-bruit. Après avoir procédé à l'examen de 174 travailleurs dans deux entreprises, pour établir si cette méthode est pratiquement utilisable dans l'industrie, elle fut contrôlée au laboratoire, chez 34 personnes ayant une ouïe normale. A cette occasion, aussi bien le bruit perturbateur que la parole furent réglés à des niveaux différents, de manière à obtenir notamment des rapports signal-bruit de valeur différente. Il en résulta qu'en pratique seulement le rapport signal-bruit a une influence sur le pourcentage de mots correctement entendus.

D'après les résultats de cette recherche, on a pu évaluer le nombre minimum de séries expérimentales exigé pour une utilisation en médecine du travail. Il suffit de travailler avec quatre séries de mots et avec des rapports signal-bruit qui diffèrent de cinq dB, en maintenant constante l'intensité de la parole et en faisant varier l'intensité telle que, avec un rapport signal-bruit des plus favorables, c'est-à-dire quand par rapport à l'intensité de la parole l'intensité du bruit est faible, le niveau de bruit existant dans la salle d'examen domine quand même tout à fait les bruits extérieurs impossibles à supprimer et masque ainsi leur effet perturbateur.

En ce qui concerne l'examen de 243 travailleurs d'une usine de textiles, nous ne disposons encore que d'un rapport provisoire. Les résultats doivent en être élaborés ultérieurement.

### **L'atténuation du bruit par dix différents types de protecteurs auriculaires**

Pour terminer, je voudrais vous parler encore d'une autre recherche, réalisée en vue de la lutte contre la surdité professionnelle par l'Institut néerlandais de médecine préventive, d'une part, et l'Institut de physiologie sensorielle TNO, d'autre part, sur l'atténuation du bruit par dix différents types de protecteurs auriculaires (Coiffes, protecteurs à coquille, protecteurs à bouchon et laine de verre). La diminution de bruit fut mesurée par la méthode proposée à cet effet par ASA, par laquelle le seuil bi-auriculaire est mesuré en plein air avec et sans les moyens de protection à éprouver. De la part d'un institut, qui dispose d'une chambre sourde, la recherche fut réalisée en choisissant des tons purs comme excitants sonores, tandis que l'autre institut, à défaut d'une chambre sourde, utilisa des bandes sonores d'un tiers d'octave.

Ces recherches visent moins à déterminer le maximum d'atténuation possible qu'à établir l'assurance d'obtenir une atténuation déterminée du bruit. Ce qui importe au médecin d'entreprise, ce n'est pas tant de savoir à quel point un protecteur peut donner satisfaction, c'est plutôt de savoir quel est le minimum d'atténuation pouvant être obtenu dans un très grand pourcentage des utilisateurs.

Monsieur le Président, les publications mentionnées au cours de cet exposé peuvent être demandées au secrétariat de l'Institut sanitaire de l'Organisation industrielle de la recherche appliquée.

Je vous remercie.

*M. Convevole :*

Je remercie le Dr van Leeuwen pour son exposé. Je rappelle que M. van Leeuwen a déclaré que les publications peuvent, si vous le désirez, être fournies en langue anglaise.

Maintenant, l'ingénieur M. van den Eijk vous parlera également de la lutte contre le bruit. Il est expert en la matière.

*M. van den Eijk :*

Monsieur le Président, Messieurs, en préparant cet exposé, je m'y suis efforcé de résister à la tentation de vous donner un aperçu général du thème «La relation entre le bruit et la surdité due au bruit». Il n'est pas dans mon intention de vous donner un tel aperçu, mais plutôt de vous donner une idée de ce que nous faisons, ainsi que du pourquoi et du comment. Étant donné que je vous entretiendrai essentiellement de ce que nous ignorons encore, mon exposé risque d'être un peu décevant pour les personnes qui ne se consacrent pas à la recherche.

**Exposé de l'ing. J. van den Eijk :**

## **LA LUTTE CONTRE LE BRUIT**

### **1. Introduction**

Bien que l'on sache depuis longtemps que des troubles auditifs peuvent être causés par le travail dans un milieu à niveau sonore élevé, on n'a pas encore réussi à déterminer quels niveaux sonores sont nocifs et lesquels ne le sont pas, ni quel handicap social peut résulter d'un certain niveau sonore; on n'a pas encore résolu non plus les problèmes qui y sont liés. Dès que l'on veut approfondir l'examen de ces questions, et il y a tout lieu de le faire, et que l'on tente de formuler le problème avec toute la rigueur qui s'impose, lorsqu'il s'agit d'un programme de recherche, on constate — comme c'est si souvent le cas — que les choses sont loin d'être aussi simples qu'on ne se l'était imaginé à première vue. Évidemment, le chercheur scientifique doit veiller à ne pas consacrer trop de temps à des problèmes de détail qui sont intéressants mais qui risquent finalement de ne pas faire progresser d'un pas la solution du problème principal. En outre, dans la pratique, une réponse donnée dans un délai assez court après un examen sommaire du problème est souvent plus utile qu'une solution plus précise qui demande des années de recherches. Il va sans dire qu'une telle réponse rapide doit avoir le minimum d'exactitude qui la rende utilisable au regard du but poursuivi. L'objet de cet exposé est de vous faire connaître le programme de recherche qui est à la base des travaux du groupe de travail «Incidence du bruit sur la surdité professionnelle» de l'institut TNO pour la recherche de l'assainissement. Ce programme de recherche se décompose en différents programmes partiels. Les recherches prévues dans le cadre de certains de ceux-ci sont déjà terminées, d'autres sont en cours, d'autres enfin n'ont pas encore été abordées. Somme toute, il s'agit là d'une vaste entreprise; pour la mener à bonne fin dans un délai raisonnable, il est absolument nécessaire de s'en tenir à une méthode rigoureuse et il est indispensable que différents organismes et sources collaborent activement.

