COMMUNAUTE EUROPEENNE DU CHARBON ET DE L'ACIER
HAUTE AUTORITE

DIRECTION GENERALE
PROBLEMES DU TRAVAIL, ASSAINISSEMENT ET RECONVERSION

ETAT DES TRAVAUX DE RECHERCHE RELATIFS A LA SECURITE, A L'HYGIENE ET A LA MEDECINE DU TRAVAIL DANS LA COMMUNAUTE ET BENEFICIANT DES AIDES FINANCIERES DE LA HAUTE AUTORITE

EDITION PROVISOIRE

1965

COMMUNAUTE EUROPEENNE DU CHARBON ET DE L'ACIER
HAUTE AUTORITE

DIRECTION GENERALE
PROBLEMES DU TRAVAIL, ASSAINISSEMENT ET RECONVERSION

ETAT DES TRAVAUX DE RECHERCHE RELATIFS A LA SECURITE, A L'HYGIENE ET A LA MEDECINE DU TRAVAIL DANS LA COMMUNAUTE ET BENEFICIANT DES AIDES FINANCIERES DE LA HAUTE AUTORITE

EDITION PROVISOIRE

1965

COMMUNAUTE EUROPEENNE
DU CHARBON ET DE L'ACIER

HAUTE AUTORITE

Direction Générale
Problèmes du Travail,
Assainissement et Reconversion

DOC. N° 1351/65-f

ETAT DES TRAVAUX DE RECHERCHE RELATIFS A LA SECURITE, A L'HYGIENE ET A LA MEDECINE DU TRAVAIL DANS LA COMMUNAUTE ET BENEFICIANT DES AIDES FINANCIERES DE LA HAUTE AUTORITE

Edition provisoire

mai 1965

Luxembourg, juillet 1965

SOMMAIRE

SOMMAIRE (suite)

A.

INTRODUCTION

La Haute Autorité de la C.E.C.A. continue de favoriser les mesures susceptibles de contribuer à la sauvegarde de la santé et de la sécurité du personnel de ses industries.

Dans cette perspective, elle poursuit son oeuvre de promotion scientifique et d'information dans le domaine de la médecine et de la sécurité du travail depuis l'année 1955. Elle se préoccupe notamment :

- de suivre l'évolution des risques de maladie et d'accident;
- de se documenter sur le développement des initiatives médico-sociales dans les pays de la Communauté;
- d'encourager la réalisation de recherches dans le domaine de la médecine et de la sécurité du travail tout en favorisant la coopération des chercheurs au niveau européen;
- de rassembler et d'exploiter les acquisitions scientifiques et de mener un effort d'information dans tous les milieux intéressés;
- de développer les initiatives permettant aux entreprises de disposer des éléments susceptibles de contribuer à l'amélioration constante de la sécurité et au maintien de la santé des travailleurs,
- de porter l'effort de promotion, dans les programmes de recherches nouvellement lancés, sur des problèmes directement centrés sur la prévention des risques et l'amélioration des conditions de travail et sans jamais perdre de vue les incidences du progrès technique sur l'état de santé et la sécurité de la main-d'oeuvre.

mb

B.

EVOLUTION DE LA MEDECINE, DE L'HYGIENE ET DE LA SECURITE DU TRAVAIL DANS LA COMMUNAUTE

mb

21. Evolution des risques de maladies professionnelles

211. Etude statistique de l'évolution des pneumoconioses des houilleurs

La Haute Autorité s'est préoccupée de recueillir des données statistiques sur les pneumoconioses en poursuivant deux buts.

Le premier but de cette étude est de préciser la relation qui peut exister entre les empoussiérages et le développement des pneumoconioses, afin d'en déduire le degré de nocivité des poussières des mines et de donner une précision plus grande aux "valeurs d'empoussiérage" admissibles. A cet effet, il convient de rappeler que des recherches ont été entreprises avec l'aide de la Haute Autorité, d'abord dans le programme de médecine du travail, ensuite dans le programme "lutte technique contre les poussières dans les mines". La poursuite de ces recherches est envisagée dans le nouveau programme de lutte technique contre les poussières actuellement en instance de départ. Dans l'état actuel des travaux des indications pleines d'intérêt ont pu déjà se dégager et dont il sera fait mention sous le point 221 du présent rapport.

Le deuxième but des études statistiques est de relever des données susceptibles d'apprécier les effets de la prévention médicale et technique en ce qui concerne le risque silicotique.

La commission des experts gouvernementaux pour la médecine du travail et la réadaptation a été consultée au sujet de cette deuxième orientation d'études, laquelle a été souhaitée par les experts du Parlement européen. Cette commission a donné à la Haute Autorité toute indication sur les sources de documentation statistique dans les différents pays. Une étude comparative de cette documentation a permis de constater que la confrontation sur le plan européen des données existantes était particulièrement difficile pour les raisons suivantes :

- Les divergences des dispositions législatives touchant aux modalités de réparation des maladies professionnelles ont leur reflet dans les données que l'on désire confronter statistiquement et c'est pour cela que des réserves sur les possibilités de confrontation ont été déjà formulées par une réunion d'experts organisée à la C.E.E.
- La méthode suivie pour inventorier les cas de silicose indemnisés est également différente selon les méthodes suivies par les organismes de sécurité accident.
- Les conceptions théoriques et les méthodes d'appréciation sur l'incapacité - bien que déjà harmonisées pour une grande part grâce à l'adoption de la classification internationale des pneumoconioses et grâce aux travaux de normalisation de la fonction respiratoire par la C.E.C.A. ne sont pas encore arrivées à un stade d'identité parfait.
- La mobilité de la main-d'oeuvre influe aussi sur les statistiques. Quand les ouvriers ont passé leur vie professionnelle dans les entreprises poussiéreuses très diverses, le fait que la pneumoconiose a été constatée et indemnisée à l'occasion du dernier emploi charbonnier n'implique pas une appréciation relative à la salubrité de ce dernier emploi.

Devant les difficultés de baser une étude de ce genre sur des statistiques provenant des cas ayant donné lieu à réparation, la Haute Autorité s'est tournée vers les experts compétents des charbonnages de la Communauté.

Dans une réunion, qui a eu lieu le 20 novembre 1964, ces experts ont indiqué qu'il existe bien une documentation en rapport avec la surveillance radiologique systématique des ouvriers. La discussion qui a eu lieu au cours de cette réunion a cependant fait apparaître que les données recueillies sont établies sur des bases différentes et par conséquent ne se prêtent pas immédiatement à une étude comparative sur le plan européen. Le groupe de travail a recommandé qu'on étudie au préalable sur quelles bases méthodologiques le matériel a été rassemblé au niveau national. Les médecins experts des charbonnages sont tombés d'accord pour mettre à la disposition de la Haute Autorité les documents (formulaires, fiches, etc..) utilisés pour la surveillance médicale du personnel des mines dans les ambiances de travail.

Ce n'est qu'après avoir rassemblé cette documentation que la Haute Autorité sera en mesure d'élaborer les bases communes en vue d'une confrontation statistique. Il s'agit en effet de définir des critères d'ordre médical et technique qui soient spécialement adaptés à l'exploitation statistique au niveau européen des données relatives à l'évolution de la silicose. Sur la base de ces critères des études pourraient être entamées pour apprécier l'efficacité des moyens de prévention mis en oeuvre et pour établir une valeur de prédiction du risque silicotique.

Echange d'expériences pratiques en matière de sécurité dans la sidérurgie

En 1964, la Haute Autorité a créé la Commission générale de la sécurité du travail dans la sidérurgie, qui procédera régulièrement à des échanges d'expériences.

En organisant un échange d'expériences sur la sécurité dans la sidérurgie, la Haute Autorité entend compléter la contribution qu'elle apporte à la prévention des accidents dans cette industrie, tant au titre de l'article 55 du traité (financement de recherches) qu'en vertu de sa mission générale d'information (réalisation d'études, notamment dans le domaine des statistiques). Un échange d'expériences pratiques analogue à celui qui s'effectue pour les mines de houille est d'autant plus nécessaire que le nombre des accidents reste élevé dans la sidérurgie et que, dans les mêmes secteurs d'activité sidérurgique, des écarts considérables apparaissent, selon les pays et selon les entreprises, en ce qui concerne la situation de la sécurité. L'échange d'expériences devrait conduire à la généralisation de l'utilisation des connaissances disponibles et des solutions qui sont déjà au point dans l'un ou l'autre des bassins de la Communauté. Il devrait aussi dégager des solutions nouvelles susceptibles d'une application effective dans la pratique quotidienne.

Mesures législatives nouvelles en matière de médecine et de sécurité du travail

Dans le domaine de la protection sanitaire des mesures législatives nouvelles ont été prises dans les années 1963 et 1964 :

Allemagne :

Les mesures pour la lutte contre les poussières et la silicose dans les mines furent considérablement intensifiées. Les résultats des recherches scientifiques et techniques des dernières années ont trouvé leur expression dans un certain nombre de décrets, règlements et prescriptions du contrôle des mines (Bergbehörde); c'est ainsi que dans le district de l'Oberbergamt à Bonn et à Dortmund des initiatives ont été prises pour déterminer la charge d'empoussiérage chez les mineurs amenés à changer de poste.

Des commentaires relatifs à l'ordonnance des maladies professionnelles du 28 avril 1961 ont été diffusés sous forme de fiches, de manière à informer tous les milieux intéressés sur la nature des risques professionnels, les moyens de dépistage, etc..

Le ministère du travail allemand a établi en outre des lignes directrices pour l'examen de la bronchite chronique et de l'emphysème pulmonaire dans lesquelles il a été tenu compte des travaux de la C.E.C.A.

Il convient de préciser que pour le diagnostic de la silicose et de la silico-tuberculose, la classification internationale des pneumoconioses de 1958 fait l'objet d'une mention expresse dans les notices 34 et 35 de la sixième ordonnance.

Le ministère du travail a revisé enfin la liste des valeurs admissibles pour 300 substances chimiques.

Il convient à ce sujet de signaler les termes du § 551, al. 2 de la loi réglant des accidents (Unfallversicherungs-Neuregelungs-gesetz) du 30 avril 1963, selon lesquels les organismes d'assurance contre les accidents et les maladies professionnelles (Berufsgenossenschaften) peuvent dans les cas particuliers indemniser au titre d'une maladie professionnelle une maladie, même si elle n'est pas comprise dans l'ordonnance des maladies professionnelles, sous réserve que la preuve de cette origine professionnelle soit établie dans le cas particulier sur la base des connaissances scientifiques nouvelles. La loi stipule en outre que l'organisme assureur contre les accidents (Träger der Unfallversicherung) doit prendre les mesures pour la prévention des accidents et établir des prescriptions réglant l'examen médical d'embauchage des ouvriers exposés à des risques spéciaux.

Belgique :

La loi relative au reclassement social des handicapés du 16-4-1963 a été publiée le 23-4-1963 et complétée par les arrêtés royaux du 3-7-1963. La loi est destinée à faire récupérer aux ressortissants belges, qui ont un handicap d'au moins 30 % de la capacité physique ou de 20 % de la cpacité mentale, le maximum de capacité de travail possible. A cet effet a été créé un "Fonds national de reclassement des handicapés".

La loi du 28 décembre 1964 relative à la lutte contre la pollution atmosphérique (publiée dans le Moniteur belge du 14 janvier 1965) permet aux pouvoirs publics d'interdire certaines formes déterminées de pollution et de réglementer les dispositifs destinés à prévenir la pollution.

En ce qui concerne la reconnaissance de la silicose comme maladie professionnelle donnant lieu à réparation dans les mines de houille, elle a fait l'objet d'une loi du 24-12-1963 (Moniteur belge n° 261 du 31-12-1963). Cette loi est entrée en vigueur le 1-1-1964. La liste des maladies professionnelles, où figure la silicose, a été publiée par arrêté royal du 18-1-1964.

L'arrêté royal du 22 octobre 1964 interdit l'utilisation du sable et d'autres grains contenant de la silice libre pour les travaux courants de désablage et de sablage tels qu'ils ont lieu dans les fonderies.

France :

Le décret N° 63.405 du 10-4-1963, complétant la liste des maladies professionnelles, a été publié dans le Journal officiel du 20 avril 1963. Ce décret a donné lieu à une circulaire du 15 mai 1963. La surdité peut être considérée comme une maladie professionnelle quand elle survient chez les ouvriers exposés au bruit à l'occasion de l'emboutissage, de l'estampage, du martelage et du rivetage.

Le décret N° 63.963 du 17-9-1963 a été publié dans le Journal Officiel du 21-9-1963. Ce décret, pris en application de la loi du 2-8-1961, prévoit des mesures de lutte contre la pollution atmosphérique et les odeurs qui s'appliquent aux appareils et équipements thermiques installés dans les établissements administratifs, industriels, artisanaux, commerciaux, les locaux professionnels ou d'habitation.

Italie :

La loi du 19 janvier 1963 apporte d'importantes modifications au régime de l'assurance obligatoire contre les accidents et les maladies professionnelles. Parmi les dispositions nouvelles, il convient de souligner l'institution de cours de réadaptation pour les invalides.

Toutes les mesures qui découlent de l'application de la nouvelle loi sur la police des mines du 9-4-1959 ont été intensifiées depuis la date où cette loi a été mise en application (1-1-1960). La législation concernant la protection des travailleurs a été complétée par une loi en date du 5-3-1963, interdisant l'emploi du benzol dans certaines industries.

Une loi modifie la loi du 14 novembre 1964 concernant les conditions d'assistance donnée aux tuberculeux (Gazette ufficiale 1-5-1964).

Luxembourg :

En ce qui concerne la rééducation des travailleurs handicapés, un règlement d'administration publique en date du 8-2-1963 précise les conditions d'application de la loi du 28 avril 1959. Il a été créé un "Office de placement et de rééducation professionnelle des travailleurs handicapés".

Le Conseil d'Etat examine actuellement une réforme de la loi pour l'amélioration des conditions de travail du point de vue hygiène, santé, sécurité et embellissement du travail.

Pays-Bas :

Le ministère des affaires sociales et de la santé du peuple a transmis à la Deuxième Chambre le 25-4-1963 un projet de loi sur l'assurance de l'invalidité du travail (Wet op de Arbeidsgeschiktheidsverzekering).

Ce projet de loi prévoit un fonds d'assurance unique qui couvre les cas d'invalidité sans considération de leur origine (accidents ou invalidités générales). Le projet prévoit également les possibilités de recours aux mesures de réadaptation.

La Commission consultative pour l'agrément des services médicaux d'entreprises a établi son premier rapport, lequel a fait l'objet d'une publication.

En 1964, aucune loi ni règlement concernant la prévention des maladies professionnelles, leur guérison, la rééducation et la sécurité n'ont été mis en vigueur. Certes, le Dr. J.F.G.M. de Meijer, secrétaire d'Etat aux affaires sociales et à la santé publique, a reconnu au cours de l'année 1964 une trentaine de services de médecine du travail (21 services simples et 9 services combinés) en vertu de la loi sur la sécurité de 1934 ou de la loi sur les arrimeurs, et le Collège d'assistance et de consultation pour la médecine du travail, sur la base d'une mesure d'exécution fondée sur une de ces lois, a approuvé également des recrutements (30) de médecins comme médecins du travail auprès d'un service de médecine du travail.

Réalisations nouvelles en matière de médecine et de sécurité du travail.

Allemagne :

Une Académie pour la médecine du travail a été créée à Berlin.

Une Chaire pour la médecine du travail a été créée à Erlangen.

La formation et le perfectionnement des médecins en matière de médecine du travail ont été considérablement étendus : un certain nombre d'instituts ont organisé des cours de perfectionnement de durée variable.

Un nouvel institut de médecine du travail a été créé à Düsseldorf.

Les hôpitaux se sont considérablement équipés. Un nouvel hôpital traumatologique avec 300 lits a été créé à Francfort s/Main.

Des centres spécialisés pour les brûlés sont en préparation à Bochum et à Ludwigshafen.

Dans plusieurs centres traumatologiques et universitaires (p.ex. Murnau, Wildbad) ont été créés des services spécialisés pour paraplégiques.

Une clinique a été créée à Bad Reichenhall pour le traitement de l'asthme professionnel et des pneumoconioses.

Le Land Nordrheinwestfalen a mis en service un centre mobile radioclinique pour l'étude de la bronchite chronique et de l'emphysème.

Belgique :

On construit actuellement le Centre médico-technique Achille Delattre à Morlanwelz dont la capacité est de 120 lits et comportera toutes les installations pour soins aux mineurs atteints d'affections professionnelles.

En 1964 a eu lieu l'inauguration des nouveaux bâtiments du Centre médico-social pour ouvriers mineurs à Awans-Bierset.

France :

On a donné une extension aux hôpitaux dans lesquels sont admis les travailleurs des industries de la C.E.C.A.. A Metz a été construit un centre hospitalier spécialisé pour le traitement des brûlés.

Italie :

On a mis en service un nouveau centre traumatologique de l'INAIL à Florence.

L'équipement du Laboratoire d'Hygiène Industrielle auprès de l'Inspection médicale du travail a été considérablement augmenté.

La Libera Associazione Nazionale Mutil. ed. Inval. Civili est à l'origine de la création de 7 centres de formation professionnelle pour invalides.

Un nouveau centre de brûlés est en préparation à Turin.

Le centre de physiothérapie de l'Ospedale Maggiore de Milan est en cours de rééquipement.

Sur le plan de la médecine du travail des initiatives nouvelles ont été prises : un nouveau centre de médecine du travail a été créé auprès de la sidérurgie italienne de Tarente.

Des nouveaux laboratoires ont été récemment inaugurés dans la Clinica del Lavoro de Milan.

Une Chaire d'enseignement de la médecine du travail a été créé auprès de l'université de Rome.

Luxembourg :

En 1963 a été ouvert un Service de rééducation respiratoire au Centre de réhabilitation physique de Mondorf-les-Bains; il a été inauguré officiellement le 9-5-1964.

Pays-Bas :

La Gezondheidsorganisatie TNO a considérablement étendu ses installations de recherche médicale et d'hygiène industrielle à Delft.

Le 15 avril 1964, s'est tenue à Amsterdam la "Journée de la sécurité 1964", organisée par la Commission consultative pour la sécurité et l'hygiène en collaboration avec l'association néerlandaise des techniciens de la sécurité. Le thème de cette réunion a été la "prévention des dommages par l'analyse des troubles".

Les 29 et 30 mai 1964, l'association pour la médecine du travail et la médecine d'entreprise a tenu ses assises annuelles à Noordwijk.

Le 14 juillet 1964, le Pr. Dr. P. Mutendam, directeur général de la Santé publique, a inauguré, à Treebeek-Heerlen, le "Centre médical pour les charbonnages néerlandais" destiné aux Gezamenlijke Steenkolenmijnen (charbonnages réunis) du Limbourg.

Le 23 décembre 1964, le bâtiment de la "fondation des services de médecine du travail Hoogezand-Sappemeer", institué peu avant, a été inauguré. Cette fondation dessert à présent, sur le plan de la médecine du travail, sept entreprises de moyenne importance (le nombre d'ouvriers varie entre ± 1500 et ± 100 personnes par entreprise).

A l'université de la ville d'Amsterdam, le Pr. Dr. G.C.E. Burger a succédé au Pr. Dr. R.L. Zielhuis, comme professeur (sans chaire) d'hygiène du travail.

Le laboratoire Coronel pour l'hygiène du travail de l'université de la ville d'Amsterdam a été installé dans de nouveaux locaux plus vastes. Du Binnengasthuis il a été transféré sur les terrains du Wilhelmina-Gasthuis (adresse : Constantijn Huygensstraat 20, Amsterdam-West).

Un cours de perfectionnement pour médecins du travail a été organisé dans l'Université de Nimègue.

C.

L'ACTION DE LA HAUTE AUTORITE POUR LA PROMOTION SCIENTIFIQUE DANS LE DOMAINE DE LA MEDECINE ET DE LA SECURITE DU TRAVAIL

Considérations générales

Pour comprendre le sens et la portée des programmes décidés par la Haute Autorité, après consultation du Comité consultatif et avis conforme du Conseil de ministres et pour éclairer les programmes en cours de préparation interne avec le concours des experts professionnels, gouvernementaux et scientifiques, il est nécessaire de donner tout d'abord une vue synthétique de l'intitulé des programmes et de leur développement chronologique. A cet effet, un schéma a été élaboré qui est joint en annexe. Si ce schéma fait apparaître nettement la pluralité des efforts de promotion, c'est pour mieux mettre en évidence les domaines étudiés dont chacun appelle ses investigations particulières. A la base de ces domaines se trouvent un certain nombre de situations et de contraintes particulières, auxquelles il faut porter remède, dans la perspective d'assurer la pleine intégrité physique et psychique de la main-d'oeuvre.

a) Un premier groupe comprend l'agression du travailleur par des produits présents dans l'atmosphère respirable, tels que les poussières et les gaz toxiques.

b) Un deuxième groupe comprend les situations et les contraintes particulières telles que la contrainte thermique, la contrainte sonore, la contrainte de posture, la contrainte neuro-psychique, etc..

c) Un troisième groupe comprend les effets des accidents subis, traumatismes, brûlures, etc..

d) Un quatrième groupe comprend les situations entraînant un risque d'accident.

Chacun de ces groupes exige la mise en oeuvre de divers moyens d'approche et fait appel à des disciplines variées, tels que la physiologie du travail, la physiopathologie du travail, la pathologie du travail, la psychologie du travail, l'hygiène industrielle, les sciences de l'ingénieur, la traumatologie du travail, la réadaptation, et plus récemment une discipline de caractère essentiellement multidisciplinaire, l'ergonomie.

Les programmes que l'on retrouve dans le schéma annexé, ont leur individualité, parce que précisément ils réalisent, selon les problèmes à traiter, la conjonction des disciplines dans un souci d'efficacité maximum.

Il est évident qu'il a été demandé à la Haute Autorité de porter ses efforts de promotion vers des problèmes revêtant une gravité particulière pour l'ensemble de la main-d'oeuvre des industries de la C.E.C.A.. Comme chacun de ces problèmes jugés dignes de promotion recèle de nombreuses inconnues et n'a pas encore reçu de solution prophylactique entièrement satisfaisante, une partie de chacun des programmes fait l'objet de recherches fondamentales de longue haleine. A côté de ces recherches fondamentales, des recherches appliquées sont également encouragées, dont les résultats apportent des perspectives pratiques dans un temps moins éloigné.

Chacun des programmes réalisés a abouti à des résultats dont les aspects positifs méritent d'être soulignés.

Aspects financiers

1. Le tableau de l'annexe statistique récapitule l'activité de la Haute Autorité dans le domaine du financement des recherches relatives à la sécurité, à l'hygiène et à la médecine du travail.

En un peu moins de dix ans, la Haute Autorité a affecté à ces recherches des crédits qui s'élèvent à 23,8 millions d'u.c..

Pour les programmes déjà réalisés, les dépenses engagées jusqu'au 31 janvier 1965, atteignent 7,56 millions d'u.c..

Au 31 janvier 1965, les dépenses engagées sur les crédits qui avaient été affectés avant 1964, représentaient 95 % de ces crédits.

INTRODUCTION

Le but de ce programme de recherches touchant à la physiologie et la pathologie du travail est d'améliorer les mesures prophylactiques et thérapeutiques relatives aux affections respiratoires (pneumoconioses, bronchites et emphysème) et de préciser leur genèse. Ce programme vise également un approfondissement des connaissances relatives aux effets de divers facteurs d'ambiance sur l'organisme des travailleurs (gaz toxiques, chaleur, bruit, vibrations); il comprend enfin des recherches de base sur les brûlures.

Ce programme qui avait pris son départ au début de l'année 1960 a pris fin en décembre 1963. Dans le cadre de ce programme 130 recherches ont été réalisées avec une aide globale s'élevant à 1 883 285 u.c. octroyée par la Haute Autorité à 69 centres. A ce montant est venu s'ajouter un fonds de 71 293 u.c. A.M.E. affecté par la Haute Autorité en 1963 au profit de 7 centres de manière à permettre la réalisation de 7 recherches dont l'opportunité s'était fait sentir au cours de la dernière période du programme en cours. Ces recherches de caractère complémentaire se réfèrent à la prophylaxie de la silicose, au diagnostic fonctionnel des pneumoconioses, à l'étude des effets du bruit sur la santé et la capacité de travail des travailleurs.

De la réalisation de ce programme de physiologie et de pathologie du travail sont issues 272 publications. Les rapports finaux des recherches ont été transmis à la Haute Autorité au cours du 2e semestre 1964.

La Haute Autorité a aidé à la réalisation des travaux de recherche en organisant des échanges d'expériences entre les chercheurs. 7 journées ont été consacrées aux domaines du travail aux hautes températures, de la lutte contre le bruit, de la prévention et de la thérapeutique des pneumoconioses.

Le groupe des experts spécialisés dans la radiologie des pneumoconioses s'est mis d'accord pour la constitution d'une collection d'images radiologiques de mineurs de charbon, typiquement représentatives de la classification internationale des pneumoconioses de Genève. Un album constitué avec la contribution de nombreux centres européens a fait l'objet d'une discussion dans une réunion organisée le 30 mars 1965.

Un autre groupe est parvenu à une entente pour l'établissement d'une batterie de tests pharmaco-dynamiques utilisables dans les examens pulmonaires. Diverses conclusions ont aussi été tirées en ce qui concerne le traitement et la prophylaxie de la bronchite et de la silico-tuberculose.

Des comptes rendus détaillés sanctionnent les travaux des groupes de travail.

72 voyages d'études ont été subsidiés par la Haute Autorité, parmi lesquels un voyage aux U.S.A. Le compte rendu de ce voyage a fait l'objet d'une publication dont la Haute Autorité a aidé à assurer la diffusion.

La Haute Autorité a continué enfin à apporter aux chercheurs des informations documentaires et bibliographiques, notamment par une distribution spéciale de tirés-à-part.

BILAN DES RESULTATS DU PROGRAMME TOUCHANT A LA PHYSIOLOGIE ET A LA PATHOLOGIE DU TRAVAIL (1960 - 1963)

Les commissions consultatives scientifiques, professionnelles et gouvernementales ont pris connaissance des travaux menés par les instituts et des études réalisées dans les groupes de travail. Bien que le bilan définitif ne puisse être dressé que dans l'année 1965 quand les rapports finaux des centres de recherches auront pu être exploités en totalité, on peut déjà dégager un certain nombre de points dont les aspects pratiques méritent d'être signalés.

I - ETUDES SUR LES AFFECTIONS RESPIRATOIRES ET NOTAMMENT LES PNEUMOCONIOSES

(1) Recherches fondamentales sur les pneumoconioses

A. Epuration pulmonaire, anatomie pathologique

EPURATION

1. Généralités sur la pénétration des poussières dans les voies aériennes :

L'air empoussiéré que l'inspiration fait pénétrer dans le poumon ressort pendant l'expiration, plus pauvre en oxygène, plus riche en acide carbonique : c'est la base de la respiration.

Au cours de ces allées et venues, l'air abandonne une partie des poussières qu'il renfermait. Celles qui ont frappé la surface visqueuse des bronches y restent collées. Celles, les plus petites, qui ont atteint les alvéoles, s'y déposent en partie. Les poussières qui n'ont pas adhéré aux bronches ni aux alvéoles sont rejetées avec l'air expiré. Celui-ci contient moins de poussières qu'à l'inspiration. La différence représente les poussières dans l'appareil respiratoire.

Les poussières inhalées fixées à la surface des bronches se déposent ainsi sur leurs dispositifs ciliés. C'est le processus de la déposition initiale des poussières dans l'appareil pulmonaire. Ces poussières vont subir un singulier voyage. La surface des voies bronchiques est recouverte d'un véritable tapis mouvant de cils vibratiles dont le mouvement, incesant et coordonné, est tel qu'il repousse vers la cavité buccale la mince couche liquide qui les recouvre. Avec celle-ci, le mouvement vibratile renvoie les poussières tombées à la surface des voie bronchiques. C'est le processus de l'épuration bronchique.

Les poussières restées dans les alvéoles échappent à l'épuration immédiate par les bronches. Une partie est retenue dans le parenchyme pulmonaire après avoir pénétré dans son intérieur. Ce processus de pénétration intrapulmonaire conduit à la rétention des poussières en divers points du poumon. Ici se pose le problème de la localisation de ces amas de poussières et de leur mobilité possible. Ces divers points devront être examinés.

Dans les études expérimentales concernant ces problèmes, la question des dispositifs d'empoussiérage est spécialement importante. Il faut en effet, pour avoir des résultats comparables, empoussiérer les animaux de façons identiques, en ce qui concerne la quantité de poussières dans l'air inhalé, la taille des particules et l'activité des animaux (animaux au repos, à un travail réduit ou à un travail intense). Pour réaliser ces conditions, précises et mesurables, divers types de chambres d'empoussiérage ont été imaginés en France (CERCHAR), à Münster, à Essen, à Düsseldorf, à Göttingen, etc. Dans l'ensemble, ces dispositifs d'empoussiérage sont équivalents. Ils ont tous aussi un point commun, leur prix. Aussi l'aide financière de la C.E.C.A. a-t-elle été particulièrement bienvenue pour les divers instituts qui ont entrepris les recherches de cette nature.

Méthode d'étude - Coefficient de rétention - Expiration fractionnée

Les procédés techniques d'étude de la déposition des particules dans le système respiratoire pulmonaire s'appliquent à l'homme parfois plus aisément qu'à l'animal. Ils consistent à faire inhaler des aérosols de matières inoffensives comme des colorants, de l'argile, du carbone ou des oxydes métalliques, de taille et de concentration contrôlées. Des dispositifs de mesure continue de la concentration particulaire rendent ici de grands services.

Dans les expériences les plus simples, la concentration en particules est mesurée dans l'air inspiré et dans l'air expiré, comparativement. On en déduit alors, en fonction de la taille par exemple, la rétention totale de l'appareil respiratoire, voies aériennes supérieures comprises.

Si l'on désire mesurer la rétention alvéolaire, il faut faire appel à des dispositifs de récolte fractionnée de l'air expiré. Le sujet inhale un air chargé de particules. L'air expiré est recueilli dans un collecteur tournant qui sépare les diverses fractions d'air expiré. Le dosage parallèle du CO_2 permet de localiser le niveau des voies respiratoires d'où provient l'échantillon récolté. On peut tracer ainsi une courbe de rétention alvéolaire, comparativement aux courbes de rétention totale.

On appelle coefficient de rétention la proportion de particules retenues par un segment de l'appareil respiratoire ou par les poumons ou par les voies aériennes dans leur totalité.

a) Dépôt des poussières dans les voies respiratoires

Ces voies comprennent les segments suivants : cavités nasales, trachée, bronches et bronchioles. Au-delà sont les alvéoles étudiées à part.

Le dépôt des poussières dans les cavités nasales a été souvent étudié. Toutefois, ce problème, à la vérité secondaire du point de vue général des pneumoconioses, a été laissé relativement en sommeil ces dernières années.

Dans les voies respiratoires principales, le dépôt des poussières dépend de nombreuses conditions qui ont été étudiées en détail. En réalité, il est très difficile de savoir directement comment se comportent les poussières dans les voies bronchiques. Cela tient à l'existence de divers groupes de facteurs, les uns concernent les poussières, d'autres, la surface des bronches, c'est-à-dire des facteurs biologiques. Or, l'histophysiologie des voies bronchiques présente encore de nombreuses lacunes. De plus intervient le facteur "courant aérien" dans les bronches, facteur sur lequel nous sommes encore fort mal renseignés.

- Conditions liées aux poussières

La condition la plus importante est la taille des particules. On sait que ce sont les particules les plus fines qui atteignent les parties les plus profondes du poumon.

Plus récemment, des expériences de haute qualité ont précisé chez l'homme les coefficients de rétention pour les divers étages de l'appareil respiratoire. Les courbes de rétention montrent l'évolution du pourcentage de fixation des particules en fonction de leur taille.

Accessoirement, la courbe de pénétration nasale de LANDHALL & HERRMAN montre que les plus fines particules ne sont pas arrêtées sur la muqueuse nasale et qu'une coupure très grossière s'effectue vers 4-5 microns.

Les poussières fines peuvent s'agglutiner en amas plus volumineux. Ceux-ci se comportent alors comme de grosses particules et se sédimentent vite. De ce fait, pourrait découler théoriquement un moyen de lutte contre les pneumoconioses : celui d'agglutiner les particules dans l'air ambiant. Cette agglutination peut du reste se produire dans les voies respiratoires mêmes. Il constitue un processus spontané de défense qu'il faut favoriser.

Le rôle des charges électriques des particules a été souvent envisagé. Il semble actuellement qu'il soit très secondaire. Par voie indirecte, au cours d'études sur le dépôt des poussières dans les galeries de mines, diverses recherches ont montré le rôle très secondaire joué par les charges électriques des poussières. Celles-ci sont très faibles. Il est permis d'extrapoler ces résultats à ces sortes de galeries que sont les bronches.

D'autres facteurs peuvent également intervenir dans le dépôt des particules. La fréquence respiratoire est susceptible de modifier la rétention. Une respiration lente et profonde l'accroît (ALTSCHULER & Coll. 1957). Les phénomènes broncho-moteurs interviennent également. Les broncho-dilatateurs réduisent souvent la rétention, de 15 à 57 %, selon les expériences de BARHARD, SARF & PETRESCO (1957). La forme des particules ainsi que leur pH peuvent également jouer un rôle. Les aiguilles pénètrent plus facilement; les particules susceptibles de donner une réaction acide se trouvent plus aisément retenues (Von HAYEK).

Le mouvement brownien des particules est certainement un facteur important dans leur dépôt. Toutefois, l'étendue de son rôle et ses conditions sont encore mal précisées dans ce milieu spécial qu'est l'intérieur des voies bronchiques.

La nature chimique des poussières semble n'intervenir qu'indirectement en modifiant l'état de la surface des bronches (cf plus loin).

Un autre facteur a été mis en évidence par LA BELLE & BRIEGER : c'est l'association de vapeurs ou de fumées irritantes aux aérosols. Ces auteurs ont ainsi démontré un effet synergique des aérosols inhalés simultanément. La vapeur peut réagir sur les particules de deux façons. Elle peut être neutralisée et l'effet synergique est alors bénéfique. Mais elle peut être aussi simplement absorbée et convoyée jusqu'au fond des structures alvéolaires. Il y a, dans ces conditions, une aggravation. Ces faits méritent de retenir l'attention si l'on considère les conditions diverses rencontrées dans les chantiers de mines ou d'autres industries.

- Influence de la circulation de l'air dans les bronches

L'aérodynamique des bronches est encore mal connue, malgré le nombre et l'intérêt des travaux qui lui ont été consacrés. On sait toutefois qu'au-dessous de 10 litres par minute, le courant d'air est laminaire; à partir de 10 litres-minute, il devient turbulent. Cette turbulence s'accroît à partir de la trachée et gagne vers les petites bronches. Le courant d'air inspiratoire est plus turbulent que l'expiratoire en raison du larynx. Dans les bronches segmentaires, le courant aérien présenterait une sorte de pouls synchrome avec les battements cardiaques.

Ces conditions différentes du courant d'air respiratoire commandent le mélange de l'air inspiré avec l'air expiré; on admet que le cinquième ou même le tiers des particules restent, du fait de ce mélange, suspendues dans les voies respiratoires pendant plus d'un mouvement respiratoire. Le mélange jouerait un rôle très important dans le dépôt des poussières. Les différences de ce dépôt, suivant les sujets, pourraient être attribuées à ses variations.

Il faut noter par ailleurs que la poussière constitue un véritable témoin du passage de l'air, par la marque qu'elle trace sur les alvéoles réellement ventilés. D'autre part, il existe une relation entre le volume d'air total ayant traversé les poumons et la déposition globale de particules, pour un même coefficient de rétention.

Au rôle joué par les caractères du courant respiratoire sur le dépôt des poussières, se trouve liée l'influence exercée par la respiration d'un air empoussiéré sur ce courant respiratoire. Cette influence a été précisée par le Silikoseforschungsinstitut (Bochum) Contrairement à ce qu'on avait pensé, les poussières ne provoqueraient pas un bronchospasme aigu. Ce qui agirait serait un blocage des bronches profondes par du mucus, d'où augmentation de la résistance respiratoire correspondant à une diminution du volume respiratoire. Ces processus interviennent pour des taux élevés de poussières. Ils semblent fort importants et méritent des travaux plus approfondis.

- Influence des conditions de la surface des bronches

Les effets qui viennent d'être signalés d'un blocage des bronches profondes par du mucus montrent bien l'importance des réactions propres de la surface des bronches. Celle-ci, on le sait, est fort compliquée et encore mal connue à certains points de vue.

Diverses recherches ont tenté de mesurer la quantité de poussières déposées dans les bronches au cours d'une seule respiration, c'est-à-dire entre le début d'une inspiration et la fin de l'expiration suivante. Pour cela, C.E. BROWN des U.S.A. a utilisé une suspension de spores de bacillus subtilis. On appréciait le nombre des spores inhalées et celui des spores à l'expiration par culture sur boîte de Pétri. La différence indiquait le nombre de spores restées dans les voies bronchiques. La quantité de ces spores variait suivant les conditions de la respiration. Dans l'ensemble, pour 300 à 400 spores inhalées, il en revenait de 70 à 100 dans l'air de l'expiration.

b) Dépôt des poussières dans les alvéoles

Les poussières qui atteignent les alvéoles sont plus fines. Plus précisément, si l'on se réfère aux mesures de rétention alvéolaire on voit que le coefficient de rétention décrit une courbe très particulière. Voisin de 25 % pour des particules de 0,25 micron, il croît jusqu'à un maximum de 60 % entre 1 et 2 microns, pour redescendre ensuite au-dessous de 20 % pour des dimensions voisines de 3 microns. Au-delà, nous savons que la pénétration alvéolaire est très faible et que les particules au-dessus de 5 microns n'ont que peu de chances d'arriver jusqu'aux cavités respiratoires.

Il existe un optimum de rétention au niveau des alvéoles pulmonaires, pour les particules d'une taille voisine de un micron. On conçoit que cette taille de rétention maximum présente un intérêt pratique considérable dans les problèmes de pneumoconioses humaines.

Au niveau de l'alvéole, les poussières adhèrent à sa paroi. La connaissance de la structure de celle-ci est donc fondamentale pour prendre une idée du sort des poussières qui ont atteint cette zone physiologiquement essentielle de l'appareil respiratoire.

La surface totale des alvéoles du poumon est considérable par rapport à l'étroitesse relative des voies respiratoires à leur origine. Aussi doit-on considérer que, pour des empoussiérages ne dépassant pas certaines limites, relativement élevées cependant, la quantité des poussières déposées à la surface des alvéoles ne doit pas être très considérable. Toutefois, des documents précis manquent encore à ce sujet.

Sur la constitution de l'alvéole, la microscopie électronique a complété les connaissances histologiques anciennes. Sur la couche conjonctive formant la paroi de l'alvéole s'étend un revêtement protoplasmique d'une extrême minceur fait de lames issues de petites cellules alvéolaires. En certains points, se trouvent de grandes cellules spéciales, les grandes cellules alvéolaires dont le rôle physiologique n'est pas encore précisé. Il existe par ailleurs un troisième type de cellules, douées d'une potentialité phagocytaire active, fixées faiblement à la paroi de l'alvéole. On peut ainsi les en détacher par un faible courant d'eau et les recueillir pour les compter et les étudier (technique utilisée par La Belle et Brieger, puis par Myrwick).

Celles-ci phagocytent les poussières et se transforment ainsi en "cellules à poussières". Beaucoup reste à préciser sur ces cellules, leur origine et leurs modes d'arrivée dans l'alvéole.

L'ensemble de ces cellules phagocytaires pleines de poussières va occuper l'alvéole. Elles peuvent le remplir et même le bloquer, dans certains cas. Elles peuvent au contraire sortir assez vite de l'alvéole et gagner la surface des dernières bronchioles et, par elles, remonter vers les bronches. Certaines d'entre elles peuvent pénétrer dans l'interstitium pulmonaire (voir plus loin : pénétration). Enfin, beaucoup de ces macrophages peuvent dégénérer en fonction de l'action plus ou moins toxique des poussières et de diverses autres influences. Les poussières libérées peuvent être reprises par d'autres cellules phagocytaires d'arrivée récente, être évacuées dans les bronchioles à l'état de particules libres ou encore, sous cet état isolé, pénétrer dans l'interstitium pulmonaire.

2. Généralités sur l'épuration pulmonaire

Le fonctionnement d'auto-épuration, de nettoyage spontané des bronches est connu depuis longtemps. Son rôle dans la défense contre les poussières a été étudié par de nombreux chercheurs.

En ces derniers temps, cette auto-épuration bronchique fut l'origine de recherches en plusieurs directions, d'une part, son mécanisme même, c'est-à-dire le jeu des formations ciliaires, d'autre part, le rendement quantitatif de cette auto-épuration, enfin les influences qui peuvent le modifier, en plus ou en moins.

a) Epuration bronchique

- Mécanismes : liés au jeu des cils vibratiles, les mécanismes de l'épuration bronchique constituent des problèmes de cytophysiologie spéciaux et fort compliqués. Il paraît, pour cette raison, assez difficile de les envisager dans cet exposé. Il semble suffisant de souligner brièvement certains points.

Les cils vibratiles bronchiques ne battent pas dans l'air mais dans une mince couche liquide. Ce liquide vient d'une filtration sanguine, au niveau des alvéoles. Le film liquide ainsi formé recouvre les cils et est déplacé par eux. Ce qui tombe à sa surface est entraîné par lui dans sa marche vers l'extérieur. L'action des cils ne se fait pas directement sur les poussières mais sur le film liquide qui porte celles-ci. Ce fait est important. Les cils, en effet, ont individuellement une très faible puissance. Une poussière prenant un contact direct avec quelques-uns seulement d'entre eux les bloquerait de suite. La capacité motrice des cils est liée à leur groupement en un tapis qui pousse un film liquide sans résistance.

Une étude expérimentale minutieuse a pu préciser, dans des conditions très voisines de l'état physiologique, la vitesse du battement ciliaire et celle du déplacement du tapis de mucus à leur surface. Par minute, la fréquence moyenne du battement ciliaire est de 1317 dans des conditions normales. Le tapis muqueux parcourt dans le même temps 13,5 mm, vitesse relativement élevée qui expliquera l'efficacité des mécanismes épurateurs bronchiques.

Par suite de la transformation des cellules bronchiques en cellules caliciformes à mucus, le film de recouvrement peut s'épaissir : le mouvement ciliaire sera alors bloqué. D'autres fois, des blocs microscopiques de mucus peuvent immobiliser, par leur masse, certaines zones du tapis cilié. Bien qu'alentour, les cils battent bien, le bloc de mucus restera sur place. Il en est de même pour les poussières. Elles resteront sur place bien que dans son ensemble le mouvement ciliaire continue. Avec un tapis ciliaire en apparence normal, le mucus (ou la poussière) restera sur place. Ces faits sont très instructifs au point de vue de la compréhension du rendement de l'épuration et de ses variations.

Quel que soit son mécanisme, l'élément important de l'épuration au point de vue pratique est la valeur de son rendement. On s'explique ainsi l'importance attachée par la C.E.C.A. aux études de cette nature.

Le fait le plus frappant est certainement le contraste qui existe entre l'efficacité considérable de l'épuration des voies bronchiques et celle malheureusement plus réduite du domaine alvéolaire. Ce fait déjà noté par PALM, Mc NERNEY & HATCH en 1956 a été souligné à nouveau par les chercheurs du Cerchar et par le Staatsinstitut für Staublungenforschung beim Hygiene-Institut à Münster. Le rendement élevé de l'épuration bronchique repose essentiellement, comme on l'a déjà fait remarquer plus haut, sur la présence et l'activité des cils vibratiles des cellules épithéliales.

Les courbes quantitatives d'épuration pulmonaire chez l'animal sont analysées clairement et mesurées à l'aide de radio-éléments et montrent qu'elles résultent de deux composantes : l'une rapide, vraisemblablement bronchique et l'autre plus lente, alvéolaire.

Chez l'homme, ce sont les travaux à l'aide de traceurs radioactifs qui ont rapporté des informations précises sur l'épuration particulaire et montré une phase plus active, bronchique durant 2 à 4 heures, suivie d'une phase plus lente s'étendant sur une trentaine d'heures.

La nécessité d'un test de contrôle des capacités épuratrices des voies respiratoires et du poumon paraît évidente. Mais sa réalisation pose encore de nombreux problèmes d'ordre pratique.

b) Epuration alvéolaire

Les observations précédentes portent à séparer, peut-être un peu artificiellement, le domaine bronchique et le domaine alvéolaire de la fonction épuratrice pulmonaire. Il est certain que les mécanismes dont disposent les deux territoires sont très différents et que leur efficacité en subit les conséquences.

Dans l'alvéole, il n'y a pas de cils vibratiles, ni sécrétion de mucus. Les mouvements alvéolaires sont faibles. Il reste une exsudation probable d'un film liquide à la surface des alvéoles, produisant un lent balayage des parois. Mais l'élément essentiel de l'épuration alvéolaire est le macrophage, c'est-à-dire la cellule

alvéolaire libre, qui devient "cellule à poussières" lorsqu'elle a phagocyté. Ses capacités phagocytaires très intenses, sa mobilité vraisemblable et le fait qu'on la retrouve constamment chargée de particules sur le tapis cilié bronchique attirent l'attention sur ses fonctions. Les travaux effectués à Münster par le Staatsinstitut für Staublungenforschung (1963) montrent le parallélisme qui existe entre les capacités épuratrices alvéolaires et le nombre de ces macrophages particuliers.

On a pu par ailleurs, grâce à la technique de lavage du poumon (LA BELLE & BRIEGER puis MYRWICK) étudier plus complètement ces cellules. Leur infrastructure, déjà connue par des éléments isolés, a été étudiée sur des séries de cellules par le Cerchar.

On a pu tracer également, grâce à ce grand nombre d'observations, une lignée évolutive des macrophages, qui, si elle ne renseigne pas sur leur origine, permet de voir un certain cycle de développement cellulaire.

Plusieurs travaux, effectués dans le cadre de la C.E.C.A., se sont attachés à cette importante question des macrophages alvéolaires.

L'influence de la nature des poussières joue certainement un rôle, toutefois les conclusions obtenues par différents chercheurs ne sont pas toutes concordantes. Les poussières inertes se comportent différemment des poussières nocives comme le quartz. L'inhalation antérieure de poussières nocives peut influencer l'épuration ultérieure de poussières inertes. Dans les effets des poussières mixtes, ce type d'influence peut gêner l'épuration. Ces faits, on le conçoit facilement, sont pratiquement très importants. Ils sont actuellement à l'étude dans les divers centres spécialisés.

La concentration des poussières dans l'atmosphère et par conséquent des poussières inhalées, ainsi que la quantité de poussières retenues dans les poumons interviennent dans l'épuration.

c) Pénétration des poussières dans le parenchyme pulmonaire

Au grand problème de la rétention des poussières dans le poumon se trouve lié celui du sort des poussières que la respiration a projetées dans les alvéoles, au-delà de la zone des cils bronchiolaires.

Il est indispensable d'envisager le sort et le comportement des cellules à poussières et des particules isolées qui pénètrent dans l'interstitium conjonctif du poumon.

Le fait de cette pénétration est incontestable et son importance pathologique très grande. Ses mécanismes sont malheureusement encore très obscurs.

d) Epuration du poumon par la voie lymphatique

Quand les poussières ont pénétré dans le parenchyme pulmonaire, l'élimination par la voie bronchique ne leur est plus accessible. Il leur reste une autre voie, la voie des lymphatiques pulmonaires. Celle-ci aboutit d'abord aux ganglions trachéobronchiques. Au-delà de ceux-ci, elle débouche dans l'ensemble des voies lymphatiques.