### **2. Objectif idéal**

On pourrait dire que l'objectif idéal est de déterminer, avec une marge d'erreur aussi faible que possible, le rapport entre, d'une part, les résultats de l'analyse du *bruit* qui constitue le cadre sonore d'un groupe de travailleurs et, d'autre part, le pourcentage de travailleurs qui finissent à la longue par être atteints d'une certaine hypoacousie. Les recherches doivent de préférence porter à la fois sur le bruit continu et sur le bruit intermittent, sur les travailleurs à poste fixe et sur les travailleurs mobiles, sur les hommes et sur les femmes. Elles doivent porter sur toutes les catégories d'âge et tenir compte de la durée d'exposition au bruit, de l'ancienneté

#### *2.1 Utilité limitée*

Même s'il était possible de dégager un tel rapport, je devrais dire plutôt : de tels rapports, ceux-ci n'auraient néanmoins qu'un intérêt pratique limité.

En effet, si, dans une situation donnée et pour un groupe déterminé, on pouvait prévoir que le pourcentage de personnes risquant des pertes d'acuité auditive dépassera la limite de tolérance, il n'en resterait pas moins qu'il faudrait soumettre tout le groupe à des examens audiométriques pour trouver les sujets qui courent réellement un risque d'hypercousie. Il est donc parfaitement inutile d'organiser la recherche de façon qu'elle permette de connaître tous ces rapports avec une grande précision.

## *2.2 Intérêt pratique*

Pourtant, certaines de ces données pourraient avoir un intérêt pratique. Par exemple, il serait très intéressant de constater que les mesures du bruit suffisent à indiquer si oui ou non, dans une situation de travail déterminée, des travailleurs risquent à la longue des pertes d'acuité auditive supérieures à la limite de tolérance (par exemple plus de 15 dB pour une fréquence de 4 000 Hz). Dans ce cas, en effet, un examen audiométrique, même un screening, de tout le groupe de travailleurs serait superflu. Mais dans toutes les autres situations, l'examen audiométrique, ou tout au moins le screening de tout le groupe de travailleurs est inévitable. Cet examen devra d'ailleurs être répété régulièrement selon un schéma déterminé.

## **3. Objectif restreint**

Il résulte en tout cas de l'exposé qui précède qu'il est d'un intérêt pratique certain de déterminer avec autant de précision que possible la limite entre les bruits qui ne sont pas nocifs et ceux qui le sont. (Il ne sera pas fait état ici d'autres lésions que celles qui affectent l'ouïe, bien que ce problème retienne également notre attention).

Notre groupe de travail a estimé qu'il devait limiter ses recherches à l'étude du bruit continu auquel est soumis un travailleur chaque jour pendant toute la durée de son travail. Les affections dues au bruit discontinu ou intermittent ne seront pas prises en considération provisoirement du moins, en raison du nombre impressionnant de possibilités que l'on peut envisager dans ce domaine.

Mais cet objectif limité non plus n'est pas aussi simple que cela peut paraître à première vue. D'abord, nous savons que toutes les fréquences ne sont pas dangereuses au même degré pour l'ouïe. Nous devons donc tenir compte de la composition complexe du bruit, du «spectre sonore». Mais, en second lieu — et là c'est beaucoup moins simple — quand nous disons que «pratiquement personne» ne doit subir «une perte notable de l'acuité auditive», nous devons nous demander ce que nous entendons par là. L'examen de ce problème-là nous l'avons également abordé, mais je ne puis pas vous en dire plus long à ce sujet dans le cadre restreint de cet exposé. Je ne cite ces deux problèmes que pour les proposer aux chercheurs comme deux sujets particuliers de recherche afin qu'ils leur donnent une réponse aussi dûment fondée que possible.

### *3.1 Méthodologie de la recherche*

En ce qui concerne la recherche visant un objectif plus limité (mais aussi plus réaliste), c'est-à-dire la définition de la limite supérieure de sécurité lors de l'exposition à un bruit continu, nous ne sommes pas appelés à faire œuvre de pionniers. Un projet de recommandation, où une telle limite est définie, est à l'étude depuis quelque temps déjà à l'International Organization for Standardization. Il y a lieu

d'attacher une grande importance à ce projet car il sera très probablement approuvé sous peu comme recommandation de l'ISO.

Selon ce projet, si le niveau d'intensité sonore, dans les bandes de fréquence voisines de 500, 1 000 et 2 000 Hz, ne dépasse pas respectivement 87,5, 85 et 82,8 dB, il n'en résultera pas, même à la longue et même si les sujets sont exposés à cette gamme de niveaux pendant toute leur journée de travail à raison de 5 jours par semaine, une perte notable d'acuité auditive dans la zone conversationnelle du champ auditif.

Il n'est pas tenu compte ici du niveau sonore dans les bandes de fréquence inférieure parce que jamais, paraît-il, la contrainte due au bruit dans ces bandes de fréquence n'a causé des hypoacusies durables lorsque les intensités limites mentionnées ci-dessus n'étaient pas dépassées. Les bandes de fréquence plus élevée ne sont pas prises en considération parce qu'elles ne peuvent causer des lésions auditives qui aient une incidence sur la compréhension de la parole.

On s'est limité à la zone conversationnelle du champ auditif parce qu'une altération dans ce domaine peut être considérée comme un handicap social. Si la compréhension de la parole n'est pas affectée, le sujet ne subit qu'un préjudice négligeable dans la zone musicale. Mais nous serons peut-être amenés à la longue à retenir des critères plus stricts.

*Provisoirement, nous nous sommes assigné comme tâche de vérifier le critère que l'on est convenu d'appeler ISO/85.*

### 3.2 Première phase des travaux: Rassemblement et exploitation des données existantes

Des données sur les niveaux sonores et/ou hypoacusies des travailleurs ont été fournies par un certain nombre de services médicaux d'entreprise et d'instituts. Ces données ont été converties en audiogrammes de groupe et en spectrogrammes de bandes de fréquence. Elles ont permis de se faire une première idée des spectrogrammes acoustiques et des pertes d'acuité auditive dans différentes professions. Mais ces données n'étaient pas suffisantes à elles seules pour permettre d'établir les corrélations. Pour divers niveaux sonores, les mesures acoustiques faisaient défaut et vice versa lorsqu'on pouvait en disposer, les audiogrammes de groupe étaient loin de pouvoir être toujours utilisés pour les besoins précis de la recherche. On doit, par exemple, pouvoir disposer en tout cas de données relatives à un nombre suffisant de travailleurs d'une même catégorie d'âge. Or, on était loin de compte. En outre, les sujets ne doivent pas avoir travaillé durant trop peu de temps dans l'ambiance sonore considérée. Malgré ces insuffisances, je me suis efforcé de tirer des conclusions des données existantes. L'exploitation des données n'a pas été hélas assez satisfaisante pour me permettre de vous en dire long à ce sujet aujourd'hui. Mais j'espère être en mesure de publier bientôt les résultats.

Provisoirement, je crois pouvoir dire que la limite de sécurité est atteinte à des niveaux d'intensité légèrement inférieurs à ceux prévus à la référence ISO/85. En outre, la perte d'acuité auditive semble augmenter fortement pour toute augmentation d'intensité, même relativement faible, au delà de cette limite.

### 3.3 Seconde phase

En tout état de cause, les données existantes demandent à être complétées avant que l'on puisse se prononcer plus valablement. Pour l'instant, des audiogrammes sont établis à cet effet dans diverses entreprises où le niveau sonore continu se situe entre 10 dB en deçà et 10 dB au delà du critère ISO/85 qui fait l'objet de l'étude. Ce niveau sonore lui-même fait, lui-aussi, l'objet de mesures précises. Dans le cadre de ces travaux audiométriques, nous espérons également obtenir la collaboration d'un certain nombre de services médicaux d'entreprise qui nous fourniront des audiogrammes. Si l'on veut comparer ceux-ci entre eux, il faut qu'ils aient été enregistrés d'une manière uniforme. A cet effet, nous avons pris certaines dispositions dont le Dr van Leeuwen a déjà fait état : pour commencer, le groupe de travail a élaboré une brochure intitulée «Recommandations relatives aux études audiométriques dans l'industrie».

Deuxièmement, un cours pour audiométristes a été organisé. Il débutera cette année.

Troisièmement, un règlement a été établi pour l'étalonnage des audiomètres.

Une publication intitulée «Recommandations relatives aux mesures du bruit dans l'industrie» paraîtra à l'intention des entreprises qui veulent elles-mêmes procéder à des analyses provisoires du bruit.

Les recommandations susmentionnées sont également disponibles en anglais auprès de l'Institut TNO pour la recherche de l'assainissement, le texte de l'atlas comportant des données sur les niveaux sonores et les audiogrammes de groupe. Mais il n'existe plus qu'un nombre très restreint d'exemplaires de cet atlas.

## 4. Problèmes «parallèles» importants

Je viens donc d'esquisser la méthode que nous comptons adopter pour réunir un certain nombre de données connexes relatives aux niveaux sonores continus et aux audiogrammes de groupe en vue de définir la limite entre les niveaux sonores qui offrent une sécurité suffisante à tous et ceux qui n'offrent pas cette sécurité.

Toutefois, la définition de cette limite et son application pratique sont subordonnées à la solution d'un certain nombre de questions. Je n'emploie pas les termes «problèmes subsidiaires», mais «problèmes parallèles» pour bien indiquer que ceux-ci revêtent à peine moins d'importance que ceux dont je viens de parler et qu'ils doivent en tout cas être examinés et résolus simultanément, fût-ce sommairement.

Je déborderais le cadre de cet exposé si j'approfondissais chacun de ces problèmes, je dois me contenter de les esquisser brièvement.

### 4.1 Hypoacousies normales dues à l'âge

Pour déterminer si l'on doit attribuer au bruit l'hypoacousie d'un groupe de travailleurs occupés dans un local où le niveau sonore est élevé, il faut savoir quelle est la perte d'acuité auditive d'un groupe correspondant de personnes qui ne sont pas exposées au bruit pendant leur travail.

C'est à dessein que je ne parle pas ici de la presbyacousie, car ce terme désigne plutôt la perte d'acuité auditive due uniquement au vieillissement physiologique.

Ce qui nous intéresse ici, c'est l'hypoacousie effective d'un groupe de personnes qui, par ailleurs, vivent dans le même milieu culturel et sont par conséquent exposées aux mêmes influences, y compris celle du bruit non professionnel.

Notre groupe de travail a commencé par chercher si l'on pouvait trouver dans la littérature spécialisée des données plus ou moins valables sur ces «hypoacousies normales dues à l'âge». Il s'agira de recueillir des données à ce sujet tant pour les femmes que pour les hommes. Il semble que dans un proche avenir, en combinant les données les plus dignes de foi de la littérature existante, il sera possible de donner, du moins pour les hommes, une réponse dont la précision sera suffisante provisoirement pour les besoins de nos travaux.

#### *4.2 Définition de l'hypoacousie*

Il importe particulièrement de savoir ce que nous entendons par hypoacousie tolérable et hypoacousie non tolérable. Le bon sens indique qu'en utilisant ces termes nous songeons aux conséquences sociales de l'hypoacousie. Aussi pourrions-nous établir le critère suivant : une personne qui travaille dans un local où le niveau sonore est élevé ne doit pas avoir l'ouïe moins fine durant ses loisirs qu'une autre personne qui ne travaille pas dans un tel local. Ce critère est valable non seulement après la mise à la retraite, mais aussi avant cette date, pour les week-ends et même déjà pour la soirée qui succède à la journée de travail. Il en résulte que c'est le soir qu'il faut pratiquer les examens audiométriques. Si cela pose des problèmes, il faudra trouver une relation entre l'audiogramme du soir et celui qui aura été enregistré avant ou pendant le travail. Cette étape intermédiaire constituera évidemment une nouvelle source d'imprécision mais je crains qu'on ne puisse l'éviter.

Il faut préciser également ce que l'on entend par «audiogramme du soir». S'agit-il d'un audiogramme établi par exemple deux heures après la fin de la journée de travail ? Ou trois heures ? Ou s'agit-il d'un audiogramme pris à 8 heures du soir ?