A l'état normal, la circulation de la lymphe est assez réduite, sinon très faible. Elle est encore quantitativement très mal connue. Dans certaines conditions, soit locales (irritations pulmonaires diverses), soit générales, cette circulation s'accroît.

Or, dans le poumon, les poussières ne sont pas toujours solidement fixées. Elles peuvent être entraînées par le courant lymphatique si celui-ci est assez actif. Qu'elles soient à l'état de particules libres, ou plus ou moins agglomérées, ou encore logées dans les macrophages à poussières, ces poussières peuvent se déplacer dans le tissu pulmonaire. Elles peuvent être entraînées vers la plèvre. Là elles viennent buter contre la couche fibro-élastique, armature de la plèvre et y restent bloquées. Ainsi sont expliqués les dépôts qui se voient sur la surface pleurale du poumon.

D'autres poussières sont entraînées par le courant lymphatique vers les ganglions collecteurs trachéobronchiques. On les retrouve dans les sinus superficiels de ces organes. Les poussières qui sont libres sont phagocytées par les cellules réticulaires des ganglions.

Quantitativement moins active que l'épuration par les bronches, l'épuration par les lymphatiques est plus prolongée, presque continuelle. Si l'on constate que l'épuration du poumon se continue très lentement, mais très longtemps, la raison en doit être rapportée à l'épuration par la lymphe. Ce problème comportait cependant bien des inconnues sur lesquelles se sont penchés les chercheurs de la C.E.C.A.

Bilan analytique des travaux encouragés par la C.E.C.A.

1. Rétention

a) Dépôt des poussières dans les voies respiratoires

Nous avons indiqué plus haut que le blocage des bronches terminales par du mucus est encore mal connu à certains points de vue.

L'activité secrétrice de l'épithélium bronchique a fait l'objet de recherches à l'Institut für Silikoseforschung-Rheinpreussen à Homberg. Elle est modifiée par l'action des poussières aussi bien que par diverses hormones et certaines drogues. La connaissance de ces mécanismes cellulaires bronchiques devrait être améliorée car ils interviennent non seulement indirectement dans le dépôt des poussières, mais surtout dans l'épuration bronchique.

A une action sur l'épithélium doivent être rapportés les effets des gaz irritants et toxiques non seulement sur l'épuration bronchique mais aussi sur le dépôt des poussières, par la voie de ces blocages signalés par le Silikoseforschungsinstitut de Bochum, entraînant des modifications respiratoires. L'action des vapeurs toxiques sur la rétention des poussières a fait aussi récemment l'objet de travaux nombreux et de discussions.

Beaucoup de ces recherches ont été centrées sur les effets ou l'emploi de particules radioactives.

Cette influence des gaz toxiques sur la rétention des poussières est d'un intérêt particulier pour l'industrie minière en raison de l'influence des gaz nitreux résultant de l'emploi des explosifs.

b) Dépôt des particules dans les bronches de l'homme

En ce qui concerne le dépôt des particules dans les bronches de l'homme, de nouvelles expérience ont été réalisées par le Centre d'études médicales minières du Nord et du Pas-de-Calais à Sin-le-Noble où furent utilisé soit des spores de B. Subtilis, soit des corps bactériens de Serratia sp. selon la technique de C.E. BROWN. On a remarqué la très grande variation de la rétention de sujet à sujet, comme les auteurs américains.

En effet, l'influence des conditions de la ventilation pulmonaire est particulièrement sensible sur l'importance du dépôt des particules dans les bronches chez l'homme.

c) Dépôt dans les alvéoles

Il représente une phase capitale dans le développement des pneumoconioses. La quantité de poussières présentes dans les alvéoles définit la rétention alvéolaire que l'on peut mesurer à l'aide de méthodes assez précises. Certains facteurs susceptibles de modifier cette rétention ont été étudiés :

- En premier lieu, la ventilation pulmonaire semble commander la fixation des particules dans les alvéoles. Pour essayer de la modifier, le CERCHAR a soumis les rats à un effort musculaire plus ou moins intense en les plaçant dans des tambours tournant à différentes vitesses : 0; 0,25; 1; 2 et 3 tours/minute. Les conditions d'empoussiérage étaient les mêmes pour tous les animaux et la rétention mesurée par des dosages de poussières effectués sur les poumons de chaque rat, après une et deux semaines d'empoussiérage.

Les expériences ont été faites en utilisant 360 rats. Dans les conditions expérimentales employées, il n'a été observé qu'une légère diminution de la rétention lorsque les rats ne fournissent aucun effort musculaire. Elle augmenterait faiblement avec le travail, pour diminuer ensuite lorsque l'effort devient trop intense. Il n'a pas été possible de contrôler les variations de ventilation pulmonaire en fonction de l'effort musculaire, et il se peut que, chez le rat, ces variations soient faibles. Si le facteur "effort" demeure un facteur important, son étude devra être faite chez un autre animal. Par suite, ces résultats sont peu utilisables pour une conclusion de portée générale.

- En second lieu, le CERCHAR a recherché si les inhalations de calcite peuvent modifier la rétention de poussières de bioxyde de titane. A cet effet, tous les rats ont été empoussiérés chaque jour pendant trois heures avec de l'oxyde de titane; ensuite, pour seulement la moitié d'entre eux, durant trois heures, avec de la calcite. Après deux semaines, les rats traités par la calcite ont constamment retenu un peu plus d'oxyde de titane que les témoins. L'augmentation a été de 13 %.

2. Epuration pulmonaire

L'importance quantitative de l'épuration n'avait jamais été appréciée à sa juste valeur au cours des premiers travaux qui lui avaient été consacrés. On peut, avec les chercheurs de Düsseldorf, évoquer le fait suivant : pendant toute sa vie active, un mineur de charbon inhale plus de 6 kg de poussières. A sa mort, après 20 ou 30 ans de travail, ses poumons en renferment moins de 100 grammes. Ces chiffres sont éloquents et montrent l'importance de cette auto-épuration par la voie bronchique.

Le rendement de l'épuration bronchique a été étudié d'une part par voie expérimentale chez l'animal (rat, souris, cobaye et parfois chat, animal à structure pulmonaire assez voisine de celle de l'homme), et, d'autre part, chez l'homme, ce qui évidemment est beaucoup plus difficile.

Expérimentalement, la technique suivie est fondamentalement la suivante, à peu près identique dans les divers laboratoires. Un lot assez nombreux d'animaux est soumis à l'empoussiérage pendant plusieurs semaines. L'empoussiérage arrêté, on sacrifie de suite certains animaux et on dose la poussière dans leurs poumons. Ce seront les témoins au temps zéro. On sacrifie ensuite des animaux après des temps variables et on dose également chez eux la poussière renfermée dans leurs poumons. On obtient ainsi une courbe qui donne la marche de l'épuration. En raison des importantes variations individuelles, le nombre des animaux doit être très élevé (plusieurs centaines parfois pour une expérience), ce qui rend ces expériences fort coûteuses.

De telles recherches ont été poursuivies, en ces dernières années au CERCHAR, à Münster et à Göttingen. D'une façon générale, les résultats concordent.

Différents points de vue ont guidé le travail du CERCHAR. Ce sont les suivants :

- Etude de l'épuration après une administration unique de poussières : la courbe obtenue présente une décroissance d'abord rapide puis plus lente ensuite. Au cours des cinq premiers jours, 58 % environ de l'épuration, mesurée pendant soixante jours, est effectuée.

- Comparaison de l'élimination de poussières inertes (bioxyde de titane) ou nocives (quartz) pour une charge initiale pulmonaire identique : les poumons d'un rat contiennent environ 4 mg de poussières, après des empoussiérages répétés pendant douze jours. L'épuration suivie pendant 24 semaines apparaît dans ces conditions comme un phénomène lent. Elle présente des périodes d'activité variable; la phase rapide initiale a disparu. Avec le bioxyde de titane, 20 % des poussières sont éliminés après huit semaines et 30 % après vingt quatre semaines. Avec le quartz, l'épuration est accélérée puisque pour les mêmes délais, les taux de poussières éliminées sont respectivement de 30 et 50 %.

S'il s'agit d'une poussière mixte (charbon-quartz : 94-6 %), la vitesse d'épuration est plus lente : 10 à 12 % seulement des poussières retenues sont rejetées après huit semaines. Toutefois dans ce cas, la charge initiale des poumons en poussières, facteur qui joue un rôle capital dans ce domaine, a été plus grande que dans les cas précédents. L'élimination du charbon et celle du quartz, à partir de cette poussière mixte, a été identique.

- Influence de la charge initiale de poussières des poumons sur la vitesse d'épuration : il a paru utile de savoir si l'épuration se produit à la même vitesse lorsque le poumon est peu ou fortement chargé de particules. A cet effet, les rats ont été empoussiérés pendant deux semaines avec du bioxyde de titane à des concentrations appropriées pour obtenir à la fin de l'empoussiérage des charges initiales par poumon égales à 10,8 - 1,6 et 0,08 mg. Les dosages de poussières dans les poumons, quatre semaines plus tard, permettent d'observer que l'épuration totale relative varie suivant la charge initiale et lui est inversement proportionnelle. Elle est de 15 % pour 10,8 mg d'oxyde de titane, 40 % pour 1,6 mg et 63 % pour 0,08 mg. Toutefois la quantité absolue de poussières éliminées est d'autant plus grande que le poumon est plus chargé initialement.

Du point de vue pratique, ces essais montrent qu'il est très important de favoriser l'élimination des poussières dès le début de l'exposition au risque, alors que la charge est encore faible. Par la suite, les mécanismes d'auto-épuration paraissent débordés et peu efficaces.

Dans chacune de ces expériences, malgré des conditions expérimentales identiques, des variations individuelles importantes, aussi bien de la rétention que des capacités d'épuration ont été observées. Il existe en effet une influence constitutionnelle sur les modes de respiration. Certains sujets savent bien respirer; d'autres respirent mal.

D'après les recherches effectuées à Münster, l'inhalation de poussières conduit en quelques heures à une augmentation plus ou moins forte du nombre des phagocytes alvéolaires libres. Les chiffres les plus élevés ont été constatés après inhalation de silice à haute dispersion (aérosil), qui est très rapidement éliminée. Pendant et après l'inhalation, le taux de renouvellement des cellules alvéolaires s'établit à un niveau d'équilibre plus élevé. Ce phénomène doit être considéré comme une adaptation du système protecteur "cellules alvéolaires" à des exigences supérieures. L'épuration pulmonaire bronchogène, une fois terminée l'épuration bronchique, qui demande de 4 à 20 heures, est essentiellement l'oeuvre des cellules alvéolaires. Après exposition prolongée aux poussières, le nombre des cellules alvéolaires revient à sa valeur initiale dans un délai de 2 à 4 mois.

La réaction quantitative des cellules alvéolaires dépend de la dose de poussières offerte et de leur toxicité. A concentration égale, le nombre de cellules après inhalation d'une poussière toxique (quartz) est plus grand qu'après inhalation d'une poussière inerte.

Au cours d'essais prolongés d'inhalation de quartz à doses de 450, 1 500 et 2 000 particules au cm^3, effectués à Münster, on a constaté une élimination bronchique relativement faible des particules déposées dans les alvéoles.

A la fin de l'exposition, une grande partie de la silice retenue a été transportée dans les ganglions lymphatiques paratrachéiques. Au contraire, en cas d'inhalation prolongée de poussières inertes (corindon), l'élimination bronchique a été bonne, tandis que l'évacuation lymphogène était très faible.

La constitution chimique des particules de poussière a donc une influence sur le type de rétention et d'élimination. Au cours d'un essai de très longue durée d'inhalation de faibles doses de 120 à 140 particules de quartz au cm^3, il s'est établi, au bout d'un an environ, un équilibre entre la rétention et l'élimination, l'évacuation lymphogène étant en l'occurrence faible. En se basant sur le déroulement de la rétention et de l'élimination, on peut supposer que cette faible dose de poussière se situe dans les limites non nocives (mac-value).

En outre des travaux effectués à Düsseldorf, il apparaît que le nombre de cellules épithéliales alvéolaires peut être influencé par des médicaments, sans et avec exposition à la poussière. On a obtenu une forte prolifération de ces cellules par administration journalière orale de 8,2 mg de vitamine A-Palmitat (Arovit R). Avec application complémentaire de poussières (application intratrachéale de 30 mg de farine de quartz Dörentrup < 3 µm dans 0,5 ml de solution de RINGER), il y a prolifération de cellules épithéliales alvéolaires pariétales et libres. Après application intramusculaire de 15 mg par jour d'acétate de 1α-tocophérol (Ephynal R), on observe également une prolifération de l'épithélium alvéolaire; on remarque en particulier des cellules épithéliales alvéolaires à deux ou à plusieurs noyaux. Le panthénol (Bépanthène R) stimule dans l'épithélium alvéolaire la formation de pneumocytes pariétaux et libres à deux et à plusieurs noyaux.

L'influence de la taille des particules a été également étudiée à Münster. On détermine la granulométrie des particules de l'empoussiérage et on la compare à celle des poussières du poumon (recueillies après incinération des poumons ou leur traitement à la formamide). D'une façon générale, ces granulométries sont identiques après 3 mois. Les poussières grosses ou petites semblent retenues identiquement.

L'influence de l'état de l'épithélium des voies bronchiques semble importante parfois. Un épithélium bronchique irrité, par exemple, par des gaz toxiques, pourrait se comporter d'une façon différente de l'épithélium normal. En réalité, ce point encore très obscur mériterait des recherches plus approfondies. Leur poursuite serait d'un grand intérêt en ce qui concerne l'influence possible des gaz des explosions dans les mines.

L'influence de la vitesse de la respiration a été très discutée. Cette question est en effet importante en ce qui concerne l'influence de l'activité du travail sur l'épuration des poussières. Les résultats de ces recherches sont assez contradictoires.

Au CERCHAR, à ce point de vue, après un empoussiérage d'une semaine, avec du bioxyde de titane, une partie des rats étaient placés dans des tambours tournant à 3 tours/minute pendant trois heures par jour. Après quatre semaines de ce traitement, l'élimination des poussières, estimée par des dosages dans les poumons de chaque animal, était identique à celle obtenue chez les rats laissés au repos pendant le même temps.

Il y a quelques années, l'équipe de Münster a fait une intéressante observation. On a fait inhaler à un groupe important de rats de fortes doses de poussière de charbon pendant une assez longue période. A la suite de chaque inhalation, la moitié de ces animaux devaient nager chaque jour de 30 à 60 minutes. Cette méthode devait permettre d'examiner l'influence de l'exercice physique sur l'épuration pulmonaire. Après cette expérience d'une durée de plusieurs semaines, les poumons des rats nageurs étaient beaucoup moins pigmentés que ceux des animaux de contrôle. Cette découverte incite à conclure que l'exercice physique après l'exposition aux poussières peut favoriser l'élimination bronchique des cellules à poussières. L'auteur suppose que ce phénomène s'explique par la dynamique alvéolaire plus forte des animaux à l'effort. L'étude de cette question doit être poursuivie.

L'influence possible de certaines substances pharmacodynamiques a été envisagée également. Certaines ont été essayées sans succès, tel le chlorure d'ammonium, excitateur des sécrétions bronchiques (Sin le Noble). Par contre, pour J. FERRIN et V. ULEHLOVA (Tchécoslovaquie), l'hormone adrénocorticotrope accroîtrait l'élimination du quartz introduit par voie intratrachéale chez le rat.

D'après des recherches très récentes de l'Institut für Silikatforschung de Düsseldorf, l'administration de vitamine A (Arovit R) fait apparaître dans l'épithélium bronchiolaire du rat un aspect extrêmement actif. Entre les cellules leptochromes à noyaux ovales et la bordure nette de cils vibratiles, apparaissent des éléments de coloration sombre, massés, et le plus souvent dépourvus de cils. Le pôle de la cellule tourné vers la lumière forme parfois une protubérance vers l'avant. Il n'est pas rare non plus que le noyau soit déplacé vers la surface. Ces cellules sombres rappellent dans une large mesure les "Stiftzellen", (cellules à bâtonnets) apparaissant également dans différents autres épithéliums.

Sous l'influence de la vitamine E (Ephynal R), on voit en plusieurs endroits de l'épithélium bronchique les phénomènes connus en microscopie sous le nom d' "extrusion apocrine" (Düsseldorf 1963), ainsi que dans d'autres cellules moins hautes avec de petites vésicules lenticulaires et dans des cellules à deux et à plusieurs noyaux. Une exposition complémentaire à la poussière renforce l'effet du tocophérol α sur l'épithélium bronchiolaire.

Parmi les substances qui sont protégées d'une destruction par oxydation grâce au pouvoir réducteur de la vitamine E, on trouve notamment la vitamine A. La vitamine E renforce l'effet de stimulation de la croissance de la vitamine A. Les cellules épithéliales des bronchioles montrent des vésicules et des amas de noyaux.

Le panthénol (Bepanthène R) augmente également l'activité de l'épithélium bronchiolaire.

De nouvelles mesures quantitatives de l'épuration des poumons pratiquées sur des rats Sprague-Dawley soumis pendant 6 semaines de suite, 8 heures par jour, à un empoussiérage de 20 mg de farine de quartz Dörentrup $> 3\ \mu$, par mètre cube d'air respiré à l'aide du générateur de poussières de POLLEY, n'ont pas donné de résultats significatifs en raison de la forte dispersion des valeurs d'analyse et ne sont pas, par conséquent, mathématiquement concluants mais ils font cependant apparaître une tendance uniforme qui encourage les chercheurs de Düsseldorf à poursuivre leurs études.

	Animaux non soumis à l'action de la poussière	Inhalation de quartz
Animaux non traités	8 ± 3	1 005 ± 48
Vitamine A	68 ± 35	899 ± 47
Panthénol	36 ± 21	929 ± 43
Vitamine C	18 ± 5	919 ± 50
Vitamines A + C	13 ± 7	821 ± 81
Panthénol + vitamine C	27 ± 14	886 ± 44

teneur en SiO_2 du poumon de rat, en ug

L'équipe du CERCHAR a également employé diverses substances susceptibles d'irriter la cavité alvéolaire ou d'accroître le flux lymphatique de manière à mobiliser les macrophages chargés de poussières qui s'y trouvent accumulés. Deux séries d'essais qui diffèrent par l'importance de la charge retenue initialement dans les poumons ont été effectuées.

- Essais avec charge initiale importante : environ 10 mg d'un mélange charbon-quartz (75-5 %) retenus à la fin de l'empoussiérage. Le temps d'épuration a été de quatre semaines pour tous ces essais. Les substances suivantes ont été expérimentées : iodure de sodium (favoriserait les sécrétions bronchiques), diamox ou acétazolamide (réglerait les mouvements de l'eau dans les tissus), aérosols de chlorure de calcium ou d'un agent mouillant : le Triton WR 1339. En dehors de l'iodure de sodium qui aurait très légèrement accéléré l'épuration des poussières, les autres traitements sont restés sans effet.

- Essais avec faible charge initiale : 1 à 2 mg de poussières de bioxyde de titane par poumon, après la fin de l'empoussiérage. Les substances suivantes ont été employées :

a) sous forme d'aérosols :

une solution isotonique de chlorure de sodium, cinq produits mouillants (Triton WR 1339, cetavlon, tween 80, laurylsulfate de sodium et biocidan) et trois produits plus ou moins irritants : calcite, huile de tournesol et lactate de calcium.

b) en injections sous-cutanées :

le chlorhydrate de quinine, l'alphachymotrypsine, le bleu trypan, la triméthylamine et le chlorhydrate de choline.

Aucun de ces produits ne s'est révélé actif vis-à-vis de l'épuration pulmonaire; quelques-uns se sont même montrés défavorables.

Dans une telle étude, faite par voie expérimentale, il faudra tenir grand compte de la constitution du poumon de l'animal utilise par rapport à celui de l'homme. Des animaux comme le rat et la souris n'ont pas de glandes bronchiques; le cobaye en a très peu; seul, le chat possède comme l'homme des dispositifs glandulaires bronchiques bien développés.

Le sort des cellules à poussières de l'alvéole semble, en partie tout au moins, déterminé par la disposition structurale des conduits aériens qui unissent les dernières bronchioles aux alvéoles. Cette disposition varie suivant les espèces. Elle diffère chez le rat, la souris, etc. et l'homme. L'animal qui se rapproche le plus de l'homme à ce point de vue est le chat. Le passage des poussières de l'alvéole à l'interstitium est chez le chat très voisin de celui de l'espèce humaine. Aussi a-t-on été amené récemment au CERCHAR à utiliser cet animal. Pour cela, des empoussiérages intenses avec du bioxyde de titane ou du charbon ont été pratiqués. Après un délai de 24 semaines, en atmosphère normale, on observe des lésions d'encombrement très voisines des lésions humaines à leur début. Tandis que les alvéoles sont très pauvres en particules, il y a de nombreux dépôts périvasculaires et péribronchiolaires de densité variable. Parfois, ces dépôts plus volumineux prennent l'aspect de véritables nodules fibroconiotiques, avec lésions bronchiolaires. Il faut souligner l'intensité et la rapidité du passage des poussières dans les espaces interstitiels, tandis que chez le rat, c'est l'accumulation intraalvéolaire qui domine, la voie septable étant très réduite.

Par suite, il est important d'étudier la capacité d'épuration des poussières du poumon de chat, par rapport à celui du rat. Des essais préliminaires effectués au CERCHAR avec un nombre réduit de chats, soumis à des empoussiérages assez variables (9 et 53 mg de charbon par g de poumon sec) montrent que l'épuration est lente : 14 et 12 % respectivement après cinq semaines.

Quel que soit l'animal employé, le déplacement des poussières dans les alvéoles et leur élimination par la voie bronchique sont sous la dépendance de cellules alvéolaires qui phagocytent activement les particules; ce sont des macrophages. Il est logique d'admettre que l'épuration pulmonaire est d'autant plus efficace que le nombre de ces macrophages est plus élevé; le nombre et l'origine de ces cellules peuvent par conséquent constituer des facteurs importants de l'opération de nettoyage des poumons et sur lesquels il serait peut être possible d'agir.

Des progrès ont été réalisés dans la connaissance de la structure et de la fonction de ces cellules qui peuvent être isolées suivant la technique récente de Myrwick. Leur structure a été précisée récemment par des études faites à Düsseldorf, à Münster, au CERCHAR et à l'Institut Pasteur de Lille.

Par des examens au microscope électronique de cette population de cellules d'animaux témoins, il a été mis en évidence au CERCHAR une véritable lignée cellulaire ayant son origine dans une petite cellule voisine du lymphocyte et aboutissant à une forme adulte volumineuse, activement phagocytée. Après empoussiérage, le charbon se révèle très phagocyté sans apporter de modifications cellulaires, tandis qu'avec la silice, en dehors d'assez nombreuses cellules mortes, les cellules phagocytes sont modifiées.

La numération des macrophages alvéolaires, recueillis selon Myrwick, après 4 à 17 jours d'empoussiérage, soit au charbon, soit à la silice, ne fait apparaître qu'un très léger accroissement du nombre de cellules.

A l'Institut Pasteur de Lille, on a étudié le comportement des macrophages alvéolaires de cobaye récoltés selon la technique de Myrwick et mis en survie in vitro.

Grâce à cette méthode, il a été possible de préciser différentes caractéristiques de ces cellules :

- la microcinématographie en contraste de phase révèle qu'au cours des jours qui suivent leur mise en survie in vitro, les macrophages alvéolaires s'étalent largement sur leur support de verre, développent une membrane ondulante très active, mais ne présentent pas de déplacements réels;

- l'aptitude phagocytaire de ces cellules peut être facilement mesurée, en présence de particules minérales ou de germe microbiens;

- de plus, diverses activités métaboliques des macrophages alvéolaires en culture in vitro ont pu être appréciées : consommation d'oxygène et intégration du phosphate 32 notamment.