Personnellement, je suis partisan d'un audiogramme établi environ 2 heures et demie après la fin de la journée de travail. Mais il faudra examiner si, après un tel délai, l'hypoacousie transitoire s'est déjà suffisamment atténuée pour éviter une trop grande dispersion qui ne faciliterait pas les choses.

Notre étude de cet aspect de la question n'a pas encore dépassé le stade préparatoire, mais nous espérons avoir réuni au moins quelques résultats d'ici un an.

#### *4.3 Relation entre régression du seuil d'audibilité et handicap social*

C'est généralement à l'aide d'un audiogramme de seuil que l'on établit comment l'ouïe réagit au bruit. Cette méthode est rapide et relativement facile. Mais le handicap social résultant d'une lésion de l'ouïe n'est que rarement en relation directe avec le seuil d'audibilité.

Si pour des circonstances propres à la vie courante il n'est pas possible de vérifier directement le degré de compréhension de la parole, il faudra cependant tenter de dégager une relation entre les différentes régressions du seuil d'audibilité et la diminution concomitante de la compréhension de la parole. Le Dr van Leeuwen vous a déjà entretenu des recherches passées et présentes dans ce domaine.

#### 4.4 Hypoacousie tolérable

En raison de la nécessité de dégager la relation visée au point 4.3, il faudra établir quel écart dans l'audiogramme de seuil peut encore être considéré comme tolérable. La discussion à ce sujet est engagée, mais aucune décision, même provisoire, n'a encore été prise.

#### 4.5 Précision de l'audiométrie

Une fois définie la limite de sécurité, les travailleurs qui sont exposés à un niveau sonore plus élevé devront être soumis périodiquement à un examen audiométrique afin que l'on puisse trouver à temps parmi eux ceux qui risquent des lésions de l'ouïe. A cet égard se pose le problème de l'exactitude de l'audiométrie. La question est en effet de savoir :

- quel écart doit être considéré comme significatif lorsqu'on compare le résultat d'un audiogramme individuel et l'acuité auditive réputée normale de la catégorie d'âge correspondante;
- quel doit être l'écart par rapport à un audiogramme individuel antérieur de la même oreille pour pouvoir conclure à une aggravation de l'hypoacousie.

A ce sujet, on a trouvé quelques éléments d'information dans la littérature spécialisée, mais ils sont, à notre avis, insuffisants. Aussi avons-nous commencé nous-mêmes des travaux de recherche dans notre institut. Deux séries d'expériences ont déjà été effectuées :

- a) 10 audiogrammes d'une seule et même oreille le même jour; opération répétée 10 fois en dix jours différents. Les deux oreilles du même sujet ont été soumises à cet examen;
- b) 10 audiogrammes d'une seule et même oreille; opération répétée pour 20 oreilles 10 fois en dix jours différents.

Ces deux séries ont été effectuées par une seule audiométriste. Une troisième expérience devra fournir des données relatives au degré d'imprécision qui résulte de l'intervention de plusieurs audiométristes. Il semble que l'on connaîtra les résultats d'ici un an.

### 5. Screening

L'examen de personnes exposées durant leur travail à des niveaux sonores supérieurs à la limite de sécurité serait considérablement simplifié si l'examen audiométrique proprement dit était précédé d'un screening, c'est-à-dire d'une sélection permettant de déterminer lesquelles, parmi ces personnes, doivent faire l'objet d'un examen audiométrique. Le Dr van Leeuwen vous a déjà parlé de cet aspect de la question.

### 6. Le problème de l'exposition au bruit discontinu

Je voudrais encore revenir brièvement au problème de l'exposition au bruit discontinu.

Dans les cas qui se laissent facilement analyser, nous disposons – réparti sur toute la journée de travail – d'un schéma régulier de niveaux sonores. Mais ce

schéma varie d'une industrie à l'autre. Il en résulte qu'il n'est possible que dans un nombre de cas très limité de recueillir des données suffisantes sur les hypoacousies de travailleurs appartenant à différentes catégories d'âge et d'ancienneté et exposés à une répartition déterminée de niveaux sonores plus ou moins élevés. Le plus souvent on devrait se fier aux prognoses fondées sur une relation hypothétique entre surdité permanente et hypoacousie transitoire, entre l'altération de l'ouïe due à la situation de travail réelle et l'élévation passagère du seuil d'audibilité due à une brève contrainte sonore expérimentale. Cet aspect du problème, nous l'examinerons bien sûr, mais nous devons provisoirement le laisser de côté.

Il faut préciser qu'il ne nous arrivera que rarement de rencontrer dans la réalité une situation comme celle que nous retenons ici, c'est-à-dire une répartition régulière, ou du moins constante, des niveaux sonores sur tout l'horaire de travail.

Souvent, la répartition des niveaux sonores sur tout l'horaire journalier de travail n'est pas constante du tout: les niveaux sonores varient sans cesse selon la nature des travaux effectués dans un même local.

En outre, le poste de travail n'est pas souvent lié à un emplacement fixe: nombreux sont les ouvriers qui se déplacent assez fréquemment, quittant la zone bruyante ou y revenant. Parfois, à cause des nécessités du travail, le bruit est beaucoup plus fort certains jours que d'autres.

Il y a aussi les activités saisonnières que je n'ai pas encore évoquées.

Bref: «c'est la mer à boire» (1). Peut-être à la longue, la relation entre surdité permanente et hypoacousie transitoire permettra-t-elle d'établir une prognose approximative pour certains de ces cas, mais la précision sera certainement encore moins grande que dans les cas de contrainte due au bruit continu où, déjà, elle ne sera pas particulièrement satisfaisante.

Logiquement, si nous voulons obtenir à bref délai des résultats concrets dans le domaine de la contrainte due au bruit discontinu, il faut, je crois, suivre une autre voie et donner la préférence, par exemple, au rassemblement d'audiogrammes de groupe pour chacune des différentes professions qu'il s'agit d'étudier.

En fait, l'«atlas» auquel j'ai déjà fait allusion constitue un premier pas dans cette voie.