Ces diverses recherches qui précisent le comportement in vitro des macrophages alvéolaires, ouvrent la voie à l'étude expérimentale des effets cytotoxiques de différents agents d'agression, tels que particules minérales diverses, substances toxiques, infections microbiennes ou virales, susceptibles d'intervenir par voie respiratoire chez l'animal ou chez l'homme.

La technique de [illegible], mise en oeuvre chez des animaux empoussiérés expérimentalement, apporte d'utiles renseignements sur la réponse cellulaire alvéolaire à l'inhalation de particules minérales. Les chercheurs de l'Institut Pasteur de Lille ont étudié comparativement les effets des poussières de charbon et des poussières de silice (cristobalite), sur les macrophages alvéolaires récoltés chez des cobayes soumis à un empoussiérage massif pendant des délais variant de 2 à 18 jours. La mise en survie in vitro apporte d'utiles précisions sur les modifications du comportement cellulaire à la suite de la phagocytose de ces deux types de poussières.

Chez les cobayes soumis à un <u>empoussiérage par le charbon</u>, les cellules alvéolaires récoltées contiennent de nombreuses particules dispersées dans le cytoplasme ou au contraire agglomérées en amas plus ou moins volumineux qui refoulent le noyau. Il n'existe pas, au contact de ces poussières, de réaction cytoplasmique décelable en contraste de phase.

De plus, la présence de poussières endo-cellulaires ne modifie pas le comportement dynamique des macrophages en milieu de survie : la membrane ondulante est largement déployée et présente une activité pinocytaire normale. Enfin, l'étude des échanges respiratoires et de l'aptitude phagocytaire ne révèle pas d'altérations de la vitalité cellulaire et de l'activité métabolique des cellules chargées de poussières par rapport aux cellules normales, mais au contraire une certaine exaltation de cette activité.

Chez les animaux soumis à un empoussiérage par la silice (cristobalite), les cellules alvéolaires ont un comportement très différent : elles apparaissent groupées en amas plus ou moins importants de 10 à 30 cellules, associées à des polynucléaires neutrophiles et à des cellules d'allure lymphocytaire. Ces macrophages alvéolaires sont arrondis, sans membrane ondulante visible. De nombreux cadavres cellulaires sont visibles sur les préparations. Au cours des jours qui suivent la mise en survie in vitro, les cellules altérées disparaissent, ne laissant subsister sur les préparations que des éléments cellulaires peu nombreux, d'allure normale, mais ne contenant pas de particules de silice.

Ces premières constatations démontrent tout l'intérêt de l'étude du comportement in vitro des macrophages alvéolaires récoltés après divers types d'agression du tissu pulmonaire et les possibilités remarquables que cette technique offre en physiopathologie respiratoire.

En ce qui concerne les mécanismes de traversée des parois alvéolaires, un premier point est en discussion. Les poussières passent-elles de l'alvéole dans l'interstitium à l'état de particules isolées ? Ou bien sont-elles véhiculées par des cellules phagocytaires ?

A Düsseldorf on pense que les particules ne peuvent pénétrer dans l'interstitium qu'à l'état isolé. Pour l'équipe du CERCHAR, elles pourraient, en plus, pénétrer sous forme de cellules à poussières.

A Münster, au contraire, on admet que les particules de poussière ne peuvent pénétrer qu'à l'état libre dans l'interstitium et les voies lymphatiques. Cette hypothèse est fondée sur les données suivantes : après inhalation de poussières inertes (corindon, oxyde de titane, etc.), de même qu'après inhalation de poussières toxiques (quartz), on trouve dans les alvéoles une masse de poussières phagocytées.

Au bout de quelques semaines, les granulomes de poussières de quartz ont, en général, une position périvasculaire et parabronchiolaire, tandis que les foyers de cellules à poussières, après empoussiérage au corindon ou à l'oxyde de titane, se trouvent le plus souvent à l'intérieur des alvéoles. A l'analyse chimique, on peut en outre constater qu'une grande partie du quartz atteint les ganglions lymphatiques extra-pulmonaires, tandis qu'une très faible quantité seulement de TiO_2 ou de corindon les atteint. On sait que le quartz, in vivo et in vitro, endommage et détruit les phagocytes, tandis que TiO_2 et Al_2O_3 ne les détruisent pas.

Si les phagocytes alvéolaires pouvaient pénétrer dans l'interstitium, on devrait alors trouver autant de TiO_2 et d'Al_2O_3 que de quartz dans les ganglions lymphatiques. Les foyers de poussières devraient alors également se trouver dans l'interstitium. D'après l'équipe de Münster, seules pénètrent dans l'interstitium les particules de poussières qui n'ont pas encore été phagocytées ou sont redevenues libres après la destruction des phagocytes. Etant donné qu'avec le temps, on voit se désintégrer également dans les alvéoles certains phagocytes qui ont emmagasiné des poussières inertes, certaines quantités de particules de poussières inertes parviennent naturellement aussi dans l'~~interstition et~~ dans les ganglions lymphatiques.

Un second point, le plus difficile, est de préciser le mode de traversée du revêtement alvéolaire et de sa basale. La traversée du revêtement alvéolaire paraît facile. Les bords des cellules ne sont pas soudés. Les bords cellulaires offrent une certaine mobilité. Entre elles, des interstices variables existent, à travers lesquels des particules isolées ou les cellules à poussières peuvent s'insinuer. Par contre, le passage de la membrane basale sur laquelle repose le revêtement semble bien constituer un obstacle sérieux, aussi bien du reste pour les poussières isolées que pour les cellules à poussières. Il faut donc envisager un ramollissement ou une transformation de la membrane basale. Ce point reste à fixer. Tant qu'il ne le sera pas, le problème de la pénétration restera entier.

Il faut retenir aussi ce fait que les poussières arrivées isolées sur le revêtement alvéolaire y sont d'abord phagocytées. Mais les macrophages qui les ont ingérées peuvent se disloquer et se désintégrer. Les particules redeviennent libres et peuvent alors pénétrer dans l'interstitium.

Le problème des modes de pénétration des poussières dans l'interstitium reste donc à résoudre.

Après leur passage dans les espaces interstitiels du poumon, les poussières suivent les voies lymphatiques et une partie migre vers les ganglions du médiastin.

Au cours des recherches effectuées à Münster (1962-1963) il a été observé que la poussière de quartz parvient plus rapidement et en quantité beaucoup plus grande dans les ganglions lymphatiques extra-pulmonaires que les poussières inertes, comme celles de TiO_2, de charbon et d'Al_2O_3. Ce phénomène a été appelé "lymphotropisme" et expliqué par l'action cytopathogène du quartz. Cette élimination lymphogène, ou lymphotropisme, constitue certes un processus d'épuration, mais un processus présentant une importance pathogénique considérable. Etant donné que la poussière de quartz s'accumule dans les ganglions lymphatiques et ne peut y être détruite, elle provoque une transformation fibrotique et une destruction de ces organes, c'est-à-dire une silicose des ganglions lymphatiques. Dans le cas de la poussière de quartz, l'épuration lymphatique n'est donc pas un processus utile.

Lorsqu'une poussière mixte contient beaucoup de quartz, une plus grande quantité de poussières inertes parvient aussi, en même temps que le quartz, dans les ganglions lymphatiques; ce fait présente également une grande importance pathogénique. Les études sur l'épuration lymphatique ont de nouveau confirmé le danger particulier que présente la poussière de quartz.

Anatomie pathologique des pneumoconioses et notamment de la pneumoconiose des houilleurs.

1. Considérations générales : pneumoconioses des houilleurs et des mineurs de fer

Une classification rigide dans le domaine de l'anatomie pathologique des pneumoconioses ne peut se concevoir. Les divers aspects de ces études, tant sur le plan descriptif que sur le plan de la terminologie, deviennent plus nuancés. Il y a lieu toutefois de diversifier l'étude des pneumoconioses des mineurs de charbon de celles des mineurs de fer. Les travaux récents militent dans ce sens. En effet, à l'encontre d'une conception uniciste, les observations tant cliniques qu'anatomopathologiques plus récentes, et qui furent confrontées lors de la réunion de Verneuil-en-Halatte, ont permis de consigner avec une précision accrue les acquisitions des centres de recherches de la C.E.C.A.

Les poussières de charbon sont atoxiques pour la cellule et n'agissent que par l'encombrement pulmonaire en cas d'exposition intense. En fait, aux poussières de charbon sont toujours associées à un taux plus ou moins considérable des poussières de roches siliceuses, d'où l'existence de formes de pneumoconioses à poussières mixtes. La silicose classique conserve cependant droit de cité, hélas, dans les industries de la C.E.C.A. et répond notamment aux pneumoconioses provoquées par les poussières dans lesquelles la teneur en silice libre (quartz, cristobalite) constitue la composante dominante.

Sur ce plan de nombreux travaux ont déjà été réalisés et se trouvent souvent référés au chapitre IV des études de physiologie et de pathologie du travail (pages 253 et suivantes).

2. Etude anatomopathologique des lésions

On peut considérer aujourd'hui comme bien fixée la structure des principales lésions de pneumoconioses humaines. Le premier plan avait conduit à achever cette connaissance dont l'étude avait commencé il y a de longues années.

Toutefois, un point demeurait obscur dans ce domaine. On ne pouvait établir que d'une façon très imparfaite les corrélations existant entre les images radiologiques et les lésions anatomiques des poumons chez qui on les constatait.

C'est pour préciser ces différences qu'un groupe d'experts s'est réuni le 21 juin 1962 à Verneuil-en-Halatte dans le Centre d'études et recherches des Charbonnages de France.

Au cours de cette réunion, il a été confirmé qu'on assiste à une transformation de la pneumoconiose à la fois sur le plan anatomique et sur le plan de l'évolution. Cette transformation a été attribuée essentiellement au progrès de la prévention du risque pneumoconiotique.

Au pathologisches Institut der Bergbauberufsgenossenschaft à Bochum où l'on possède une expérience qui repose sur plusieurs dizaines d'années de travaux anatomopathologiques poursuivis dans les milieux miniers de la Ruhr, on a constaté que les gros nodules ont presque disparu dans les constatations nécropsiques. Les observations faites au C.E.M.M. du Nord et de Pas-de-Calais qui ont pour base des constatations autopsiques, des constatations sur exérèse chirurgicale et des corrélations anatomoradiologiques plaident également en faveur d'une transformation anatomopathologique par rapport au passé et apportent les résultats suivants :

- les images "pin-head" correspondent à de petits amas fibroconiotiques très nombreux, péribronchiolaires avec emphysème focal intense;

- les images "micronodulaires" ont deux aspects radiologiques :

(1) pseudomicronodules qui sont en réalité des grappes de piqueté et correspondent à des amas fibroconiotiques péribronchiolaires plus importants avec emphysème focal;

(2) micronodules vrais à centre homogène correspondant soit à des amas pleins avec destruction de la bronchiole, soit à des nodules silicotiques;

- le fond pneumoconiotique nodulaire est toujours silicotique; dans certains cas le fond nodulaire peut être tuberculeux;

- radiographie standard normale : il peut exister un semis d'amas fibroconiotiques (avec un maximum de 12 par carré de 3 cm^2 sur la coupe de Gough) à répartition non uniforme. Il s'agit des pneumoconioses infraradiologiques.

Au cours de la même réunion, le directeur de l'Institut d'anatomopathologie de Münster, avait proposé une dénomination unitaire :

Les amas seraient appelés anthracose, dépôts sans signes radiologiques ni fibrose. Les lésions correspondant aux "pin-head" sont qualifiées d'anthraco-fibrose; les nodules sont de l'anthraco-silicose.

Cette proposition toutefois n'a pas été unanimement acceptée sur le plan terminologique mais on a été cependant d'acoord pour admettre la différence entre l'amas coniotique, irrégulier, en tête de méduse, par opposition au nodule de forme régulière et arrondie.

C'est le Pr HEPPLESTON, expert britannique bien connu, qui attribue cette distinction aux taux plus ou moins important de silice. Avec une teneur en silice élevée, on observe des lésions nodulaires. Il rappelle que pour NAGELSCHMIDT, au-dessus de 18 % de silice, on obtient des nodules silicotiques et au-dessous des lésions de pneumoconiose au charbon.

Etude des particules minérales par le spectrographe à infrarouges

Les spectres d'absorption de poussières minérales pures ont été enregistrés à l'aide du spectrographe à infrarouges au Silikoseforschungsinstitut à Bochum. L'étude englobe 55 minéraux apparaissant dans les poussières et susceptibles de pénétrer dans les poumons. La présence d'acide silicogène au spectre, en tant que phase intermédiaire possible lors de l'apparition de la silicose, a été démontrée. En outre, dans les poumons des ouvriers travaillant dans l'industrie du Kieselguhr, ce moyen d'investigation a permis de mettre en évidence de la cristobalite et du talc.

- Le champ d'action du microscope électronique

L'étude anatomopathologique a considérablement progressé grâce à l'utilisation du microscope électronique. A la faveur de cette méthode il a été possible, dans le cas de silicose, d'observer la présence dans les phagocytes de particules minérales de nature variée, aussi bien dans leur taille que dans leur nature. D'autre part, il a été possible de constater que les particules étaient suivies de réactions diverses de la part du protoplasme cellulaire. La Haute Autorité porte un intérêt particulier à ces recherches.

B). Etiopathogénie

Deux données importantes ont abouti à la conception étiopathogénique actuelle ; d'un côté, l'importance fondamentale de la toxicité du quartz pour les macrophages, dans le développement ultérieur des lésions, et, de l'autre, l'intervention de processus immunologiques dans la formation du nodule silicotique.

Il n'y a que peu de temps que l'on a résolu le problème de la cytotoxicité du quartz pour les macrophages et des conséquences immédiates de la nécrose des macrophages.

Chez l'homme et chez les animaux, le quartz recueilli dans le tissu pulmonaire interstitiel semble englobé par des macrophages d'origine histiocytaire locale ou monocytaire. Par la suite, ces cellules montrent des signes de souffrance et enfin de nécroses vacuolaires. Le macrophage en décomposition libère les poussières qu'il avait englobées. La poussière libérée est phagocytée par de nouveaux macrophages qui, à leur tour, tombent en nécrose. Ainsi se perpétue un processus de phagocytose et de nécrose des macrophages.

Il a été reconnu que, sans phagocytose de la silice par les macrophages, il n'y aurait pas développement de lésion silicotique. Cette démonstration a été donnée grâce à la méthode ingénieuse d'implantation de petites cellules remplies de poussière de quartz et pourvues de parois à micropores. En second lieu, on a découvert que le quartz détruisait les macrophages de manière extrêmement rapide et qu'il existait, au regard de la cytotoxicité, une spécificité tant des minéraux que des cellules. Les particules de silice à surface cristalline (tridymite, quartz lavé avec HF) bloquent en quelques minutes la synthèse protéique des macrophages; puis vient la paralysie de la consommation d'oxygène et de la production d'acide lactique. Seule la silice libre cristalline est toxique pour les macrophages; la silice amorphe, les silicates, le charbon, la poussière de fer, etc. sont loin de posséder la même toxicité que le quartz;

ils apparaissent même inoffensifs dans les expériences de culture in vitro. Il existe donc une spécificité du minéral à laquelle s'ajoute, fait très curieux et intéressant, une spécificité cellulaire.

En effet, seuls les macrophages d'origine histiocytaire ou monocytaire sont détruits par la silice.

Au terme des recherches récentes, il a été démontré que la nécrose des macrophages libère des substances stimulant l'activité des fibroblastes et la production par ces derniers de fibres collagènes. Le premier réseau de fibres collagènes, argyrophiles ou réticuliniques qui entoure et envahit peu à peu le granulome du macrophage, semble être une conséquence directe et immédiate de la nécrose des macrophages sur l'activité fibrillogénétique des fibroblastes.

L'apparition de nombreuses cellules de la série plasmocytaire autour des amas de macrophages en dégénération et, en second lieu, la précipitation de gammaglobulines sur les fibres réticulaires et collagènes néoformées, qui vont jusqu'à transformer le centre du nodule silicotique en une masse sclérohyaline, ont été reconnues comme étant de nature immunitaire. On peut donc admettre comme un fait sûrement démontré que le granulome macrophagique silicotique provoque une réaction immunitaire locale et dans les nodules lymphoïdes régionaux, avec apparition de cellules plasmocytaires et précipitation de gammaglobulines. Si ce point très important a pu être élucidé, il reste encore à déterminer quelles sont les antigènes qui provoquent la réponse immunitaire.

Quels que soient les antigènes en cause, leur capacité de produire des anticorps est grandement facilitée par "l'action adjuvante" du quartz.

L'antigène peut provenir soit du quartz, soit des protéines adsorbées sur le quartz et dénaturées, soit des macrophages détruits.

L'action adjuvante du quartz peut conditionner un accroissement local de processus pathologiques à base immunitaire; il est probable que ceci explique la pathogénèse des nodules de la pneumoconiose rhumatoïde (syndrome de Caplan), dans lesquels le dépôt de poussière pourrait localiser et augmenter les réactions immunologiques qui aboutissent à la formation du nodule rhumatoïde. En cas de silicose associée à une tuberculose, on se trouve face au cas intéressant de deux adjuvants pouvant agir l'un sur l'autre; en effet, le bacille de Koch peut également stimuler les réactions anticorps (comme c'est le cas lorsqu'il est incorporé dans l'adjuvant de Freund). Cette double action combinée du quartz et des mycobactéries pourrait expliquer la formation de grandes masses d'hyalin dans les cas de silicose associée à la tuberculose.

Tandis que ces altérations interviennent au niveau du poumon, apparaissent des réactions immunitaires généralisées qui se traduisent par des altérations séroprotéiques.

Il a été mis en évidence dans le sérum des silicotiques, avec une fréquence de 20 à 30 %, un facteur rhumatoïde qui réagit spécialement avec les gammaglobulines humaines; le facteur rhumatoïde étant une gammaglobuline identifiée (195) capable de réagir avec les gammaglobulines agrégées.

L'apparition fréquente d'un facteur rhumatoïde dans la silicose peut avoir une importance considérable, spécialement pour l'interprétation des pneumoconioses qui évoluent beaucoup plus rapidement que l'on pourrait s'y attendre vu la quantité de poussière inhalée ou qui présentent des aspects radiologiques et histologiques particuliers, comme par exemple dans cette forme d'association arthrite rhumatoïde-pneumoconiose, nommée syndrome de Caplan.

3. Pathogénèse de la pneumoconiose due aux poussières de charbon et spécialement de la fibrose massive progressive

La pneumoconiose due aux poussières de charbon, dans sa forme

dite simple, caractérisée par le "coal nodule", c'est-à-dire par un amas de macrophages localisés vers les bronches et les alvéoles dilatés à la suite d'emphysème, est essentiellement différente de la silicose en ce que la néoproduction réticulinique et collagène est peu importante et qu'il n'y a pas de phénomènes immunitaires (précipitation de gammaglobulines).

On sait que souvent, sans motifs apparents, les formes les plus avancées de la pneumoconiose simple due à la poussière de charbon se transforment en fibrose massive progressive. Jusqu'à ces dernières années, ce phénomène était interprété comme étant le résultat d'une association tuberculeuse; mais des recherches récentes plus poussées ont montré que la tuberculose n'entre en jeu que dans une partie seulement des cas de fibrose progressive massive tandis que la plupart des cas sont absolument dépourvus d'infections avec mycobactéries. Il est même vrai que l'on a décrit nombre de cas de fibrose massive progressive dans lesquels ce n'était pas la mycobactérie tuberculeuse typique qui était en jeu mais des mycobactéries atypiques, généralement non pathogènes pour les poumons sains. Il n'en est pas moins incontestable qu'un grand nombre de cas de fibrose massive progressive, sinon la majorité, sont exempts d'association tuberculeuse.

Dans certains de ces cas on a trouvé dans le sérum le facteur rhumatoïde; c'est pourquoi les chercheurs ont pensé qu'une réactivité rhumatoïde particulière, avec production du facteur rhumatoïde, était à la base des formes de fibrose massive progressive non associée à la tuberculose. L'étude de la fréquence du facteur rhumatoïde et de l'association avec l'arthrite rhumatoïde dans ces formes de silicose est encore actuellement en cours, de même que l'étude des lésions histologiques par la méthode de l'immuno-fluorescence.

4. Etude de la prédisposition individuelle à la silicose

L'importance accordée aux rapports entre la silicose et la pneumoconiose due au charbon, d'une part, et le facteur rhumatoïde,

de l'autre, s'explique par le fait que ces rapports ont fait apparaître comme possible l'hypothèse selon laquelle cette sensibilité à la silicose ou à la fibrose massive progressive dépendrait de la réactivité rhumatoïde du sujet.

Chez les sujets normaux, le pourcentage de personnes présentant une réactivité rhumatoïde est de 3 à 4 %; cependant, seule une petite partie d'entre eux souffrent d'arthrite rhumatoïde. Le pourcentage de mineurs de charbon sensibles à la pneumoconiose, c'est-à-dire à une fibrose progressive massive après moins de 10 ans de travail dans les mines, est également de 2 à 4 %, comme l'indique l'enquête statistique préliminaire effectuée parmi les mineurs de charbon. Cette concordance, la fréquence relative de l'association facteur rhumatoïde-pneumoconiose massive et la possibilité de produire expérimentalement le facteur rhumatoïde chez les lapins auxquels on a injecté du quartz, constituent les points d'appui d'une hypothèse sur la nature de la sensibilité à l'action des poussières contenant de la silice libre cristalline qui, si elle était démontrée, pourrait orienter la prévention médicale de la silicose et des pneumoconioses dans des voies nouvelles. Les problèmes liés à cette hypothèse sont actuellement étudiés du point de vue expérimental. Si les résultats sont favorables, on étudiera si et de quelle manière on peut passer à une enquête clinico-épidémiologique.

5. Substances capables d'inhiber le développement de la silicose

Chez les animaux, l'inhalation quotidienne de poussière d'aluminium après exposition au quartz retarde mais n'inhibe pas le développement de la silicose.

Des substances du type vitamines B 1 ont été expérimentées chez les animaux avec des résultats dignes d'un certain intérêt. Cependant, la substance qui s'est indubitablement révélée de loin la plus efficace et sur laquelle se sont cristallisées les espérances des chercheurs est la polyvinylpyridine-N-oxyde (isomère 2).

Une étape très importante a été ainsi franchie sur la voie de la prévention de la silicose. Il s'agit maintenant de préparer la substance de manière à pouvoir l'utiliser pendant une période prolongée et avec une innocuité absolue, avant de pouvoir passer à des essais d'expérimentation sur l'homme.

I - (2) Recherches cliniques sur les pneumoconioses

A. Recherches radiologiques

En vue de déceler les plus petites modifications silicotiques dans les poumons on a fait l'étude de l'application de la technique à rayons ultra-durs, obtenus à 150 - 200 kV. En même temps, on a utilisé un courant de tube de 100 mA qui a considérablement diminué l'amplitude des fluctuations de courant du secteur.

Comme l'accélération de la circulation sanguine dans les plus grosses branches de l'artère pulmonaire est de 3m/s (LUISADA, ZORN, STUMPF), on devra admettre dans la zone cardiaque des débits de 100 mm/s. Selon STIEVE, on aurait même mesuré des valeurs jusqu'à 1 000 mm/s dans des cas pathologiques. Il va de soi que ces mouvements s'étendent naturellement aussi aux petites modifications des espaces intra-pulmonaires. C'est pourquoi pour de petits objets, le flou dû au mouvement ne devra pas non plus être supérieur à ces valeurs lorsqu'on admet un flou dû à l'écran de 0,35 - 0,8 mm. Cela signifierait que le meilleur temps d'exposition pour la radiographie serait de l'ordre de grandeur de 1/100 s, et devrait au moins être toujours inférieur à 0,05 s. Cette considération vaut surtout lorsque la petite circulation est surchargée et l'accélération sanguine dans les branches de l'artère pulmonaire est renforcée.

Une bonne représentation des modifications tissulaires de nature silicotique exige surtout, du point de vue de l'optique radiologique, la mise en évidence des différences de noircissement entre le tissu pulmonaire, l'air et le liquide. Selon des considérations théoriques, cette condition pourrait être réalisée grâce à

l'application de la technique des rayons ultra-durs, car le contraste entre le tissu pulmonaire et l'air est essentiellement conditionné par les différences de densité, c'est-à-dire par les divers poids spécifiques. Plus le poids spécifique est élevé, plus le coefficient d'absorption diminue rapidement en cas d'accroissement de la tension, et plus la diminution de contraste est par conséquent renforcée. Ceci a pu être constaté surtout avec des radiographies faites à 200 kV.

On a néanmoins pu prouver de façon indiscutable qu'en appliquant la technique des rayons ultra-durs à 150 kV pour un courant de tube de 100 mA, on peut représenter les modifications silicotiques les plus faibles qui se produisent dans les poumons, surtout lorsqu'on utilise en radiographie des grilles pour rayons durs, d'un rapport de 15 : 1. Le mouvement de ces grilles doit évidemment pouvoir être varié en fonction du temps d'exposition.

En comparant des radiographies normales réalisées suivant la technique des rayons ultra-durs, on a constaté que sur ce type de clichés le dessin pulmonaire apparaît beaucoup plus nettement que sur les clichés réalisés suivant la technique usuelle. On a même observé des nodules extrêmement petits qui n'apparaissaient pas sur le cliché normal. Des examens comparatifs anatomo-pathologiques ont permis de confirmer que ces modifications correspondaient réellement à de très fines modifications tissulaires ou représentaient des fins vaisseaux sanguins et lymphatiques. Par ailleurs, on peut signaler que la technique des rayons ultra-durs permet également de différencier relativement bien les plus petites modifications tissulaires et les croisements de vaisseaux.

Ces derniers temps, on a obtenu les meilleurs résultats avec cette technique lorsqu'on a utilisé un écran spécial donnant un rendu encore plus net que les grilles fines. Lorsque la tension est supérieure à 150 kV, il se produit même avec cet écran spécial une structure finement granulée, si bien que cette technique à rayons ultra-durs ne peut pas encore être appliquée.

En cas de silicose accompagnée de tuberculose, une technique a fait ses preuves, qui consiste à utiliser les tensions de 150 kV, en disposant directement derrière le tube un filtre Al de 2 mm et en plaçant devant l'écran frontal une mince feuille d'étain. De cette façon on obtient une technique optimale pour la silicose ainsi que pour la tuberculose, c'est-à-dire cette technique a permis de bien déceler les moindres modifications silicotiques, même lorsque le patient était atteint de tuberculose.

Lorsqu'on a étudié l'effet des rayons X, on a constaté que l'image radiologique dépendait de la nature du dépôt de poussière et de la durée de rétention de la poussière. On a souvent affirmé qu'une poussière contenant 1 g de silicate provoque les mêmes modifications radiologiques que 9 g de charbon.

Des examens approfondis effectués par le Seminar für Silikosebegutachtung (Bochum) avec des rayons durs et mous n'ont pas permis de confirmer la thèse de RIVERS, WIESE, KING et NAGELSCHMIDT (1960), selon laquelle, en cas de pneumoconiose simple, les modifications radiologiques dépendent uniquement de la quantité de charbon et de poussière de silicate contenue dans les poumons. La réaction tissulaire dans les poumons est conditionnée à la fois par les minéraux siliceux et le charbon.

Au cours des dernières années, la Haute Autorité s'est consacrée à l'amélioration de la radiophotographie sur format 10 x 10 et a étudié de façon approfondie si ce format radiophotographique peut être utilisé pour des examens de contrôle.

En Italie, ce sont surtout CARAVAGLIA et FOSSATI qui ont étudié le problème du pouvoir séparateur de l'appareil de radiophotographie. Au Seminar für Silikosebegutachtung (Bochum) diverses méthodes ont été également appliquées pour déterminer la valeur du pouvoir séparateur de la caméra de radiophotographie. On a ainsi pu constater que le foyer joue un rôle essentiel. Ces derniers temps fut

utilisé un tube spécial Biangulix à anode tournante, qui peut supporter une grande charge. Ce tube se caractérise par son petit foyer de 0,6 x 0,6 mm et par le fait qu'il permet de faire des radiographies bien contrastées, même en radiophotographie, lorsqu'on place une grille fine devant le patient.

Pour mesurer le pouvoir séparateur, le Seminar für Silikosebegutachtung (Bochum) a d'abord utilisé les fenêtres de tube en matière plastique de FRANCKE, ce qui lui a permis de constater, en convertissant le plan du film en plan de l'objet, et en mesurant les secteurs qui sont encore tout juste visibles, que le pouvoir séparateur de l'appareil radiophotographique de 10 x 10 est encore de 0,3 mm lorsqu'on utilise le foyer fin. Le même résultat a été obtenu en utilisant une unité spéciale, mise au point par SCHUON. Même dans les zones pulmonaires périphériques, le pouvoir séparateur était encore de 0,3 mm, ce qui signifie que la grandeur d'un nodule conglomeré silicotique est encore reproductible. On sait que le contraste intervient également dans la valeur limite de reproductibilité. C'est pourquoi l'indication du pouvoir séparateur ne suffit pas pour caractériser la qualité d'un objet ou d'une émulsion. Aussi a-t-on introduit la notion de fonction de transmission du contraste. A cet effet, on tient compte du contraste d'intensité qui se produit entre les lignes claires et sombres à un endroit déterminé de l'image de la grille, et on le compare avec le contraste qui apparaît aux endroits de la grille qui présentent de grands intervalles de grille.

Ces recherches ont révélé que le pouvoir séparateur réel est de 0,3 mm.

Des examens comparatifs du grand format avec le format radiophotographique de 10 x 10 ont montré qu'en cas de début de silicose la concordance moyenne est d'environ 80 % pour le grand format, et atteint même environ 82 % pour le format 10 x 10. Lorsqu'on interprète des clichés pulmonaires de patients non atteints de silicose,

probablement silicotiques ou nettement silicotiques, la concordance moyenne est de 79 % pour le grand format et atteint même environ 80 % pour le format 10 x 10. Ces chiffres prouvent que si la technique appliquée est bonne et si l'on fait une double lecture, le format radiophotographique permet d'obtenir des résultats identiques sinon meilleurs que ceux du grand format. Il est nécessaire de connaître une technique spéciale à 150 kV avec le format radiophotographique, que l'on peut éventuellement combiner avec l'épreuve de Valsalva. On devrait toujours faire des radiographies à l'inspiration maximale, car ce n'est qu'alors que l'on obtient des images radiologiques optimales.

Double examen de 1 650 films 35 x 35 cm et 10 x 10 cm

Lecture séparée

35 x 35 cm

Diagnostic global	Diagnostic optimal				m
	0	X	+	Total	
0	42	7		49	86 %
X	7	685	231	923	74-86 %
+		103	575	678	71-85 %
Total	49	795	806	1650	env.79 %

10 x 10 cm

Diagnostic global	Diagnostic optimal				m
	0	X	+	Total	
0	40	9		49	82-85 %
X	7	675	242	924	73-88 %
+		87	590	677	71-87 %
Total	47	771	832	1650	env.80 %

= amplitude de la fluctuation

B. Recherches sur la normalisation des examens de la fonction respiratoire.

a) Normalisation des examens en physiopathologie respiratoire; conclusions et accords réalisés

Depuis plusieurs années, il est apparu indispensable d'unifier les méthodes d'examen pour le diagnostic et l'expertise des pneumoconioses. De même, la normalisation doit intervenir à propos de tous les problèmes de physiopathologie respiratoire concernant les travailleurs de la C.E.C.A., qu'il s'agisse de méthodes d'examen des malades, d'expression des résultats, de travaux théoriques ou de mise au point d'appareillage de sécurité et de sauvetage.

Le travail de normalisation a été une oeuvre collective et internationale, menée par plusieurs experts de la Communauté; il a été tenu compte de réalisations américaines (la nomenclature d'Atlantic City, par exemple) ou anglaise (le questionnaire du Medical research council, par exemple).

Dès 1955, une sous-commission a établi la définition des termes principaux et leurs traductions dans les différentes langues. Bien que partiel, ce premier résultat a été fort utile car il a permis d'entreprendre des enquêtes statistiques et, dans le même ordre d'idée de mettre au point un questionnaire abrégé pour l'étude de la bronchite chronique et de l'emphysème pulmonaire. Ce petit document établi dans les quatre langues est une base indispensable à tout travail statistique international ultérieur.

Un autre effort d'unification a été fait dans la normalisation des techniques de mesure et dans un domaine restreint : la spirométrie, qui a été codifiée dans un aide-mémoire, édité par les soins de la C.E.C.A. dans les quatre langues de la Communauté.

D'autres techniques mériteraient d'être unifiées, le volume résiduel, et peut-être la mixique et la diffusion. En ce qui concerne le volume résiduel, il semble que la technique de Knipping modifiée pourrait être proposée. En effet, la plupart des laboratoires pratiquent cette méthode de mesure du volume résiduel en circuit fermé avec un gaz témoin, l'hélium en général. Une étude expérimentale pour contrôler les résultats de Birath sur la solubilité de l'hélium serait nécessaire pour déterminer avec exactitude les coefficients de correction à utiliser. La normalisation de l'épreuve d'inhalation d'aérosols d'acétylcholine pose un problème très difficile et soulève des questions de physique théorique qui ne sont pas encore toutes résolues. Une étude en collaboration avec les physiciens est en cours sur les générateurs et la mesure des aérosols.

Dans une première phase des travaux, l'accord a été réalisé sur un certain nombre de faits expérimentaux : les aérosols sont dispersés selon une loi statistique difficile à déterminer expérimentalement pour plusieurs raisons dont la première est qu'ils ont une vie propre et évoluent grandement au cours du temps par coalescence ou évaporation. La seconde est que les méthodes de prélèvement et de comptages étaient, jusqu'à ces dernières années, extrêmement sujettes à erreur et que par conséquent, les répartitions granulométriques sont mesurées de façon assez imprécise. Sans entrer dans des considérations trop techniques, il faut signaler que dans une phase préliminaire les études ont été poussées sur des aérosols huileux car ces derniers ont l'immense avantage de ne pas s'évaporer ou s'enrichir aux dépends de la vapeur d'eau. Une huile de référence a été mise au point pour que les différents laboratoires puissent mener à bien les recherches. (Laboratoire expérimental de Physique de l'Assistance Publique de Paris).

Le deuxième point qui est apparu est que les échantillons d'aérosols prélevés correspondent toujours à une statistique tronquée

par au moins deux phénomènes : les grosses gouttelettes sont mal prélevées tandis que les trop fines sont impossibles à mesurer. Il n'est donc pas nécessaire de connaître la loi statistique de répartition des gouttelettes pour pouvoir restituer au comptage granulométrique les éléments qui sont absents et là surgit tout de suite une difficulté : si l'on emploie une loi statistique valable pour le diamètre des gouttelettes il faut employer une autre loi pour leur poids et par conséquent pour la quantité d'acétyl-choline qu'elles transportent éventuellement. Une seule loi statistique échappe à cette difficulté : c'est la loi Logarithmico-Normale pour analyser les résultats spirographiques des sujets normaux. Aujourd'hui la loi Logarithmico-Normale est de plus en plus employée et les programmes de calcul sont bien établis. Cette loi asymétrique convient en général beaucoup mieux aux données expérimentales, tant en biologie qu'en économétrie et en physique, et possède en outre la propriété suivante : si une grandeur est logarithmico-normalement dispersée, son carré, son cube et toute autre puissance restent aussi logarithmico-normalement dispersés. Ainsi le diamètre et le volume des gouttelettes (donc leur poids) peuvent suivre la même loi statistique avec la même dispersion relative ce qui simplifie grandement l'expérimentation. Les contrôles expérimentaux ont montré qu'à la mauvaise précision des mesures granulométriques près, les particules d'aérosols pouvaient être assimilées à un nuage logarithmico-normalement dispersé. La moyenne à prendre en considération est la moyenne géométrique dans le cas de la loi logarithmico-normale.

Récemment de nouvelles méthodes d'étude des aérosols permettent de réaliser avec plus de précision les comptages granulométriques, et on peut espérer que sous peu, il sera possible de donner aux laboratoires des méthodes précises pour pouvoir régler leurs générateurs d'aérosols grâce à une technique simplifiée. Grâce à

cette technique, il sera facile de préciser les doses de drogue inhalées lors des épreuves d'acétyl-choline, par exemple. D'autres recherches fort importantes pour la santé des travailleurs de la C.E.C.A. pourront en découler car une meilleure connaissance de l'inhalation des aérosols conduit aussi à une meilleure connaissance des modalités de l'inhalation de poussières, ce qui reste une préoccupation constante en milieu minier.

L'activité de la commission de normalisation de la C.E.C.A. s'est orientée aussi vers l'établissement de la détermination de tables de valeurs limites du normal. Il a fallu d'abord établir un étalon de volume, puis contrôler les spirographes qui étaient en général correctement étalonnés. Mais le problème est beaucoup plus difficile que celui de l'établissement de simples valeurs moyennes : en effet, il est nécessaire de faire une série d'hypothèses statistiques pour le résoudre, car il s'agit de statistiques compliquées de problèmes d'échantillonnage. Pour résoudre un tel problème, on se trouve devant deux alternatives : ou bien accepter sans réserve les données expérimentales et cela conduit à admettre que la loi statistique varie avec l'âge pour que l'on puisse rester en bon accord avec les données de la clinique, ou bien considérer que le hasard élémentaire est indépendant de l'âge et cela conduit à admettre que les données expérimentales ne peuvent être parfaites, ce qui implique qu'il soit très difficile de sélectionner des sujets normaux. Il est bien évident que devant un tel choix les opinions sont divisées et que les tenants des deux tendances se rencontrent.

Ces résultats obtenus sur trois groupes de sujets, à savoir : les groupes "sportifs", "travailleurs" et "sédentaires", suivent des lois parallèles. C'est le groupe travailleurs des mines qui a été retenu pour l'établissement des normes; il donne des résultats un peu plus élevés que ceux que l'on observe chez les sédentaires, sur lesquels avaient été établies les formules proposées par différents auteurs dans le passé.

Quelques auteurs admettent qu'un certain nombre de sujets pathologiques ont pu échapper à l'investigation clinique. Une contre-expérience faite en Allemagne et en France tend à prouver cette dernière hypothèse. Finalement par mesure de simplification mathématique, des normes basées sur les hypothèses suivantes ont été établies :

La loi logarithmico-normale de dispersion des résultats est indépendante de l'âge, par conséquent elle peut être établie avec précision étant donné le grand nombre de résultats recueillis.

Les normes établies doivent être indépendantes du poids du sujet sinon on s'expose à voir une amélioration des valeurs théoriques en cas d'obésité progressive du sujet ce qui est inacceptable cliniquement car l'obésité ne va pas de pair avec une amélioration fonctionnelle.

Finalement les résultats obtenus ont abouti à des tables qui sont un compromis entre les différentes exigences et les différents résultats. Ceux-ci ont été ajustés sur des groupes importants de travailleurs de mines, hollandais et français qui se situaient au-dessous des "sportifs" et au-dessus des "sédentaires".

Un autre problème est en discussion : c'est celui de la spécification de l'effort; dans un premier temps un appareil de contrôle des ergomètres a été construit. Après une enquête effectuée dans divers laboratoires de la Communauté il apparaît indispensable de rechercher un accord sur une série de conventions portant sur l'appareillage, sur les modalités de l'effort, sur les méthodes de mesure et de définir au préalable un certain nombre de notions compte tenu de nouveaux accords internationaux qui ont défini de nouvelles unités de mesure, notamment le Joule qui est devenu l'unité de quantité d'énergie avec abandon de la calorie qui ne représente pas une unité d'énergie calorique suffisamment bien définie (*).

(*) En France, ces accords ont été ratifiés par le décret n° 61-501 du 3 mai 1962 (journal officiel de la république française du 20 mai 1962, p. 4 584 - 4 593)
1 calorie = 4,1855 Joules.
La calorie est la quantité de chaleur nécessaire à élever de 1° C la température de 1 gramme d'un corps, dont la chaleur massique est égale à celle de l'eau à 15° C sous la pression atmosphérique normale (101 352,0 pascals). En physiologie, on utilise surtout la kilocalorie.

Valeurs énergétiques des trois classes d'élements		
	Kilocalories/gramme	Kilo/Joule/gramme
Protéines	4,75	19,9 ≃ 20
Lipides	9,4	39,4 ≃ 40
Glucides	4,1	17,2 ≃ 17

Coefficient thermique de l'oxygène			
	Kil.Cal/lit.O_2 à 0° C et sous 760 mm de Hz	Kilo/Joule/lit.O_2	Kilo/Joule/Moles d'O_2
Protéines	4,64	19,4	435
Lipides	5,10	21,3	478
Glucides	4,70	19,7	441

Cela représentera un effort pour établir des tables afin de convertir les résultats classiques dans les nouvelles unités internationales, ce qui ne change rien aux résultats classiques ni leur utilisation pratique. Un autre problème en matière de mesure d'effort va se poser dans le choix des méthodes de contrôle, soit en circuit ouvert, comme l'ont fait beaucoup de physiologistes, soit en circuit fermé comme l'ont fait beaucoup de cliniciens : il faut arriver à définir une technique d'épreuve d'effort destinée non à la physiologie mais à la médecine du travail et par conséquent simple, courte et à l'abri des tentatives de simulation.

Conclusions et accords réalisés lors de la réunion des groupes de travail "Normalisation" au sujet des méthodes d'examen pour le diagnostic et l'expertise des pneumoconioses le 26 octobre 1964 "

Au cours de cette réunion, un large échange de vues a eu lieu et a abouti aux conclusions suivantes :

1° La création d'un groupe de travail ayant pour charge de régler les problèmes de terminologie et de symbolique en physiologie respiratoire. Il est en effet indispensable de procéder à une unification des termes et à une définition unique de chaque terme pour permettre une bonne compréhension des travaux des instituts des pays de la C.E.C.A.

2° La détermination de la capacité résiduelle fonctionnelle et du volume résiduel étant considéré comme actuellement bien établie, il s'agit de régler la question de la rédaction et de la vérification de la méthode. Un texte sera rédigé par plusieurs experts et soumis aux groupes de travail dans les 6 mois.

3° La normalisation en hémodynamique étant réalisée, les textes paraîtront au cours de 1965.

4° En ce qui concerne la diffusion, il apparaît que les techniques ne présentent pas une homogénéité suffisante et une réunion est projetée en vue de jeter les bases d'un accord à ce sujet.

5° Au sujet des moyens de laboratoire permettant de contrôler la régulation acido-basique dans le sang, l'unanimité s'est faite pour estimer que le problème n'est pas encore mûr. Il est convenu d'attendre les conclusions qui pourraient se dégager d'une imposante réunion prévue par l'Académie des Sciences de New York et consacrée à ce sujet.

6° Y a-t-il lieu de réviser les normes publiées par la C.E.C.A. sur la capacité vitale, le volume expiratoire maximum/seconde et le rapport VEMS/CV ?

A ce sujet, il est rappelé qu'on a trouvé, au cours du travail de normalisation, différents groupes de population, par exemple les sportifs, les mineurs, les sédentaires,etc.; mais il est apparu que ces différents groupes formés de gens ayant une activité comparable, suivaient, par rapport à l'âge, une évolution sensiblement parallèle, mis à part les enfants et les vieillards (chez lesquels la définition du normal est difficile, et qui avaient été rejetés des normes publiées, ne concernant pas la C.E.C.A.)

Le groupe de travail estime qu'on peut passer d'une catégorie à l'autre en utilisant un coefficient de correction. Par exemple, pour passer des valeurs publiées pour les hommes à celles des femmes, ce coefficient est d'environ 0,90.

Après ces quelques mises au point, une révision des tables normales publiées par la C.E.C.A. n'est pas à entreprendre, la validité de celles-ci étant confirmée.

b) Normalisation des épreuves d'effort; conclusions et accords réalisés

Une étude comparative des diverses épreuves d'effort a été réalisée dans les pays de la Communauté et son importance réside dans le fait que ces épreuves sont utilisées pour l'estimation du taux d'invalidité des mineurs atteints de silicose.

Le Nederlands Instituut voor Praeventieve geneeskunde à Leiden (Prof. Bonjer) a rapporté de cette étude les conclusions qui sont reproduites ci-après.

L'intérêt de cette étude est considérable; en effet, il y a lieu de considérer que les épreuves d'effort, servant à déterminer le taux d'invalidité, sont à la base du calcul des pensions des travailleurs silicotiques.

Or, la détermination du taux d'invalidité est faite d'une manière différente selon les pays car elle dépend des lois en vigueur dans les pays respectifs.

La Haute Autorité, consciente de la nécessité d'une normalisation des épreuves d'effort et intéressée aux conséquences de la migration des mineurs d'un pays à l'autre, a créé les groupes de travail sur "la normalisation des épreuves pour l'étude de la fonction respiratoire".

Les indications des épreuves d'effort

Des experts de la Haute Autorité ont visité 32 instituts de la Communauté : les épreuves d'effort sont utilisées dans deux cas, l'expertise et le diagnostic.

On constate qu'un plus grand nombre de malades est soumis aux épreuves d'effort lorsqu'il s'agit d'une expertise que lorsqu'il s'agit de l'établissement d'un diagnostic.

On peut expliquer cette différence par le fait que dans les expertises, on a besoin d'un résultat global cardio-pulmonaire que fournit excellemment l'épreuve d'effort, alors que pour le diagnostic, on veut isoler et étudier séparément chaque fonction.

Les résultats des épreuves d'effort portent sur 3 grandes rubriques :

- les données ventilatoires,
- les données circulatoires,
- les données chimiques du sang artériel.

21 Instituts attribuent aux données ventilatoires la plus grande importance;

il y en a 21 qui accordent aussi une grande valeur aux variations de la fréquence cardiaque;

13 se basent surtout sur l'étude du sang artériel;

26 n'emploient les méthodes d'analyse sanguine que sur indications spéciales.

Les ergomètres utilisés et les résultats de leurs étalonnages

Les statistiques suivantes ne concernent que les instituts visités par les rapporteurs de la Commission "Normalisation" et qui utilisent ces appareils à l'étude de la silicose minière, d'où une réduction du nombre de références de 32 à 29.

Les types d'ergomètres rencontrés ont été :

- la bicyclette,
- la manivelle,
- le tapis roulant.

Quelques laboratoires seulement disposent en même temps de plusieurs types d'ergomètres.

Dans 4 instituts, le step/test est toujours employé (escabeau avec 1 ou 2 marches).

	France	Italie	Allemagne	Benelux	Total
Bicyclette	7	3	10	16	30
Manivelle	1	0	4	0	5
Tapis roulant	0	2	0	2	4

Ils comprenaient :

- plusieurs prototypes, ceux du Prof. Coppée, du Prof. Cara, et du Dr Balgairies;
- 11 ergomètres de Lode (*);
- 4 de Müller;
- 4 de Fleisch;
- et 3 de Jaëger.

Tous les appareils à manivelle étaient ceux de Dargatz (**) exception faite pour les ergographes de Cara et de Lanooy, qui peuvent aussi en comporter une.

Aucun des tapis roulant n'était fabriqué par le même constructeur !

(*) fabriqués par Lode à partir de prototype de Lanooy.

(**) construites sur les conseils de Knipping.

Les étalonnages, faits à la demande des instituts, ont été effectués avec l'appareil étalon du Nederlands Instituut voor Praeventieve Geneeskunde.

Et ceux-ci ont permis tout d'abord de distinguer parmi les causes d'erreurs, celles qui étaient dues à un manque d'entretien de celles résultant d'une mauvaise conception de l'appareil et d'un étalonnage initial inexact.

D'ailleurs des étalonnages faits à plusieurs années d'intervalle ont montré, dans la plupart des cas, une reproductivité satisfaisante. Il faut signaler à ce sujet que chaque fois qu'un appareil est transporté, démonté ou modifié même légèrement, il est nécessaire de refaire un étalonnage.