## **7. Mesures préventives**

On peut envisager différentes mesures lorsqu'on a constaté que dans une situation de travail déterminée les ouvriers en cause risquent l'hypoacousie, et lorsque les audiogrammes montrent que ce risque se précise pour certains d'entre eux.

S'ils sont relativement peu nombreux, les ouvriers dont l'audiogramme (éventuellement les audiogrammes de contrôle) révèle qu'ils sont sensibles au bruit qui les entoure peuvent éventuellement être transférés à un service moins bruyant. Si cela pose des problèmes, on pourra les préserver du risque en les obligeant à porter des appareils de protection individuels.

---

(1) En français dans le texte.

Si les personnes menacées d'une hypoacousie supérieure au degré de tolérance sont assez nombreuses, il sera nécessaire de fournir des appareils de protection. Mais il faudra examiner dans les délais les plus brefs si cette mesure peut avoir, dans la pratique, l'effet qu'on en attend. Nous venons de commencer l'étude des possibilités existant dans ce domaine. Il y a lieu de penser que les appareils, du moins ceux que l'on utilise et qui sont du type «tampon» ou «bouchon d'oreilles», n'assurent pas toute la protection escomptée; il est de la plus haute importance de savoir à quoi s'en tenir à ce sujet. Les casques sont peut-être plus sûrs, mais ils sont beaucoup plus coûteux. Ces tâtonnements prouvent qu'il faut avant tout s'attaquer à la racine du mal, c'est-à-dire combattre le bruit. Mais je ne veux pas m'étendre sur cette question, non seulement parce que cela prendrait trop de temps, mais aussi et surtout parce qu'elle ne saurait faire l'objet d'un programme général de recherches.

La discussion des moyens propres à réduire le bruit produit par une machine n'est qu'une simple variation sur des thèmes connus. Et la discussion des procédés qui peuvent atténuer le niveau sonore auquel est exposé le travailleur, lorsque la machine elle-même ne peut pas être suffisamment insonorisée, est tout autant une variation sur les mêmes principes: absorption du bruit (utilisation de matériaux poreux), isolation phonique (mise sous enveloppe insonorisante de parties de machines ou de machines entières) et amortissement des vibrations.

On obtiendrait certainement de bons résultats si les utilisateurs de machines faisaient dépendre le choix de leur appareillage du niveau sonore de la machine en marche, de sorte que le fonctionnement plus ou mieux silencieux de celle-ci deviendrait un argument de vente et inciterait les fabricants à tenir compte de ce facteur dans l'élaboration du projet de leurs machines.

## **8. Gêne causée par le bruit dans les habitations**

Je ne veux pas terminer cet exposé sans avoir dit au moins *quelques mots* des logements.

Il est de la plus haute importance que les travailleurs, exposés pendant la journée à des niveaux sonores élevés, trouvent chez eux le repos dont ils ont besoin. Où le trouveraient-ils ailleurs? D'autres y ont droit aussi, notamment les personnes dont l'appareil auditif ne court aucun risque durant la journée de travail. Aussi important que soit le problème des lésions de l'ouïe dues au bruit, les personnes qui courent ce risque ne constituent en fait qu'une faible fraction de l'ensemble de la population active. Mais à tous le logement doit pouvoir offrir le calme et le repos après le travail; une fois rentrés chez eux, ils ne doivent pas être exposés aux bruits gênants du quartier ou des voisins; inversement, il ne faut pas qu'ils craignent constamment, pour eux ou pour leurs enfants, de gêner les voisins; il faut *surtout* qu'ils soient assurés de ne pas être dérangés dans leur sommeil.

C'est pourquoi, depuis la guerre, l'Institut TNO pour la recherche de l'assainissement, dont je suis un collaborateur, s'est intéressé très activement au problème de la gêne causée par le bruit dans les habitations et à celui de la prévention du bruit dans les logements.

Nous effectuons des enquêtes en vue de déterminer dans quelle mesure le bruit peut être gênant dans les habitations, nous cherchons à établir les normes d'une

isolation phonique minimum et nous nous intéressons à leur application dans la construction (expériences en laboratoire et pratiques).

Les personnes qui, parmi vous, participeront demain à l'excursion et visiteront notre institut auront l'occasion d'en apprendre davantage: il leur suffira d'écouter et de regarder.

*M. Convenevoles :*

Je remercie M. van den Eijk pour son exposé. Vous avez fait preuve d'un très grand optimisme en ce qui concerne les solutions que pourront recevoir les problèmes évoqués. Vous avez parlé de la tranquillité qui doit régner au logis lorsque les personnes rentrent de leur travail. Je dois vous dire qu'un bon progrès a été accompli dans ce domaine aux Pays-Bas. J'ai par ailleurs l'impression que le bruit urbain se situe dans ce pays à un niveau sensiblement inférieur à celui qu'on enregistre dans certaines villes italiennes. J'espère que nous pourrions encore apporter une grande contribution à la solution de ce problème. La parole est maintenant au Prof. Bastenier, qui dirige la discussion.

*Prof. Bastenier :*

Depuis ce matin, nous avons entendu toute une série d'exposés qui ont démontré que nos amis néerlandais ont des capacités dépassant celles qui consistent à organiser une simple réunion d'information pratique. J'ai l'impression que le problème abordé ici fait l'objet, dans ce pays, d'une recherche particulièrement sérieuse et exemplaire.

L'homme qui, au Concile, remplit les fonctions qui me sont dévolues ici s'appelle le modérateur. Il lui appartient donc de susciter l'intervention des personnes se trouvant dans la salle. Vous avez dit que mon rôle est celui d'un animateur et, afin d'accroître quelque peu le bruit inexistant dans la salle, je serai dans l'obligation de vous parler de choses et d'autres, mais si des questions sont posées immédiatement, je n'aurai pas besoin de parler et ma tâche se trouvera facilitée. Il m'est difficile d'admettre que, parmi vous, il n'y a personne ayant des observations à formuler ou une question à poser.