Les ergomètres à manivelle selon Knipping comportent, incorporée, une possibilité d'étalonnage individuelle, et comme les pertes dues aux transmissions sont très faibles, les vérifications faites ont montré qu'ils étaient parfaitement corrects (*).

Les résultats de l'étalonnage des bicyclettes de Fleisch ont montré qu'il existait une excellente corrélation entre la valeur indiquée et la valeur réelle. (Cet appareil comporte aussi un étalon incorporé et les pertes en frottement dues aux transmissions sont compensées très correctement).

Ergomètres à fréquence fixe, aussi, les bicyclettes de Müller (ne comportant pas d'étalon incorporé) montrent un pourcentage d'erreurs inférieur ou égal à 10 % jusqu'à 100 W, mais ces erreurs peuvent atteindre pour certains appareils plus de 10 % au-dessus de 100 W.

Ergomètres à fréquence variable, les bicyclettes de Jaëger, exceptée une machine mal entretenue où la différence atteignait 30 %, montrent une bonne corrélation entre les valeurs indiquées et les valeurs réelles.

(*) A ceci près qu'il serait souhaitable que la lecture de l'ampèremètre soit plus aisée.

L'emploi de cet ergomètre apparaît comme étant limité par le fait que le volant d'inertie est insuffisant et, donc, n'aboutit pas à un effort constant.

La vérification de l'étalonnage des bicyclettes de Lanooy, qui sont aussi conçues pour permettre un effort constant à fréquence variable, a mis en évidence, lorsqu'il n'existe pas d'étalon incorporé dans la machine-ce qui est le cas le plus le plus fréquent - l'importance de l'étalonnage initial à l'usine car, et jusqu'en 1962, mis à part le prototype, il n'a pas paru correct. Par contre, les derniers appareils, correctement étalonnés au départ, se sont montrés exacts.

A l'occasion de l'étude de ce type d'ergomètre, qui comporte une caisse fermée autour du disque de cuivre, il a été possible d'évaluer l'importance des variations de la température de ce disque. Lorsque celle-ci augmente, par exemple, au cours d'un effort de longue durée, l'échauffement du cuivre produit une augmentation du taux réel en comparaison avec la valeur indiquée.

Enfin, quoique les bicyclettes ergométriques de Jaëger et de Lode soient conçues pour permettre une variation de la vitesse au pédalier, tout en conservant une puissance constante, les étalonnages ont montré l'influence importante des variations de fréquence sur la puissance produite. Les erreurs peuvent alors atteindre 4% pour une variation de 10 tours par minute, autour de la fréquence 60, c'est-à-dire entre 50 et 70 par minute. Cette erreur est due à l'énergie perdue en frottement qui est variable avec la fréquence.

Les caractéristiques de ces différents appareils sont résumées dans le tableau suivant.

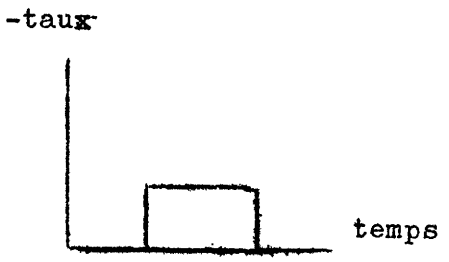
TABLEAU I

Caractéristiques des ergomètres décrits		Ergomètre de Lanooy	Ergomètre de Fleisch	Ergomètre de Müller	Ergomètre de Jaëger	Ergomètre de Knipping
Fréquence du pédalier	variable	X			X	
	constante		X	X		X
Volant d'inertie	insuffisant				X	
	suffisant		X	X		
	largement calculé	X				X
Puissance disponible	0 - 200 W	X	X	X	X	X
	0 - 250 W	X	X	X		X
	0 - 300 W	X	X			X
	0 - 400 W	X				
Augmentation automatique de la puissance		X+)		X		
Etalon incorporé			X			X

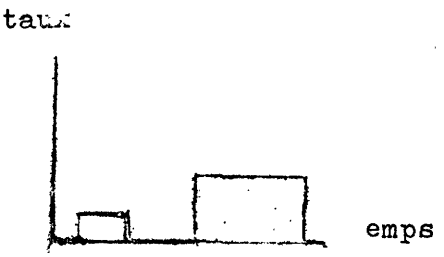
+) Appareil additionel en vente.

LES TYPES D'EFFORT EFFECTUES

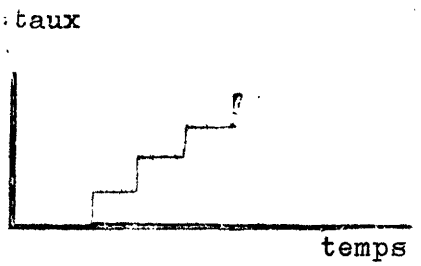
En principe, il existe 4 modalités d'effort que l'on peut résumer par 4 schémas



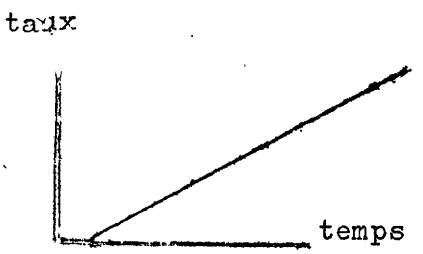
a) rectangulaire



b) rectangulaire après échauffement



c) en échelon



d) triangulaire

1) Les épreuves rectangulaires (16 instituts)

7 fois l'épreuve dure 10 minutes, 4 de 15 à 20 minutes, 4 fois aussi moins de 10 minutes. Les puissances demandées sont très variables (même à l'intérieur d'un institut) et s'échelonnent entre 50 et 200 W.

2) Les épreuves d'effort en échelon (8 instituts)

Elles ont aussi été effectuées selon des schémas différents : les échelons peuvent avoir une valeur de 20 à 30 W et chacun d'eux avoir une durée de 2 à 3 minutes. Elles se terminent lorsque le sujet a bien supporté tous les échelons prévus ou après l'apparition de symptômes nécessitant l'arrêt de l'épreuve :

a) soit subjectifs :
- dyspnée
- douleur précordiale
- sensation d'épuisement

b) soit objectifs :
- changement dans le tracé de l'E.C.G.
- apparition d'une cyanose
- élévation anormale de la tension artérielle
- accélération de la fréquence cardiaque au-dessus d'une valeur souvent déterminée à l'avance (150 à 180 mn).

3) Les épreuves triangulaires

Elles sont pratiquées dans 3 instituts et l'augmentation de l'effort est partout régulièrement de 10 W par minute.

4) Au cours de ces visites, il a été constaté que l'échauffement n'est jamais tel qu'il est présenté sur le diagramme, et il n'y a qu'un seul institut qui se sert d'une période d'échauffement de 4 minutes immédiatement suivie d'une épreuve d'effort du type en échelon.

Etude physiopathologique

Dans les différents instituts, au cours de ces épreuves d'effort ont été étudiées :

1) La fonction respiratoire au moyen de la mesure

- de la ventilation(V),
- de la fréquence ventilatoire,
- de la consommation d'oxygène (VO_2),
- du rejet de gaz carbonique (VCO_2),
- de l'équivalent respiratoire à l'oxygène,
- du quotient respiratoire,
- du "Sauerstoff déficit",
- de la dette (O_2),
- des pressions partielles de gaz carbonique (PCO_2) et d'oxygène (PO_2) dans l'air expiré,
- du pneumotachogramme.

2) La fonction circulatoire, appréciée par l'étude de

- la fréquence cardiaque,
- la pression artérielle,
- l'électrocardiogramme.

3) Les modifications chimiques du sang artériel

- saturation oxyhémoglobinée (éventuellement par méthodes non sanglantes),
- pression partielle d'oxygène (PO_2),
- pression partielle de gaz carbonique (PCO_2),
- pH,
- dosage de l'acide lactique,
- dosage de l'acide pyruvique,
- détermination des bicarbonates normalisés,
- et calcul de "Base Excess" (B.E.).

Les mesures de V, de la fréquence respiratoire et de la $V\dot{O}_2$ ont presque toujours été faites (23/29 instituts).

Les 6 autres se basent sur la fonction circulatoire ou les résultats des examens du sang artériel.

Il y a aussi quelques instituts qui attribuent la plus grande valeur à la mesure de la PO_2 et PCO_2 dans l'air expiré.

Le "Sauerstoff déficit" est mesuré dans 6 laboratoires, la dette d'O_2 dans 7 autres et personne n'est d'accord sur leur importance.

Pour l'étude de la fonction respiratoire on peut choisir un système ouvert ou un circuit fermé. Le premier est employé dans 5 laboratoires; dans ces cas, on mesure la ventilation dans un spiromètre de Tissot, avec un pneumotachographe ou un compteur à gaz. Un seul institut se sert des sacs de Douglas. La concentration d'O_2 dans l'air expiré y est mesurée avec un analyseur d'oxygène paramagnétique selon Pauling ou avec un diaphéromètre ou bien encore selon la méthode d'Haldane.

Aucun de ces laboratoires n'a prévu des précautions particulières pour garantir une normalisation de l'ambiance (humidité, T°) au cours des efforts.

Tous les autres instituts utilisent les circuits fermés et en particulier :

- le spiromètre de Knipping (7 d'entre eux),
- le métabographe de Fleisch (6 instituts),
- le Pulmotest de Godart (4),
- le spirographe de Lode (2),
- l'appareil de Hartman et Braun (1),
- et un prototype.

Aucune précaution n'a été prise pour normaliser la température de l'air inspiré, les utilisateurs se contentant des qualités de leurs appareils.

Quand on se sert pour ces mesures d'une méthode en circuit fermé, le métabographe de Fleisch seul permet de mesurer la production de CO_2. Il va sans dire que le QR ne peut alors être mesuré avec ce métabographe.

Seuls quelques instituts mesurent le PO_2 et PCO_2 à chaque expiration.

Quant à l'équivalent respiratoire à l'O_2, il n'est pas toujours calculé et il existe une grande diversité d'opinions sur sa valeur, 8 instituts seulement s'en servent régulièrement.

La fréquence cardiaque est comptée au pouls, ou par des méthodes pléthysmographiques (à l'aide d'une cellule photo-électrique à l'oreille), ou bien en utilisant un cardiotachomètre ou l'électrocardiogramme.

21 instituts l'étudient à chaque fois et 13 mesurent ainsi la tension artérielle.

Un enregistrement continu de l'électrocardiogramme pendant l'épreuve d'effort n'est faite que dans 16 instituts seulement.

Le pH, la PCO_2 et la PO_2, la saturation oxyhémoglobinée dans le sang artériel sont mesurés dans 13 instituts, après ponction artérielle. Il y a 2 laboratoires seulement qui emploient la technique d'échantillonnage d'Astrup. Une grande diversité règne aussi quant aux appareils servant à l'étude du sang artériel.

La PO_2 est contrôlée dans 5 instituts; mais l'électrode employée est, dans la plupart des cas, une électrode de Clark modifiée; les dosages de l'acide lactique et pyruvique sont faits uniquement dans 3 instituts et encore dans quelques cas particuliers.

Enfin, les calculs des "Base Excess" et des "bicarbonates" normalisés sont très rarement faits.

L'oxymétrie non sanglante est utilisée dans 11 instituts.

A la suite de cette enquête, il résulte qu'il existe une unanimité d'opinions parmi les chercheurs sur la grande importance de l'épreuve d'effort pour les expertises. La plupart d'entre eux l'estiment même indispensable. Mais il a été trouvé une grande diversité de procédure et d'interprétation. Elle peut en partie s'expliquer par les législations différentes selon les pays, l'acceptation ou non par les travailleurs d'une ponction artérielle, le temps disponible, avec ou sans hospitalisation, pour effectuer ces examens, le nombre et la qualité du personnel médical et technique.

Très diverses sont aussi les opinions sur les fonctions que l'on doit étudier, soit pendant, soit après l'effort, pour la détermination de l'invalidité.

Mais deux problèmes d'ordre général se posent toujours : le premier est la difficulté de prédire des possibilité maximales à partir d'épreuves sub-maximales; elles sont effectuées sur ce mode pour essayer d'éviter les risques entraînés par l'épuisement, lors des épreuves chez ces malades. Toutefois 5 instituts s'efforcent d'obtenir la consommation d'O_2 maximale après avoir pris toutes les précautions médicales indispensables et obtenu l'entière coopération du sujet.

Le second est la difficulté d'interpréter les résultats des épreuves d'effort en terme de capacité de travail pour 8 ou 9 heures d'affilée.

Certains chercheurs ont essayé de résoudre ce dernier problème en sélectionnant un certain nombre de critères subjectifs : d'autres tirent leur conclusion de la confrontation, des résultats de tous les examens : cliniques, radiologiques et fonctionnels.

EN CONCLUSION :

1. Tous les instituts sont d'accord pour attribuer une importance plus grande aux épreuves d'effort, en expertises plutôt qu'au cours des diagnostics.

2. L'ergomètre le plus souvent utilisé est la bicyclette.

3. Quoique l'effort rectangulaire soit encore très employé, un effort en échelon ou triangulaire semble donner de meilleurs renseignements.

4. Parmi les fonctions étudiées, c'est la fonction respiratoire qui est la plus complètement analysée.

5. Les efforts sont réalisés en vue d'aboutir à une normalisation de la méthodologie et des techniques par un choix dans l'appareillage et une identité dans l'étalonnage.

Les avantages et les inconvénients des systèmes ouverts et des circuits fermés devraient être bien définis afin de pouvoir recommander le meilleur d'entre eux, cela pour faciliter et unifier l'étude de la fonction respiratoire.

Dans le même esprit, on pourrait normaliser la mesure de la fréquence cardiaque et choisir une dérivation électrocardiographique préférentielle.

Enfin, dans le domaine des examens du sang artériel, il serait utile de confronter l'expérience des différents instituts, afin que soient donnés aux experts les moyens de définir une doctrine dans ce domaine en pleine évolution technique.

Accords réalisés dans le domaine de la normalisation des épreuves d'efforts

Lors d'une réunion organisée par la Haute Autorité le 26 octobre 1964, un échange de vues a eu lieu sur les termes du rapport présenté par le Prof. Bonjer.

Le Prof. Belt estime qu'une équivalence entre les différents ergomètres est réalisable, leur utilisation étant une question d'opportunité, suivant le travail effectué par l'ouvrier.

Le Prof. Margaria est d'avis que le meilleur appareil pour l'étude de l'effort est le tapis roulant, mais intransportable et coûteux. L'épreuve du "step", par sa simplicité lui semble d'un emploi beaucoup plus facile et permet d'obtenir presque tous les renseignements dont on a besoin, en particulier la puissance aérolique maximale. Il y a lieu toutefois de déterminer aussi la puissance anaérolique disponible et le rendement musculaire.

Il faut noter toutefois à propos de ce test que le poids du malade intervient, de même la fréquence de la montée, la hauteur des marches etc... (Prof. Sadoul).

Le Dr Rosenkranz pense que la bicyclette est très intéressante, car c'est elle qui permet le plus de variations possibles quant à la position du sujet (assis, couché, etc...). Il précise qu'un effort de standardisation des épreuves ergométriques a été réalisé par le groupe de recherche de médecine sportive dont le groupe de travail pourrait utilement s'inspirer.

Le Prof. Bonjer fait remarquer à ce propos que le pédalier est assez mal approprié pour l'effort en position couchée, en particulier au cours du cathétérisme et précise qu'il est possible d'établir des coefficients à partir des comparaisons entre les différentes consommations d'O_2, pour un même effort.

Après cet échange de vues, les experts se mettent d'accord pour

a) estimer que la bicyclette est l'ergomètre à normaliser dans le cadre de la C.E.C.A.

b) quant à la méthodologie de l'épreuve d'effort, il est décidé de considérer deux sortes d'épreuves d'effort :

- d'une part une épreuve simple et rapide de dégrossissage,
- d'autre part une épreuve plus complète, donc plus longue, pour des investigations plus poussées.

L'épreuve triangulaire sera à la base de l'épreuve simple de dégrossissage, les investigations plus poussées devant devant faire appel aux épreuves rectangulaires ou autres, de complément si nécessaire.

c) les experts décident enfin de normaliser une épreuve triangulaire par un effort de 60 Wats au début en augmentant de 10 Wats toutes les minutes avec la recherche des paramètres suivants :

- la mesure de la ventilation en litre/minute,
- la mesure de la consommation d'oxygène,
- la mesure de la fréquence cardiaque (calculée si possible sur l'E.C.G.),
- ainsi que la prise de la pression artérielle.

A titre de contrôle, les épreuves doivent être répétées une deuxième fois.

Six instituts acceptent de faire des recherches sur les bases ainsi définies.

C. Recherches de physiopathologie respiratoire

Si dans les années antérieures à 1960, les recherches poursuivies dans ce domaine avaient surtout visé à obtenir des valeurs normales et à préciser les apports de la spirographie, dans l'étude des maladies professionnelles, durant ces cinq dernières années les recherches se sont orientées différemment. Les centres ayant bénéficié de l'aide de la Haute Autorité disposent maintenant d'un matériel satisfaisant et d'un personnel compétent beaucoup plus nombreux que dans le passé.

D'autre part, les chercheurs ont pu au cours de voyages d'étude et de réunions spécialisées échanger leurs opinions sur les techniques et les résultats. Ces échanges, ainsi que l'amélioration des conditions de travail ont permis d'aborder des domaines plus spécialisés et d'acquérir d'importantes connaissances sur les perturbations secondaires aux maladies pulmonaires les plus fréquemment observées chez les travailleurs du charbon et de l'acier.

Les méthodes d'investigation ont également progressé, et il est apparu de nouvelles techniques dont certaines peuvent être dès maintenant accessibles à la médecine du travail pour dépister les anomalies fonctionnelles chez les travailleurs dont ils ont la charge.

Pour mieux saisir l'importance des acquisitions faites grâce aux recherches subventionnées par la Haute Autorité, il apparaît préférable de diviser ce rapport en deux parties : d'une part, les progrès techniques réalisés durant ces cinq dernières années, et d'autre part, les perturbations secondaires à la silicose et à la bronchite.

TECHNIQUES D'INVESTIGATION

ETUDE DE LA VENTILATION PULMONAIRE

La mesure des volumes et des débits ventilés a l'inconvénient d'exiger une parfaite coopération du malade. Technique actuellement bien codifiée employant des appareils qu'il est désormais facile d'étalonner, et en général satisfaisante, la spirographie mérite encore d'être largement utilisée en médecine du travail. Mais pour obtenir des résultats dépendant moins de la coopération des ouvriers, comme pour tenter une approche plus précise des phénomènes ventilatoires, deux autres techniques ont été étudiées durant ces dernières années par les divers groupes. Ce sont la mécanique ventilatoire, le mélange intra-pulmonaire ou mixique et enfin les tests pharmacodynamiques.

Mécanique ventilatoire

Pour des raisons pratiques, seules les propriétés mécaniques du poumon et des voies aériennes sont l'objet de mesures de routine. Ces mesures exigent l'enregistrement simultané du volume ventilé, du débit aérien et de la pression appliquée aux poumons et aux gaz. Les variations de la pression endo-oesophagienne sont souvent prises comme témoin des variations de la pression intra-thoracique. Ces variations de la pression endo-oesophagienne sont étudiées à l'aide d'un ballonnet placé dans le tiers inférieur de l'oesophage. Ce ballonnet doit être suffisamment long et être rattaché par une sonde non déformable au système d'enregistrement de pression. L'Ecole de MARGARIA à Milan, le groupe de PETIT à Liège ont largement insisté sur les causes d'erreurs liées au ballonnet. Il semblait que la technique soit bien codifiée; en réalité, la technique du ballonnet est sujette à d'assez nombreuses causes d'erreurs et un certain nombre de groupes tendent actuellement à l'abandonner.

Un autre inconvénient du ballonnet est la nécessité pour l'ouvrier examiné d'avaler une sonde semi-rigide que certains sujets ne parviennent à avaler qu'avec de grandes difficultés.

Pour mesurer d'une façon satisfaisante les variations du volume ventilé, il est nécessaire de disposer d'un appareillage parfait, dénué d'inertie et qui suit avec rigueur les variations parfois brusques du débit aérien. En particulier, le moment de débit nul doit être facilement identifiable. Pour cela, les spirographes à cloche et même ceux moins résistants à soufflet ne sont pas parfaitement satisfaisants. Il est préférable d'utiliser un pneumotachographe et, si l'on veut enregistrer le volume, de pratiquer une intégration de pneumotachogramme. Grâce au ballonnet associé à une mesure convenable du débit ventilatoire, il est possible de mesurer l'élastance qui est égal à la variation de pression sur la variation de volume, ou son inverse, la compliance qui est égale à la variation de volume sur la variation de pression. On peut également étudier le travail ventilatoire dynamique.

Compliance et élastance obtenues par ce dispositif sont parfois à qualifier de dynamique par opposition à l'élastance pulmonaire statique qu'étudie une technique différente : la méthode des apnées. Malheureusement, l'élastance statique théoriquement plus intéressante que l'élastance dynamique ne peut pas être étudiée d'une façon pratique chez l'ouvrier silicotique ou bronchitique, car on doit obtenir une coopération rigoureusement variée. Aussi a-t-on recours, en général, à des méthodes continues pour enregistrer la compliance "dynamique". Celle-ci s'élève avec la fréquence et le degré d'élévation varie suivant la nature de la maladie. C'est pourquoi la plupart des auteurs aussi bien à Nancy qu'à Moers am Rhein mesurent la compliance à des fréquences ventilatoires variables de 5,15 et 45 par minute pour Worth. L'élévation de l'élastance pulmonaire avec la fréquence n'est pas importante chez l'adulte sain et lorsqu'on l'observe, elle résulte probablement d'erreurs dans la détermination des moments de débit nul, ainsi qu'y ont insisté PETIT et PESLIN. Par contre, chez les bronchiteux, l'élévation de l'élastance pulmonaire avec la fréquence est un phénomène peu discutable et retrouvé dans divers laboratoires.

La mesure du travail ventilatoire dynamique grâce au procédé de la "boucle" a été largement utilisée. Mais les battements cardiaques entraînent des oscillations du tracé des pressions qui gênent la mesure.

Aussi avec PETIT, peut-on conseiller la construction du diagramme pression volume à partir des enregistrements séparés pression intra-oesophagienne, volume ventilé, débit.

Le caractère délicat des mesures à l'aide du ballonnet oesophagien mérite d'être souligné : on peut conclure avec Petit que les résultats de mesure d'élastance pulmonaire sont affectés d'une variabilité non négligeable d'un cycle à l'autre. Cette variabilité provient notamment des oscillations cardiaques de la pression oesophagienne, des erreurs de repérage des instants de débit nul, des variations de la position ventilatoire, des modifications de l'état antérieur des poumons ... En effet, l'élastance est assez nettement affectée par l'état antérieur des poumons et les résultats varient si le sujet a fait quelques inspirations profondes, ou même simplement un soupir avant que l'expérience ne soit commencée.

Parmi les autres propriétés mécaniques pulmonaires souvent étudiées, la mesure des résistances dynamiques a fait l'objet de différentes recherches. Certains auteurs mesurent de façon différée la pression endo-alvéolaire par interruption du débit aérien; cette méthode pratique pouvant être utilisée sans la coopération de l'ouvrier, qui ne perçoit pas nettement l'interruption périodique et relativement courte du courant aérien, a été prônée par Petit. D'autres auteurs, en particulier les Allemands, ont préféré utiliser le pléthysmographe largement utilisé depuis de longues années en Amérique. En Europe, ces techniques n'ont pas encore fait l'objet de publications très importantes et le matériel utilisé reste délicat.

Ainsi, malgré les travaux importants menés par les équipes de Bochum, de Moers, de Liège, de Nancy, concernant la mécanique ventilatoire, il reste encore à trouver une technique facilement utilisable en médecine du travail et donnant des résultats réellement reproductibles en ce qui concerne la résistance des voies aériennes, le travail ventilatoire et l'élastance ou la compliance pulmonaire.