*Dr Putz :*

J'aurai une remarque à faire en ce qui concerne le niveau de 85 décibels, limite proposée notamment par l'Organisation internationale de normalisation. Je ne connais pas les conditions existant dans les autres pays, mais je voudrais prendre pour base celles qui existent en Italie. Comme on vient de le dire, l'Italie est un pays plutôt bruyant, et ce à plusieurs égards. Nous admettons un niveau de bruit élevé, à savoir 85 décibels. Des efforts devront être consentis pour abaisser ce niveau. Si, par exemple, une fréquence élevée, comprise entre 2 000 et 3 000 Hz, se produit à un tel niveau de 85 décibels, il est peut-être utopique de poursuivre ces efforts. En effet, nombre de véhicules produisent en se déplaçant un bruit de 85-90-95 décibels. C'est le cas du métro et de l'autobus. Au cinéma, un niveau de 85 décibels constitue un volume minimal à produire par les haut-parleurs pour atteindre la dernière rangée de fauteuils tout au fond de la salle. Mais il y a peut-être une différence entre le niveau du bruit à un poste de travail et celui qui accompagne les autres activités de la vie quotidienne ou qui existe dans la ville. Je compte parmi les personnes qui ne souffrent guère du bruit. Ainsi, j'ai passé la nuit dans un hôtel assez bruyant — c'est rare aux Pays-Bas, mais c'était le cas cette fois-ci — et, à vrai dire, cela ne m'a pas gêné. Je crois que vous vous heurterez à des difficultés dans la pratique si cette limite de l'O.I.N. était rendue obligatoire.

*M. Convenevoles :*

Je vous remercie, docteur Putz.

Ce niveau de 80 décibels a été établi en fonction d'une activité ininterrompue de 8 heures au cours d'une journée. Il s'agit donc d'une gêne causée par le bruit et supportée par le travailleur pendant une durée ininterrompue de 8 heures. En mesurant le niveau de bruit dans une maison ou dans un laboratoire situé près de la rue, on enregistre parfois une valeur atteignant 80 décibels, mais pendant très peu de temps, car elle est uniquement occasionnée par le passage d'une voiture ou d'un tramway. Il n'y a pas de comparaison possible avec le niveau de bruit dans les usines sidérurgiques, qui n'est jamais inférieur à 80 décibels. Cette circonstance est un facteur qui explique l'apparition de la fatigue des petits muscles du marteau et de l'étrier, ces muscles ayant pour rôle d'aider les tissus à se détendre. Un ouvrier qui doit supporter toute la journée un niveau de bruit de 80 décibels ou plus se trouve dans une tout autre situation qu'à la maison. Vous n'ignorez pas que le marteau et l'enclume, ainsi que les petits muscles qui y sont attachés, sont entièrement attaqués par ce bruit, alors qu'il en va tout autrement à l'intérieur d'un logement où se produit parfois un bruit intense, lequel oscille toutefois entre un niveau de 40 et de 85 décibels par exemple, ces valeurs étant enregistrées en laboratoire. Mais il en va autrement dans les usines où règne un niveau de bruit de 80 décibels au moins, et qui n'est jamais inférieur à cette valeur. En conclusion, je dirai par conséquent qu'un niveau de 85,0 décibels est la limite, mais il est au fond illusoire de l'affirmer. Je ne crois pas qu'on puisse obtenir l'adoption d'une norme O.I.N. pour les problèmes de ce genre.

*Prof. Bastenier :*

Ces vibrations ont évidemment une incidence et produisent un effet spécifique différent de celui d'un bruit discontinu. Les vibrations sont très nettement perçues, mais leur intensité n'atteint pas un niveau de l'ordre de 80 ou 90 décibels. Une variation entre 85 et 90 décibels par exemple est à peine perçue. Puis, il y a le problème du bruit industriel d'un niveau par exemple compris entre 80 et 100 décibels. Là aussi, il y a des écarts sensibles. Il est bon de fixer un seuil, mais je crains que celui-ci ait une incidence considérable sur le plan économique, notamment en liaison avec les indemnités et les réparations à verser.

Si personne n'a plus aucune observation à faire, je crois que la conclusion peut se formuler facilement. Pour autant que je sache, on a principalement abordé un aspect déterminé du problème de la gêne causée par le bruit, à savoir les effets du bruit sur l'oreille. Il existe d'autres problèmes qui, selon moi, méritent d'être examinés. Il y a par exemple les situations dans lesquelles le niveau de bruit est supérieur à 80 décibels. D'autre part, nous avons encore très peu de connaissances sur le bruit d'un niveau compris entre 50 et 85 décibels. Nous avons quelques notions sur les niveaux de 80 et de 85 décibels, mais entre 50 et 85 décibels se situe un secteur négligé. Dans celui-ci, il reste encore à faire et à démontrer beaucoup de choses. Ce secteur du bruit moyen, allant de 50 à 80 décibels, pose à mon sens un grave problème, et doit encore faire l'objet d'une étude approfondie. Exception faite de quelques faits clairement démontrés, les résultats obtenus sont d'ailleurs tout à fait contradictoires. C'est ainsi que les seules études permanentes se rapportant à ce problème ont été effectuées à Dortmund par l'école du Prof. Lehmann.

Les autres preuves apportées dans la littérature sont très faibles. Il a été affirmé que le pouls s'affaiblit sous l'effet du bruit, et l'on s'étonne de constater que cette affirmation repose sur des preuves faibles. Une étude comparative de la littérature m'a permis de relever que la pression artérielle augmente sous l'action du bruit. Or, cette affirmation avait pour seule base une constatation faite à Boston, où la pression artérielle d'un ouvrier était montée de 2 cm de mercure sous l'effet d'un bruit de 80 décibels. Tous les autres auteurs ont cité ce cas. On se contente tout simplement de reprendre cette indication, ce qui m'a beaucoup étonné. Avant de parvenir à des conclusions sérieuses, ce problème doit encore faire l'objet, selon moi, d'études approfondies. J'ai encore à poser une question à M. van den Eijk.

Peut-être ai-je eu un moment de distraction, mais j'ai mal compris ce qu'il entendait par une perte auditive normale, et en quoi celle-ci différerait donc de la perte auditive résultant de la presbycusie.