Mixique pulmonaire.

Le mélange intrapulmonaire encore appelé mixique ou distribution aérienne conditionne pour une part la qualité des échanges respiratoires. L'équipe de Hasselt utilise un analyseur d'azote ou nitrogenmeter. A l'occasion de leurs mesures et de leur interprétation, ils ont passé en revue les différentes méthodes et les divers indices utilisés jusqu'à présent pour l'étude de la mixique pulmonaire. Ils ont souligné que les divers indices étaient basés sur l'hypothèse que les poumons étaient assimilables à un ensemble de soufflets en parallèle se ventilant de façon synchrone mais entièrement autonome et pouvant avoir des vitesses de lavage différentes. Ce modèle déjà complexe n'est pas entièrement satisfaisant. En effet, les voies respiratoires supérieures constituent un espace mort commun à tout le système. Entre cet espace mort et les alvéoles, existe aussi une ventilation d'espace disposée en série. Malgré ces réserves, l'analyse des courbes de dilution suivant Fowler est la plus poussée jusqu'à ce jour, et c'est celle que les auteurs de l'Institut d'Hygiène des Mines ont appliquée aux concentrations d'azote alvéolaire.

Tests pharmocodynamiques.

Il est intéressant chez le malade spastique de pratiquer des tests pharmacodynamiques qui sont soit bronchodilatateurs, soit broncho-constricteurs.

Les tests bronchodilatateurs avaient déjà été étudiés dans le précédent programme par Friehoff et Karrasch de Bochum. Ils ont été l'objet d'une nouvelle étude statistique de Patigny et Minette. Cette étude statistique très poussée permet de souligner que la dispersion des mesures est élevée et qu'il est indispensable de disposer d'un nombre important d'essais si l'on veut obtenir des résultats valables. Ces auteurs ont utilisé différentes substances, en particulier l'isoprénaline, l'adrénaline, le thiozinamium, et l'orciprénaline.

En ce qui concerne les tests bronchoconstricteurs, des commissions ad hoc se sont intéressées particulièrement à la quantité d'acétylcholine réellement apportée par les aérosols au niveau des bronches, une sous-commission a été nommée pour élucider ces problèmes. Elle comprend en particulier Messieurs Minette et Cara qui se sont réunis à plusieurs reprises mais n'ont pu encore résoudre correctement le problème.

D'autres groupes, en particulier Ulmer en Allemagne et Orie en Hollande se sont préoccupés de la réaction des bronches à courant d'air froid. Ces essais ont été combinés dans certains cas avec des expositions de poussière. Ulmer pense qu'il n'apparaît pas d'hypersensibilité spécifique à la poussière et qu'il n'y a pas de différence évidente en ce qui concerne la sensibilité aux poussières entre les personnes qui sont exposées et celles qui ne le sont pas.

ECHANGES RESPIRATOIRES.

Détermination indirecte de la $Paco_2$.

Comme le soulignent Serra et Visser, la connaissance de la pression artérielle de CO_2 est d'une grande importance dans l'étude de la fonction pulmonaire. Cependant beaucoup d'auteurs répugnent à faire une ponction artérielle pour connaître ces Pco_2. Une méthode indirecte consiste en la réinspiration ou "rebreathing" pour obtenir la pression de CO_2 dans le sang veineux mêlé. Ces techniques ont été largement employées durant ces dernières années par les auteurs anglo-saxons, en particulier Collier et un peu plus tard Campbell. Les études pratiquées par les auteurs hollandais ont montré que la réinspiration offrait une approximation qui n'était qu'assez médiocre; en effet, il y a une déviation standard de 3 mm Hg et d'autre part il est fréquent d'obtenir des différences plus élevées entre la pression artérielle vérifiée par ponction artérielle et la pression estimée par la technique de réinspiration. Pour cette raison, les auteurs concluent qu'on ne peut utiliser cette méthode que pour suivre l'évolution d'un malade dont on aura

antérieurement déterminé la Pco_2 artérielle directement.

A l'heure actuelle, les mesures de gaz du sang sont de plus en plus couramment faites grâce aux électrodes. Pour la Po_2, cette technique est bien au point et a complètement supplanté la méthode de microtonométrie de Riley à laquelle Brasseur avait consacré une étude très attentive. L'électrode de Gleichmann et Lübbers est la plus fréquemment employée pour la mesure de la Po_2, tandis que pour la Pco_2 il s'agit d'une électrode de verre avec une membrane de Teflon. Les différents modèles actuellement sur le marché donnent satisfaction. Les recherches avec ces électrodes, maintenant bien au point, ont été faites surtout pour déterminer les limites des valeurs normales. Pour la Po_2 et la Pco_2, Ulmer a fait des études sur les variations en fonction de l'âge. Ces études ont été faites au repos et à l'effort. Elles montrent une décroissance de la Po_2 avec l'âge; la moyenne à soixante ans au repos est à 79 mm Hg, tandis qu'elle est à 90 mm Hg au voisinage de la trentaine. La Pco_2 varie peu avec l'âge chez le sujet sain.

Les gradients de CO_2 ont été étudiés chez les sujets sains par Sartorelli, par Ulmer et par le groupe de Nancy. Le gradient de CO_2 chez le sujet sain est faible et ne semble pas dépasser 3 mm Hg au repos. Sauf chez le sujet au-dessus de soixante ans, pour lequel Ulmer trouve des gradients alvéolo-artériels de 6 mm Hg en moyenne. Evidemment, la valeur de ces gradients sera plus élevée si au lieu de prendre le point alvéolaire de fin d'expiration, on prend le point de milieu d'expiration comme le souhaite Lacoste.

La technique de ventilation alvéolaire par voie sanglante a été employée suivant la technique maintenant classique par plusieurs groupes. Les diverses recherches faites chez le sujet normal ont montré que le rapport ventilation alvéolaire/ventilation globale était nettement abaissé lorsque la fréquence s'élevait. L'innovation intéressante est celle de Lacoste, qui propose un système simplifié pour mesurer la ventilation alvéolaire par voie sanglante, n'exigeant

plus un spirographe compliqué comme le métabographe de Fleisch, par exemple. Cet auteur emploie un sac à fuites retardées qui est peu encombrant; l'emploi d'analyseurs physiques permet d'obtenir rapidement les résultats en ce qui concerne la phase gazeuse.

Les échanges alvéolo-capillaires ont été largement étudiés par la technique de transfert de l'oxyde de carbone. Cette technique appelée souvent test de diffusion au CO peut être faite soit en régime stable, soit suivant la technique plus souvent utilisée de l'apnée ou inspiration unique.

La technique de l'inspiration unique ou d'apnée a été étudiée par le Professeur Denolin et son groupe. Ces auteurs cherchent surtout à préciser les valeurs normales et leurs variations en fonction de l'âge. On sait, en effet, que l'une des critiques faite à cette technique est l'importante dispersion des résultats observés au sein d'un même groupe d'âge. Par contre, la reproductivité est ainsi satisfaisante chez un même sujet si l'on veut bien standardiser le test. Au cours d'une réunion ad hoc, le Dr. Cotes de Cardiff a précisé l'importance de cette standardisation et les moyens utilisés en Grande-Bretagne. Malgré les mesures multiples faites chez des sujets sains pour le même niveau de volume pulmonaire, la capacité de diffusion en apnée varie de 10 cm^3/mn par mm Hg à 30 cm^3/mn par mm Hg. Maugieri de Pavie utilise la méthode de rebreathing et a étudié 97 sujets normaux, la moyenne observée est de 26,9 $\pm$ 0,53 ml/mn/mm Hg. La corrélation avec l'âge et avec la surface corporelle a été également étudiée.

D'autres groupes utilisent la méthode en régime stable à l'aide d'un analyseur rapide au CO. En particulier, Dechoux et Pivoteau ont largement utilisé cette technique aux Houillères du Bassin de Lorraine. Ces auteurs ont montré qu'il fallait tenir compte de la ventilation et que le rapport DCO/VT était préférable à la seule expression de DCO. Ces auteurs insistent aussi sur l'intérêt qu'il y a à pratiquer l'épreuve en hyperventilation ou au cours d'un effort de faible intensité.

Ces techniques de transfert du CO ont été également étudiées par le groupe de Maugeri en Italie, par Vanroux en Belgique et par le groupe de Nancy. Enfin, des réunions de travail ont permis de confronter les différents points de vue sans arriver à un accord complet. Les partisans de la méthode du régime stable insistent sur le fait qu'elle peut être pratiquée facilement au cours de l'effort, tandis que les partisans de la technique d'apnée montrent qu'elle est bien reproductible chez un sujet donné et qu'elle est très simple à mettre en oeuvre.

ETUDE DE LA CIRCULATION

Les méthodes de mesure du débit cardiaque sans cathétérisme ont été particulièrement étudiées. C'est ainsi que Margaria a proposé une méthode très simple qu'il intitule "détermination non sanglante du débit cardiaque chez l'homme". La méthode de Margaria est une application du principe de Fick en prenant comme gaz de référence le CO_2. La pression partielle de CO_2 dans le sang veineux mêlé est obtenue par l'auteur grâce à des réinspirations successives. Selon l'auteur, l'erreur est très faible sur la Pco_2 et des études faites chez le chien ont permis de penser que le débit cardiaque calculé sans ponction artérielle, ni prélèvement de sang mêlé, était exact à 20 % près environ. D'autres groupes se sont efforcés d'étudier la technique de la thermodilution; c'est le cas de Fritze travaillant en liaison avec Bretschneider. En envoyant 1 cm^3 d'eau glacée au niveau de la veine cave supérieure et en suivant la température du sang artériel grâce à une thermistance, on peut obtenir des résultats très valables de débit cardiaque. Ces mesures peuvent être répétées plusieurs fois par minute. Les auteurs belges, en particulier Lavenne et Denolin pensent qu'avec les colorants, il est aussi possible par l'utilisation du fox green et d'un bon colorimètre de répéter à plusieurs reprises les épreuves. Ces techniques sont évidemment extrêmement prometteuses et on peut espérer qu'elles seront un jour applicables en médecine du travail de routine.

Les valeurs normales des données hémodynamiques de la circulation pulmonaire ont donné lieu à des discussions importantes. Finalement une commission ad hoc s'est arrêtée à la décision suivante : lorsque la pression artérielle pulmonaire moyenne est comprise entre 15 et 20 mm Hg, le résultat est considéré comme situé dans une zone douteuse que certains admettent déjà comme étant franchement pathologique. Par contre, les valeurs supérieures à 20 mm Hg au repos sont considérées comme nettement pathologiques. En ce qui concerne les épreuves d'exercice, lorsque l'exercice n'est pas très intense, la pression artérielle pulmonaire ne s'élève que très modestement et cette élévation reste, selon Toussaint, inférieure à 30 mm Hg pour la pression artérielle pulmonaire moyenne chez des sujets sains et pour des efforts intenses.

Le groupe de Hasselt, avec Kremer, a étudié sous la direction du Professeur Lavenne le débit cardiaque et le volume sanguin central par radio-cardiographie à l'aide d'albumine humaine marquée à l'Iode 131. Cette albumine est injectée dans la veine cave supérieure. La courbe de premier passage du traceur est enregistrée au niveau de l'air précordial par un scintillomètre. L'extrapolation des courbes droite et gauche permet le calcul du temps moyen de circulation centrale. La concentration finale du produit radio-actif dans le sang et l'hématocrite permettent de calculer le volume circulatoire total, le débit cardiaque et le volume sanguin central. Chez l'homme normal, le volume sanguin central est voisin de 1,2 l. et représente entre 21 et 25 % du volume sanguin total; les mesures successives, répétées au repos à une demi-heure d'intervalle chez les mêmes sujets, montrent que la corrélation est très bonne pour la mesure du volume sanguin total. Par contre le débit cardiaque et le temps moyen de circulation pulmonaire mesurés par cette technique s'avère comme moins reproductible.

R E S U L T A T S

Perturbations secondaires aux affections pulmonaires des travailleurs du charbon et de l'acier.

Les recherches effectuées chez les sujets malades ont été extrêmement nombreuses et il est difficile, dans le cadre restreint de ce rapport, de donner une idée complète des recherches. Notons que les recherches ont été poursuivies, non seulement chez des sujets vus en expertise, mais aussi dans un grand nombre de cas, chez des sujets n'ayant aucune doléance et travaillant encore régulièrement. La thèse de Brasseur constitue un excellent exemple de recherches systématiques faites chez les silicotiques encore au travail et d'autre part chez des silicotiques pensionnés.

D'une façon générale, il se dégage de ces études qu'en ce qui concerne la pneumoconiose des mineurs de charbon, il existe souvent des perturbations des échanges respiratoires. Ces perturbations sont bien montrées par les études de gaz du sang et on peut également les mettre en évidence grâce au test de transfert du CO. Il est frappant de souligner combien à égalité d'aspect radiologique, d'âge, d'antécédents professionnels et de tests spirographiques, deux malades peuvent présenter des résultats, en ce qui concerne les gaz du sang, totalement différents. Certains sujets sont hypoxiques dès le repos, plus souvent l'épreuve d'effort fait apparaître l'hypoxie. De toute façon, lorsque l'on emploie les techniques de mesure de pression partielle d'oxygène dans le sang, l'hypoxémie est évidemment plus facilement mise en évidence que par la saturation oxyhémoglobinée qui est peu fidèle pour les valeurs voisines de la normale

Les études hémodynamiques ont montré que, si le pneumoconiotique ne présentait que rarement au stade de début de la pneumoconiose une hypertension artérielle pulmonaire au repos, celle-ci pouvait apparaître pour un effort relativement peu important, confirmant la gêne subjective de ces sujets..De toute façon, l'hypertension artérielle pulmonaire reste modérée chez le silicotique et le bronchiteux chronique. D'une façon générale, les sujets qui présentent une saturation oxyhémoglobinée inférieure à 92 % sont très fréquemment, pour ne pas dire toujours, hypertendus artériels pulmonaires au repos et plus encore à l'effort. Cependant, dans certains cas de silicose d'importance moyenne, il existe une hypertension artérielle pulmonaire nette au repos et à l'effort en dehors de toute perturbation des gaz du sang.

L'étude des corrélations entre les anomalies électrocardiographiques et les anomalies hémodynamiques de la circulation pulmonaire fait ressortir qu'au stade prémonitoire les critères proposés ne sont pas toujours capables de dépister avec certitude l'hypertension artérielle pulmonaire. Cette absance de corrélation fait souhaiter à beaucoup de médecins qu'une étude communautaire soit entreprise dans le prochain programme pour déterminer quels sont les meilleurs signes permettant de prévoir, en l'absence de cathétérisme, qu'il existe une hypertension artérielle pulmonaire.

Les perturbations observées chez les mineurs de fer qui ne présentent jamais de silicose macronodulaire, ni même de formes radiologiquement sévères de la silicose, sont particulièrement intéressantes à considérer. Au cours de cette pneumoconiose, il existe assez souvent une hypoxémie sans hypercapnie concomitante, c'est-à-dire que la pression partielle d'oxygène ou même la saturation oxyhémoglobinée sont abaissées et la valeur du CO_2 reste normale. Ces anomalies s'accentuent assez souvent à l'effort. D'autre part, les possibilités de travail de ces sujets sont parfois abaissées alors que la pneumoconiose est radiologiquement très discrète. Enfin, il n'est pas rare de voir chez les sujets les plus dyspnéiques une hypertension artérielle pulmonaire au repos s'accusant nettement à l'effort. Bien entendu, cette hypertension artérielle reste modérée.

Chez les bronchitiques, les perturbations fonctionnelles ont été également très largement étudiées. L'intérêt des divers chercheurs se porte surtout sur les hypercapniques et hypoxémiques ne présentant pas de syndrome obstructif net. En effet, autrefois beaucoup d'auteurs pensaient qu'ils n'existait dans la bronchite chronique de troubles des échanges respiratoires que si la spirographie décelait un syndrome obstructif. L'expérience montre qu'il est loin d'en être toujours ainsi. De même les échanges respiratoires sont quelquefois plus perturbés que ne le laisseraient penser la clinique et en particulier la dyspnée.

L'accord est loin d'être fait entre les différents groupes de chercheurs sur la fréquence des différentes anomalies énumérées dans les différents groupes professionnels des travailleurs du charbon et de l'acier. Pour certains auteurs, les anomalies ne surviendraient au cours de la pneumoconiose, par exemple, que pour des stades avancés et resteraient très fréquentes et surviendraient déjà à un stade radiologique assez discret. Il est certain qu'à ce point de vue des enquêtes complémentaires sont indispensables. L'accord n'est pas fait non plus sur la nature des perturbations fonctionnelles les plus précocement observées. Pour certains auteurs allemands, comme Ulmer, la mécanique ventilatoire serait précocement atteinte. Pour certains auteurs français, ce sont les échanges respiratoires qui seraient les premiers touchés. Dans le premier cas, il conviendrait de recourir aux études mécaniques et à la pléthysmographie, dans la seconde les tests de dépistage et de tri devraient être avant tout des tests de transfert du CO.

Ainsi, il apparaît que si de très grands progrès ont été réalisés durant le précédent programme de recherches au point de vue des techniques d'investigation, comme au point de vue de la nature des anomalies observées, il reste encore un important travail à accomplir pour connaître la fréquence de ces diverses anomalies et pour déterminer quelles sont les anomalies les plus précocement observées au cours des pneumoconioses.

D. Thérapeutique des troubles respiratoires

En ce qui concerne la thérapeutique des maladies des voies respiratoires, il y a lieu de faire une distinction entre la prophylaxie d'une silicotuberculose, la thérapie d'une bronchite chronique et la thérapie d'une silicotuberculose fermée.

Au sujet de la prophylaxie de la silicotuberculose il faut signaler que la prophylaxie INH n'a pas été reconnue par plusieurs chercheurs dans divers pays. On avait l'impression que l'administration prématurée d'INH entraîne éventuellement une résistance, et que cette résistance fournit alors de mauvais résultats lorsqu'on a recours à une thérapie spécifique.

L'étude du problème des complications tuberculeuses des affections pneumoconiotiques a conduit les chercheurs à rechercher l'index tuberculinique des collectivités de mineurs. A l'occasion de cette étude, s'est posé le problème du contrôle de l'activité des différentes tuberculines. L'Institut Pasteur de Lille et l'Instituut fur Longenonderzaek de Heerlen ont obtenu des grandes zones de dispersion avec les diverses tuberculines.

Les recherches sont poursuivies en France et aux Pays-Bas. On envisage également de contacter l'Organisation Mondiale de la Santé en vue de parvenir à une meilleure standardisation du RT 23 recommandé jusqu'ici; à ce sujet, la vaccination au BCG a été étudiée surtout par des chercheurs français. Il s'est avéré qu'il ne faut pas sous-estimer l'effet préventif du BCG sous prétexte qu'il n'est que relatif. D'après l'expérience révélée par la littérature mondiale, il correspond aux résultats obtenus avec les vaccins antipoliomyelitiques (80 %).

Certains chercheurs ont estimé que la situation épidémiologique mondiale de la tuberculose exigerait l'application systématique du BCG en vue de la suppression totale de la tuberculose.

En ce qui concerne le traitement de la bronchite chronique, l'unanimité de vues a pu être réalisée pour l'essentiel; il semble opportun d'avoir recours à un antibiotique à large spectre.

L'Institut de médecine du travail de Padoue a obtenu des résultats particulièrement favorables avec un aérosol sympathicomimétique.

Divers chercheurs ont également étudié l'effet de certaines substances pharmacodynamiques chez des patients atteints de bronchites chroniques. On a constaté un effet indéniable sur la ventilation pulmonaire, la fréquence respiratoire, la saturation artérielle en oxyhémoglobine et la pression partielle d'oxyde de carbone. A cet égard, il ne faut cependant pas oublier que des phénomènes d'intolérance peuvent se produire, qui pourraient dépendre de la dose administrée, mais aussi, et surtout, de la vitesse de l'injection intraveineuse.

Il y a encore lieu de signaler que pour divers types de bronchites on peut également utiliser avec succès la coramine et le micorène. De nombreux chercheurs ont recommandé l'utilisation de préparations à base de cortisone, à raison d'une dose de prednisolone de 10 mg par jour. Divers auteurs estiment que ce traitement peut être appliqué sans danger pendant une période prolongée.

En ce qui concerne la thérapie de la silicotuberculose fermée, il faut d'abord signaler que ces essais de traitement n'ont pas été effectués sur les patients chez lesquels on avait diagnostiqué avec certitude une tuberculose accompagnée d'une silicose; on avait déduit la silicotuberculose du seul diagnostic radiologique. Les résultats des traitements appliqués çà et là (Ball en Grande-Bretagne, l'Institut médical Ste Barbe à Lanaaken et la medizinische Klinik Bergmannsheil Bochum) n'ont pas été encourageants. En aucun cas, on n'a constaté une régression des nodules. Dans certains cas, on a réalisé une stabilisation; dans d'autres, le mal a même progressé.

Le traitement conservateur a été effectué avec les tuberculostatiques suivants : streptomycine, isoniazide, cyclosérine, PAS, puridoxine et pyracinamide. La durée du traitement a varié. Dans de nombreux cas, le traitement a pris plusieurs années. Dans certains cas, le malade a été traité pendant douze mois, après quoi le traitement fut interrompu. La résorption d'une caverne observée avant le traitement n'a été constatée que dans de rares cas.

Il y a encore lieu de signaler que pour la chimiothérapie spécifique de la silicotuberculose il faut tenir compte tout particulièrement de l'âge pour le dosage. Par ailleurs, il est à noter qu'en somme, dans les six pays, on n'applique pour le moment que le traitement triple à la streptomycine, à l'INH et au PAS. Le dosage est approximativement le même dans tous les pays si bien qu'il est superflu de fournir de plus amples détails à ce sujet. Il y a toutefois lieu de signaler que le traitement dure au moins un an.

Lorsque le traitement est rigoureusement appliqué, le résultat est très favorable. Ainsi la medizinische Klinik Bergmannsheil Bochum a pu signaler lors d'une réunion, qui a eu lieu le 29 mai 1963 à Lille, que les patients de silicotuberculoses ouvertes, qui, jadis, c'est-à-dire en 1950/51, n'avaient plus à vivre que 2 ans, peuvent désormais vivre encore 10 à 12 ans.

Les examens statistiques allemands ont fourni le résultat suivant : de 1932 à 1961, l'âge moyen atteint par les premiers silicotiques indemnisés est passé de 45,8 à 56,6 ans. Pour les malades atteints de silicotuberculose, l'âge moyen est passé de 49,1 à 60,1 ans.

Il apparaît que l'âge moyen atteint par les malades décédés des suites de la silicose concorde presque avec l'âge des silicotuberculeux. En 1961, l'âge moyen atteint par les malades atteints de silicose pure était de 64,8 ans, celui des silicotuberculeux, de 63,7 ans.

Ces examens statistiques montrent que la thérapeutique qui est axée sur la silicotuberculose, a été extrêmement précieuse.

Pour être complet, il y a lieu de signaler que le résultat dépend naturellement de l'extension des modifications silicotiques qui accompagnent la tuberculose.

Il faut souligner que pour pouvoir appprécier exactement le cas, il importe d'introduire la nouvelle classification internationale (Genève 1958) dans tous les pays. Des clichés standards appropriés pour les mineurs des charbonnages ont déjà été sélectionnés pour cette classification. On envisage également de compléter ces films standards par des représentations schématiques en vue d'améliorer le diagnostic.

II. AUTRES AFFECTIONS PULMONAIRES

Etudes concernant la Bronchite et l'Emphysème

A. Recherches épidémiologiques :

Fréquence et prévalence de la bronchite

Plusieurs enquêtes ont déjà été entreprises sur la fréquence de la bronchite chez les travailleurs des diverses industries qui relèvent de la C.E.C.A. Sartorelli, Worth, Sadoul, Symansky, Carstens et nombre d'autres ont publié des chiffres à ce sujet. Mais ces chiffres ne prennent un sens que si on les compare aux chiffres relatifs à la fréquence des affections chroniques des voies respiratoires en dehors des entreprises et à l'intérieur ou en dehors des zones industrielles. Mais on n'a guère de renseignements en cette matière. On peut donner des indications approximatives fournies par une enquête récente dans une petite ville, peu industrialisée, dans le nord des Pays-Bas.