*M. van den Eijk :*

Il me sera d'autant plus facile de répondre que le Prof. Bastenier a déjà élucidé beaucoup d'aspects de cette question. En effet, la norme O.I.N. 85 ne s'applique qu'au bruit continu se manifestant durant cinq heures au moins par jour et pendant cinq jours au moins par semaine. Une séance cinématographique dure parfois longtemps, mais jamais huit heures, et si votre hôtel a pu être bruyant, le niveau n'a certainement pas atteint 85 décibels. Il s'agit donc de problèmes apparentés, mais non identiques.

Il m'est impossible de parler en connaissance de cause des petits muscles auxquels le Prof. Bastenier a fait allusion. Peut-être le Dr van Leeuwen pourrait-il nous apprendre quelque chose sur ce point. Quelqu'un a déclaré que les normes O.I.N. n'ont aucune chance d'être adoptées pour d'autres domaines. Je crois qu'elles pourraient au contraire être adoptées, mais leur introduction se heurte en effet à des difficultés plus grandes dès qu'il s'agit non pas de traumatismes auditifs avérés, mais d'une gêne. Pourtant, certains critères sont appliqués par les experts dans le monde entier, et si ces experts pouvaient dans une certaine mesure se mettre d'accord, il pourrait en résulter une norme O.I.N. qui serait particulièrement utile à tous ceux qui ont à s'occuper de ce problème. C'est pourquoi nous voulons espérer qu'une norme O.I.N. traitant de la gêne causée par le bruit sera mise sur pied peu de temps après celle concernant les traumatismes auditifs.

On a fait état de l'incidence que de telles mesures auront sur le plan économique. Eh bien, une recommandation de l'O.I.N. n'a pas force de loi. L'application varie selon le pays, le gouvernement, la ville, etc. Il est toujours très difficile de trancher la question de savoir si une mesure déterminée est économiquement acceptable ou non. Les économistes se rendent peu à peu compte qu'il y a d'autres choses, parfois plus importantes, que l'économie, quel que soit l'intérêt de celle-ci. Mais une existence digne d'être vécue n'a pas que des aspects financiers. Je fais entièrement mienne l'observation selon laquelle la bande comprise entre 85 et 50 décibels a été particulièrement négligée, et j'espère que de nombreux chercheurs s'y attaqueront pour que nous puissions savoir dans quelque temps s'il existe également des indications de danger dans cette bande. En l'état actuel des connaissances, nous ne sommes guère fixés sur ce point, et cela n'est nullement inévitable.

Je répondrai pour finir à la question posée par le Prof. Bastenier au sujet de la différence que j'ai voulu marquer entre la notion de perte auditive normale et celle de presbyacousie. Par une perte auditive normale, j'entends la perte auditive constatée chez des personnes travaillant dans des bureaux, où le niveau sonore est dans l'ensemble nettement inférieur à la valeur de 85 décibels de la norme O.I.N. Il s'agit donc de personnes non exposées au bruit. Cela ne signifie pas pour autant qu'elles aient passé leur vie dans des conditions idéales. Il se peut fort bien que les Bantous vivant dans la brusse, qui entendent parfois le rugissement d'un lion, bénéficient à l'âge de 80 ans d'une bien meilleure ouïe que nous, même si nous ne travaillons pas dans une ambiance bruyante. Par conséquent, la presbyacousie pure se situe en quelque sorte sur le plan théorique, et c'est pourquoi j'ai établi une distinction entre la presbyacousie pure et une perte auditive normale subie au cours d'une vie passée dans un pays civilisé, tel que les Pays-Bas, l'Allemagne, l'Italie, etc.

Ces précisions apportent-elles des éclaircissements, professeur Bastenier ?

*Prof. Bastenier :*

Elles clarifient certains aspects, mais je continue d'avoir un doute sur les constatations selon lesquelles des ouvriers non exposés à un bruit industriel intense accusent une perte auditive du même ordre, de 4 906 Hz par exemple, que celle des ouvriers exposés au bruit d'une usine sidérurgique ou d'autres industries, se situant à un niveau de 90 - 100 ou 110 décibels. On pourrait établir un parallèle pour les travailleurs qui, n'étant pas exposés au bruit des conversations, présentent une perte auditive normale n'ayant pas le caractère d'une presbyacousie. Il s'agit donc d'ouvriers non exposés à un bruit intense et présentant tout de même une perte auditive normale.

*M. van den Eijk :*

Il vaut peut-être mieux, professeur Bastenier, que le Dr van Leeuwen, qui siège dans la même commission, explique mon point de vue en d'autres termes. Peut-être suis-je trop familiarisé avec ce problème pour être à même de préciser ma pensée sous une forme différente.

*Dr van Leeuwen :*

Je m'efforcerai en effet d'éclaircir ce point sous un angle différent. Les courbes de presbyacousie publiées dans la littérature tendent, pour chaque nouvel examen ou pour chaque examen perfectionné, à s'écarter toujours moins du zéro audiométrique, car on enlève de l'échantillon pour lequel les moyennes sont établies toute personne ayant contracté le moindre traumatisme dû au bruit. En d'autres termes, on élimine de l'échantillon toute personne présentant une perte auditive pouvant être attribuée à toute autre cause que la seule détérioration physiologique du seuil auditif. Dans ces conditions, on étudie la presbyacousie sur le plan théorique, mais on n'apprend rien sur la perte auditive normale d'une personne ayant mené une vie normale dans le milieu existant normalement à côté des travailleurs occupés dans l'industrie. De cette façon, le travail industriel serait comparé avec un mode de vie idéal, alors qu'il faudrait le comparer avec le travail d'autres salariés. La question qui se pose ici est celle de savoir si les conditions du travail sont plus mauvaises dans l'industrie que dans les autres branches d'activité. C'est cela que nous avons

en vue en parlant de la différence par rapport à une audition devant être considérée comme normale pour certains groupes d'âge, et c'est la raison pour laquelle nous évitions de parler de presbycusie. Vous dites que cette notion est très difficile à définir. Je partage entièrement cet avis. C'est la raison pour laquelle les auteurs évitent de s'y essayer. Nous voulons donc examiner s'il est en fait possible d'en donner une définition. Ces éclaircissements sont-ils suffisants ?

*Prof. Bastenier :*

Je remercie le Dr van Leeuwen, dont les explications m'ont permis d'y voir plus clair. En réalité, vous entendez faire un inventaire, et probablement un tableau statistique des constatations faites, précisant notamment la nature du traumatisme, après l'examen d'un échantillon de la population représentatif des ouvriers non soumis à un niveau de bruit excessif ou exceptionnel. A ma connaissance, la littérature ne contient aucun renseignement de ce genre et il n'existe pas de tableaux reproduisant des données précises du genre de ceux que vous voulez établir. Je crois qu'il n'existe aucune publication de cette espèce, n'est-ce pas ? Dans ces conditions, Monsieur le Président, on peut conclure que cette journée d'information nous a fourni, à certains égards, des renseignements d'ordre pratique, et à d'autres égards des notions théoriques. La tenue des exposés a souvent dépassé la vulgarisation des cas concrets, et les données exposées proviennent non seulement de la recherche appliquée, mais aussi de la recherche fondamentale.

*M. Conveneole :*

Je remercie tous les orateurs, le Prof. Bastenier et en particulier le Dr van Leeuwen et M. van Eijk. J'aimerais tirer les conclusions du dernier problème évoqué par le prof. Bastenier. Notre groupe de travail se consacre à l'information pratique. C'est que toute idée naît, se développe, s'applique dans la pratique, devient une habitude, etc.

Je dois encore vous dire que le Prof. Bastenier fait partie de la commission de recherches « Physiopathologie et clinique » et qu'à ce titre il collabore — depuis peu de temps — avec les services de la C.E.C.A. Je tiens à déclarer que j'admire son esprit critique. Il pose et se pose des questions, il demande à obtenir des renseignements d'ordre pratique et, bien entendu, il se demande quelles sont les limites assignées à la théorie et à la pratique.

Eh bien, Monsieur le Professeur, vos observations sont pertinentes. Je tiens toutefois à retracer l'historique de ce groupe de travail, et je dois vous dire que j'ai en quelque sorte renouvelé l'auditoire. Les personnes réunies ici sont nombreuses, mais le groupe ne comprenait au début que 12 personnes, à savoir deux délégués pour chacun des pays membres de la C.E.E. Vous constatez donc l'extension qui a été donnée à ce groupe, et vous avez pu prendre connaissance des noms des participants. J'ai également indiqué les noms des personnes qui ont été invitées à procéder ici à un échange de vues. Il s'agit de médecins et d'experts techniques qui peuvent maintenant confronter leurs idées, alors que cette possibilité ne leur était pas offerte autrefois. Il est certain que nous tirerons demain et après-demain certaines conclusions. Des suggestions seront formulées et des renseignements seront fournis. Ces points figureront notamment à l'ordre du jour de la prochaine réunion.

C'était cette fois le tour des Pays-Bas d'accueillir les participants aux journées d'information. Je tiens à vous dire qu'il existe dans ce pays une institution excellente, appelée Organisation industrielle de la recherche appliquée, au sein de laquelle des experts éminents peuvent se livrer à des recherches du genre dont nous nous sommes entretenus aujourd'hui. Nous avons ainsi eu l'occasion de prendre connaissance des dernières victoires remportées, qui ont d'ailleurs fait l'objet d'excellents exposés. Il a été question de recherches qui sont encore à l'état de projets, et je dois vous dire à ce propos que notre groupe de travail, la commission dont vous faites partie, M. le Professeur, n'a pas estimé que ce problème doit faire l'objet d'une étude, car on est parvenu à la conclusion, identique à la vôtre, qu'il s'agit de trouver à ces problèmes des solutions sur le plan pratique. Bien entendu, comme il a été dit, chacun est sensible au bruit.

Nous revenons maintenant au point de départ. Nous avons évidemment tous voulu obtenir des réponses complètes à nos questions. Mais il faut reconnaître que les informations sont fournies au niveau des médecins d'entreprise qui doivent journalièrement faire face à ces problèmes. Vous leur posez des questions auxquelles ils ne peuvent pas toujours répondre, ce qui ne veut pas dire qu'ils se refusent à communiquer certaines connaissances aux autres. En effet, ils ne sont pas arrivés au point d'être en mesure de répondre à toutes les questions. C'est que la matière est très vaste. J'ai déjà dit ce matin que nous avions l'intention de nous réunir deux fois par an. Néanmoins, faute de temps, une réunion seulement par an est consacrée à l'examen de ces problèmes d'intérêt général. Il est difficile de sélectionner les problèmes à étudier en commun. Certains pourraient être tentés de croire qu'un esprit d'exclusive préside à cette sélection. Mais il n'en est rien, car la matière est si vaste et vous autres médecins d'entreprise, vous formulez peut-être des exigences excessives. Notre service, qui relève de la Haute Autorité, ne parvient pas toujours à répondre à vos questions. Nous tâchons évidemment d'atteindre ensemble un objectif déterminé, et nos efforts sont tantôt couronnés de succès, tantôt pas. J'ai déjà dit ce matin que ces travaux sont effectués aux Pays-Bas. Les médecins néerlandais, vos confrères, qui sont en contact avec la pratique, obtiennent des résultats concrets. J'espère qu'il en sera de même pour nous à la fin de ces journées d'information.

Je remercie le Prof. Bastenier. Je me félicite qu'il ait pu entendre tout ce qui a été dit ici. Je m'efforce en effet, avec votre concours, de résoudre un problème, c'est-à-dire de trouver une solution permettant d'obtenir des résultats effectifs et concrets. Si nos efforts en ce sens devaient être couronnés de succès, nous accomplirions un progrès notable, revêtant une grande importance pour l'ensemble de la Communauté.

Sur ce, je lève la séance. Bonne soirée.

FF 18,—    FB 180,—    DM 14,40    Lire 2250    Fl. 13,—

SERVICE DES PUBLICATIONS DES COMMUNAUTES EUROPEENNES

13 800/2/68/1