Sur les quelque 2 500 habitants masculins, âgés de 40 à 65 ans, 2 000 ont été interrogés par questionnaires et ont été soumis à un examen médical.

750 à peu près avaient une anamnèse positive en ce qui concerne la toux, l'expectoration et/ou l'essoufflement; 750 ont fourni des expectorations qui ont fait l'objet d'un examen approfondi. Ces dernières 750 personnes et un groupe non sélectionné de 750 sujets témoins ayant une anamnèse négative ont été examinés d'une manière encore plus approfondie (radiologie, examen de la fonction pulmonaire, allergie, hyperréactivité, infection).

D'autre part, il a été constaté que même dans une région non industrialisée des Pays-Bas, 30-40 % de la population masculine, âgée de 40 à 65 ans, présentent une anamnèse positive en ce qui concerne les affections respiratoires aspécifiques chroniques.

Mais un tel résultat dépend beaucoup de la technique d'examen.

Zuiderweg a procédé à une évaluation forfaitaire du nombre de patients atteints d'affections pulmonaires chroniques non tuberculeuses. Le résultat, environ 2 %, a ensuite été soigneusement vérifié; le pourcentage moyen s'établissait aux environs de 6 %, le pourcentage parmi les sujets âgés de plus de 40 ans variait entre 8 et 12 %. Sur la base d'une enquête ultérieure, il est vraisemblable qu'un examen minutieux aurait donné, pour les personnes âgées de plus de 40 ans, près de 30 % de résultats positifs.

On se heurte toujours à ces fortes différences. Elles sont difficiles à éviter et, par conséquent, des mesures objectives complémentaires sont nécessaires pour que l'on obtienne un pourcentage sûr et comparable de la fréquence de la bronchite. C'est pourquoi il y a lieu d'insister sur l'importance d'une méthode d'examen uniforme, en ce qui concerne non seulement le questionnaire, mais aussi les examens de laboratoire.

On peut mentionner que chez les patients ayant une anamnèse positive pour une affection respiratoire aspécifique chronique (bronchite), le résultat d'un examen unique a été le suivant :

chez 30 % des malades, il a été constaté des râles secs ou sibilants,

30 % des expectorations présentaient une éosinophilie,

dans 50 % des cas, il a été constaté une réaction significative aux médicaments broncho-dilatateurs,

dans 60 % des cas, il s'est produit, après inhalation d'histamine, un rétrécissement des bronches que l'on observe rarement chez les sujets témoins à anamnèse négative,

dans ± 15 % seulement des cas, il a pu être constaté une inflammation bronchique bactérienne.

On ignore encore quels sont les critères qui indiquent la meilleure corrélation entre la gravité de la bronchite et son pronostic. Ce sont vraisemblablement des groupes de symptômes qui donnent les meilleurs résultats. Les 8 - 12 % de résultats positifs chez les hommes âgés de plus de 40 ans, et qui constituent des cas cliniques nets de bronchite, représentent le même pourcentage d'une population à anamnèse positive, qui en cas d'examen unique présente au moins deux caractéristiques objectives obstructives des voies respiratoires avec aspect obstructif variable.

Bien qu'il s'agisse d'un instantané, un tel examen unique permet manifestement de découvrir les cas les plus nets et les plus sérieux. Mais même chez des personnes ayant une anamnèse entièrement négative, on observe environ 2 % de symptômes objectifs très nets et parfois assez sérieux, dont les intéressés manifestement n'avaient pas (ou plus) conscience.

En tout cas, il est clair qu'il s'agit dans ce domaine, même dans des régions peu industrialisées, d'un aspect clinique particulièrement fréquent.

B. Recherches sur le caractère primaire ou secondaire de la bronchite chronique

Plusieurs recherches ont porté sur le caractère primaire ou secondaire des manifestations pathologiques des voies respiratoires. Sans vouloir nier l'influence des facteurs exogènes indéniables, il faut insister également sur les facteurs endogènes.

La raison pour laquelle on considère comme une unité nosologique ce groupe de maladies, dont seule la description est uniforme, est qu'il présente un nombre de caractéristiques communes qui s'expliquent difficilement par des facteurs purement exogènes. Il s'agit notamment des points suivants :
Présence fréquente dans la famille ou héréditaire.
Tendance à l'évolution de l'allergie.

Fort pourcentage d'hypersensibilité bronchique aux excitants "aspécifiques", ou tendance à acquérir une telle hypersensibilité.

En conséquence des deux dernières caractéristiques, il existe chez presque tous les malades de ce genre un rétrécissement bronchique au moins en partie reversible.

Les séquelles suivantes apparaissent ensuite :

Inflammations bronchiques bactériennes (conditionnées par le rétrécissement),
Bronchectasies,
Fibrose (péribronchique),
Rétrécissement irréversible (emphysème).

De même, la fréquence élevée des sinusites, signalée par le Silikose Seminar, Bochum, doit être considérée non comme une cause, mais comme une conséquence de la constitution.

C. Allergie et hyperréactivité

Il n'est pas besoin de s'attarder sur la notion universellement connue de l'allergie, qui repose sur une réaction antigènes-anticorps et dont l'exemple bien connu et classique est le rhume des foins.

Malheureusement, cette notion a perdu beaucoup de son utilité et a soulevé à juste titre des oppositions, car on a attribué à tort à l'allergie de nombreuses réactions de l'arbre bronchique, qui ne sont pas dues à des causes allergiques ou qui ne le sont que très accessoirement.

Hyperréactivité

La notion d'hyperréactivité bronchique, introduite par Wyss, Curry et Tiffeneau, qui a permis la détermination et la

mesure exacte de l'hypersensibilité non spécifique (c'est-à-dire ne reposant pas sur des antigènes-anticorps), a beaucoup clarifié le problème.

On peut constater le phénomène en mesurant la gêne expiratoire après administration d'histamine ou d'acéthylcholine concentrée dans une mesure qui normalement ne provoque pas de réaction.

L'administration peut se faire par injections intraveineuses ou par inhalations.

D'après les recherches effectuées, il s'avère qu'une grande partie des "bronchitiques", jeunes ou d'un âge avancé, présentent un seuil histaminique abaissé.

Cette mesure a encore pris de l'importance lorsqu'il est apparu que la sensibilité aux médicaments indiqués fournit en fait un critère assez valable de la manière dont l'arbre bronchique réagira aux irritations atmosphériques et industrielles dans des situations aiguës (Tiffeneau, De Vries, Minette).

Ces données concordent avec les observations de Wells, 1956 - De Vries, 1962 - et récemment Ulmer. L'importance de l'allergie et de l'hypersensibilité dans l'apparition des affections chroniques est naturellement beaucoup plus difficile à déterminer. Il faut signaler ici les travaux du Krankenhaus Bethanien in Moers am Rhein et du Silikoseforschungsinstitut à Bochum.

D'autres symptômes à première vue inattendus deviennent compréhensibles si l'on tient compte du rythme nycthéméral du rétrécissement bronchique, des infections primaires intercurrentes (virus), des conséquences mécaniques de la perte d'élasticité de la trame pulmonaire interstitielle ou des complications telles que la tuberculose ou la sarcoïdose.

L'action combinée des facteurs endogènes, qui déterminent le degré d'hypersensibilité, et la quantité des excitants agissant sur l'arbre bronchique permettent de comprendre une grande partie de l'aspect clinique souvent si bizarre.

Toutefois, il n'a pas été tenu compte des réactions allergiques tardives et des différences éventuelles entre hyperréactivité des muqueuses et hyperréactivité des muscles bronchiques.

D'autre part, le tableau clinique reste parfois incompréhensible, si l'on ne tient pas compte également de la "natural history" de la maladie, c'est-à-dire du décours naturel pendant la journée et la saison et de l'évolution au cours de la vie. De même, il ne faut pas perdre de vue la prédilection des deux phénomènes allergie et hyperréactivité à se manifester de manière différente chez les sujets des deux sexes. Il ne faut pas négliger non plus la fréquence élevée de la maladie chez les jeunes et la différence entre les deux sexes.

Ils corroborent d'une manière extrêmement importante l'hypothèse selon laquelle un facteur endogène présente également une importance non négligeable lors de l'apparition de l'apect clinique.

Les différences selon l'âge et le sexe en ce qui concerne l'apparition de l'allergie et des symptômes d'hypersensibilité sont d'une importance fondamentale pour la compréhension du décours de la maladie.

Dans tout cela, il ne faut pas oublier naturellement que nous ne savons rien des causes endogènes. Mais tous ces facteurs expliquent le comportement souvent radicalement différent des malades

qui se trouvent apparemment dans la même situation.

D. Conséquences pratiques

Ces données n'ont pas seulement une signification théorique, mais entraînent de nombreuses conséquences d'ordre pratique.

Nombre de ces conséquences doivent déjà s'appliquer dans la pratique; pour ce qui est des autres, il faut tout d'abord établir si elles pourraient contribuer au bien-être des travailleurs ou à un meilleur résultat économique :

a) Examen médical préliminaire

Sélection des personnes ne présentant pas de signes d'une affection respiratoire aspécifique chronique, afin d'éliminer celles qui à l'avenir réagiraient le plus mal aux excitants nocifs.

b) Mesures préventives

Lutte contre la pollution atmosphérique industrielle, mais aussi contre la macro et micro-pollution atmosphérique d'origine non industrielle, causée par exemple par :
fumées, aménagement des logements, construction (poussières ménagères, moisissures). Une mesure toute différente, mais très importante également, est la vaccination contre la grippe et la vaccination contre d'autres affections virales.

c) Thérapeutique préventive

Une théraputique préventive à l'aide de bronchodilatateurs, d'antibiotiques (et de stéroïdes) pendant les épidémies de grippe, en cas d'opérations, d'anesthésies et même pendant les périodes de "smog" serait souhaitable.

d) Thérapeutique précoce

Une thérapeutique précoce, même en cas de troubles bénins, non seulement avec des antibiotiques, mais encore avec des bronchospasmolytiques et éventuellement des corticostéroïdes (encore et surtout en cas d'infections des voies respiratoires) est probablement très importante, mais exige de nombreuses mesures d'organisation pour éviter les incidents.

e) Traitement des complications

Application particulièrement prudente des mesures préventives et thérapeutiques lorsqu'en plus de légers symptômes de bronchite, il y a également silicose, tuberculose, maladie de Besnier et Boeck Schaumann, etc.

Il faudra naturellement étudier les nombreux phénomènes signalés ci-dessus et en rechercher les causes avant d'en arriver à une situation optimale. Il faut par ailleurs constater que de nombreux problèmes qui n'ont pas pu être résolus d'une manière satisfaisante jusqu'ici ne sont nullement insolubles, mais attendent qu'un vaste programme de recherches soit mis au point.

En ce qui concerne la mise en oeuvre de ce programme de recherches et la répartition opportune et raisonnable des projets de recherche, la C.E.C.A. est décidée à jouer un rôle important.

III.- ETUDE DES FACTEURS INFLUENCANT LA CAPACITE DE TRAVAIL

A. Etude des facteurs climatiques : le travail à la chaleur

Les recherches concernant le travail à la chaleur, les répercussions sur l'ouvrier et la prévention ont été menées par les instituts suivants :

- le Max Plank-Institut für Arbeitsphysiologie à Dortmund, en liaison avec le Max Plank-Institut, Abteilung Klima und Arbeit der deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt et avec le Steinkohlenbergbauverein à Essen;
- la Philipps-Universität à Marburg/Lahn, Abteilung für Strahlenbiologie und Isotopenforschung;
- l'Institut d'hygiène des mines de Hasselt;
- le Centre d'études de physiologie appliquée au travail de Strasbourg;
- l'Istituto di Medicina del Lavoro de l'Université de Florence;
- le laboratoire du service sanitaire de la Fiat à Turin;
- l'Istituto di Medicina del Lavoro de Palerme;
- l'Istitutio di Fisiologia humana de l'Université de Milan;
- le laboratoire d'Etat de Luxembourg en collaboration avec l'Institut d'hygiène industrielle de Marseille.

Dans les mines de houille de nos pays, de nombreux ouvriers sont contraints de travailler à des températures élevées. Au fur et à mesure de l'avancement de l'abattage, l'exploitation pénètre de plus en plus profondément dans le sol et atteint des zones de plus en plus chaudes. D'où la nécessité de se préoccuper des effets de la chaleur sur les travailleurs. Dans l'industrie sidérurgique, c'est le rayonnement thermique excessivement élevé à un grand nombre de postes de travail qui justifie l'étude des problèmes de la fatigue due à la chaleur dans des conditions de travail physique.

Il importe en premier lieu de déterminer à quelles températures l'ouvrier est réellement exposé. Cela vaut aussi bien pour les mines que pour la sidérurgie. C'est pourquoi la Communauté européenne attache une importance particulière au perfectionnement et à la standardisation des instruments de mesure du climat, dont elle a fait un inventaire. Cet inventaire indique à chaque intéressé quel appareil est le mieux adapté à un but déterminé. On peut obtenir une amélioration artificielle du climat au fond en utilisant des appareils de réfrigération. Ils permettent d'abaisser nettement la température. Au fur et à mesure de la progression de l'exploitation en profondeur, il deviendra indispensable d'utiliser de plus en plus de telles machines qui rendent possible un travail dans des endroits qui, précédemment, étaient à peine accessibles. Leur utilisation constitue cependant un facteur important.

Pour faciliter un travail à la chaleur rayonnante, souvent nécessaire dans la sidérurgie, un apport d'air frais n'est que de peu d'utilité. Le remède consiste ici dans le port d'un vêtement de protection approprié.

Le vêtement de protection peut être conçu de manière à ce que sa surface réfléchisse la chaleur rayonnante, ce que l'on peut obtenir par une métallisation, avec de l'aluminium par exemple. Les vêtements

comprenant une couche métallique de ce genre posée sur un tissu fibreux approprié, de l'asbeste par exemple, permettent parfaitement de s'exposer à un rayonnement très puissant ou même à des flammes.

Toutefois, un vêtement protecteur capable de réfléchir la chaleur venant de l'extérieur empêche en même temps le corps d'éliminer sa propre chaleur et, s'il s'agit d'un vêtement complet, n'est supportable que pendant une période limitée de temps. La mise au point d'un vêtement protecteur n'empêchant pas un travail prolongé ne va donc pas sans difficultés. Dans la sidérurgie, les vêtements de protection doivent être conçus de manière à ce que la sueur puisse être éliminée en quelques endroits du corps tout au moins. La meilleure solution consiste à ne pas poser le vêtement de protection directement sur la peau afin que l'air puisse circuler permettant l'évaporation de la sueur.

Chez le mineur également, travailleur de force, le corps cède de la chaleur en premier lieu par évaporation de la sueur. Cette évaporation est favorisée par la sécheresse et par le mouvement de l'air. Les facteurs caractérisant un climat sont par conséquent, outre la température de l'air et la température de rayonnement, l'humidité et le mouvement de l'air. Une question essentielle dont on se préoccupe depuis plusieurs dizaines d'années déjà sans être cependant arrivé à des résultats absolument clairs, est l'interaction des différents éléments du climat. On ne dispose pas encore notamment de données suffisantes sur l'importance des différents facteurs pour le niveau de la capacité de travail. Sans doute utilise-t-on le système américain de la température effective connu dans le monde entier, mais on sait par de nombreuses études qu'il ne correspond qu'approximativement et non pas parfaitement aux besoins physiologiques. Les physiologistes travaillant pour le compte de la Communauté européenne ont considéré qu'il était de leur devoir

d'approfondir les recherches dans ce domaine et de se préoccuper en même temps de la question des limites de climat chaud, au-delà desquelles il y a risque pour la santé. On se proposait en particulier de déterminer les conditions climatiques que l'on peut raisonnablement considérer comme supportables par l'ouvrier au cours de son travail quotidien.

Pour l'étude de l'ensemble de ces problèmes, de nombreuses expériences ont été réalisées dans des services assujettis à la chaleur. En Italie en particulier, on a étudié l'apparition de maladies dues à la chaleur dans différentes régions et différentes exploitations et soumis les cas de maladies observées à un examen plus minutieux. Une grande partie des recherches a dû être effectuée dans des chambres climatiques telles qu'on en trouve dans différents laboratoires de recherches, c'est-à-dire dans des salles d'expériences dans lesquelles on crée et on maintient artificiellement un climat exactement défini. Dans ces chambres climatiques, on peut faire varier systématiquement les conditions climatiques suivant ce que l'on veut étudier, ce qui bien entendu n'est guère possible dans la pratique. On peut ainsi déterminer exactement leurs effets sur des fonctions corporelles déterminées et mesurer par exemple le niveau des échanges énergétiques, la fréquence cardiaque, la température en différents endroits du corps et la quantité de sueur éliminée.

Les chercheurs français ont étudié, outre l'influence de la chaleur sur les fonctions corporelles, son influence sur les fonctions intellectuelles. Au cours de récentes études de ce genre, on s'est penché en particulier sur le processus de récupération après un effort physique, dans différents climats. Grâce à la collaboration de chercheurs anglais, sud-africains et américains, les résultats des études entreprises ont pu être comparés avec les expériences faites dans d'autres régions du monde.

Ces expériences dont on a pu faire la synthèse au cours de discussions communes ont permis d'obtenir des données plus précises que précédemment sur les conditions supportables dans le cas d'un travail dont la pénibilité correspond à peu près à celui du mineur.

Ces résultats ont été transmis à une commission de la Communauté européenne chargée de l'étude des réglementations sur l'organisation du travail et notamment sur la durée du travail dans les chantiers chauds. Ils ont servi de documentation de base pour l'élaboration de propositions qui ont été diffusées par la Haute Autorité dans les différents pays.

D'autres recherches ont porté sur l'action de la chaleur sur certains processus physiologiques particuliers, et notamment sur les échanges d'eau et de sel du corps. L'élimination de la sueur provoque en premier lieu une augmentation de la concentration en sels du sang qui, lorsqu'elle dépasse une limite donnée, diminue la capacité physique de rendement. Boire pour remplacer cette perte de liquide peut compenser la réduction de rendement. Cependant, étant donné qu'avec la sueur, on élimine également une certaine quantité de sel, trop boire peut aboutir à une diminution de la concentration de sel qui peut avoir des conséquences dangereuses. On a étudié l'influence de ces facteurs sur la fonction rénale et sur l'irrigation rénale qui peut être abaissée lorsqu'il y a travail à hautes températures, ce qui n'est pas le cas lorsque le travail est effectué dans des conditions plus froides.

D'autres études sur les effets des températures élevées sur des animaux d'expérience, entreprises en particulier en France, constituent un précieux complément aux recherches menées sur l'homme.

La tolérance à la chaleur varie avec chaque individu et dépend de sa constitution. Les hommes âgés supportent moins bien

la chaleur que les plus jeunes. On peut également jusqu'à un certain point s'accoutumer au travail à la chaleur. Chez les personnes qui ne sont pas habituées à la chaleur, le risque d'un coup de chaleur mortel est très grand. On obtient en quelques jours un premier degré d'adaptation à la chaleur. La production de sueur augmente alors considérablement.

La possibilité de cession de chaleur du corps étant ainsi augmentée, la température et la fréquence pulsatoire pendant le travail aux hautes températures augmentent d'autant moins que le processus d'adaptation est plus avancé. Dans la pratique, il est essentiel de donner aux ouvriers ayant à travailler dans des chantiers très chauds la possibilité de s'accoutumer à la chaleur avant de leur demander un travail à plein rendement.

Dans les mines, les équipes de sauvetage sont parfois soumises à des chaleurs particulièrement élevées. Il est par conséquent nécessaire de les maintenir en permanence à un niveau d'entraînement élevé. Il existe dans ce but des installations spéciales d'entraînement qui, en Belgique principalement, ont été parfaitement étudiées. Les observations qui ont pu être faites au cours de l'entraînement de ces équipes de sauvetage illustrent bien la capacité d'entraînement en fonction de la constitution et de l'âge et fournissent une base pour la sélection des sauveteurs. Au cours de l'entraînement, les sauveteurs sont soumis, sous contrôle médical, à des épreuves de tolérance nettement plus sévères que celles que doivent supporter les mineurs en cas de travail normal dans des chantiers chauds.

On peut dire en résumé que si sur certains points ces études demandent encore à être complétées, leurs résultats peuvent cependant être utilisés dès maintenant pour supprimer les dangers du travail en atmosphère surchauffée en appliquant comme il convient les règlements et en ayant recours, si nécessaire, au contrôle médical.

A. La lutte contre le bruit

La Haute Autorité a suscité et encouragé, dans le domaine de la recherche sur les bruits, un certain nombre d'études propres à permettre de mieux comprendre les effets nuisibles des bruits sur l'organisme humain - en particulier sur l'homme au travail - et de s'en défendre plus efficacement. S'il est vrai que la diminution des bruits dans le secteur de l'industrie minière et de l'industrie sidérurgique est essentiellement un problème d'ordre technique, c'est toutefois l'étude des bruits effectuée sur le plan médical et psychologique qui fournit le critère de la lutte contre les bruits.

Le cercle de ceux qui ont poursuivi ces investigations se composait de médecins, physiologistes, psychologues, acousticiens et techniciens travaillant en partie dans des instituts de recherche et en partie dans l'industrie. Le cercle de travail ainsi constitué s'est réuni à intervalles de plusieurs mois pour traiter en commun de questions d'ordre général intéressant la recherche sur les bruits, et pour examiner les résultats provisoires ou définitifs des travaux menés par les différents chercheurs. Seule une collaboration étroite entre hommes de formation différente donne des résultats utiles dans le domaine de la lutte contre les bruits. Les procédés techniques, l'application de mesures spéciales de protection, l'adoption de lois, d'arrêtés et de recommandations ne peuvent jamais être déterminés qu'en tenant compte de tous les points de vue.

Lorsque des intensités ou des niveaux sonores de 90 dB et davantage agissent en permanence sur le travailleur, il en résulte un assourdissement ou une baisse de la capacité auditive, qui doit être interprétée comme la conséquence d'une surcharge de l'oreille interne. Le retour de l'état d'assourdissement à une audition normale est déterminé par la durée et l'intensité du

bruit auquel l'homme a été exposé. Si l'action des bruits se répète régulièrement, le retour à une audition normale est de plus en plus long; au bout de plusieurs mois ou de plusieurs années, la baisse passagère de la capacité auditive devient une surdité permanente, qualifiée de surdité provoquée par les bruits.

Les otologistes peuvent constater, par des examens audiométriques, un début de surdité due aux bruits. L'expérience a démontré que l'on enregistre les premières baisses persistantes de la capacité auditive aux environs de 4 000 Hz. C'est pourquoi la Haute Autorité avait l'intention de fournir précisément son appui à des recherches destinées à améliorer la possibilité de diagnostiquer un début de surdité due aux bruits. Ce faisant, elle a également encouragé des recherches permettant la réalisation d'une audiométrie de groupe. Le diagnostic de la surdité causée par les bruits ne peut être établi que pour une oreille reposée non assourdie. Le contrôle audiométrique d'un grand nombre de travailleurs se heurte constamment dans la pratique à des difficultés, de sorte que l'encouragement des recherches susmentionnées est non seulement opportun mais qu'il constitue une nécessité urgente pour la protection de l'homme au travail. Des exemples pratiques et des expériences d'audiométrie de groupe ont été recueillis en particulier aux Pays-Bas.

Le bruit peut non seulement provoquer la surdité mais également augmenter le risque d'accidents, notamment en raison du fait qu'une intensité sonore élevée rend la compréhension de la parole plus difficile voire pratiquement impossible lorsque le seuil de 105 dB est dépassé. C'est pourquoi des recherches ont été également engagées pour déterminer quels commandements ou quels signaux d'avertissements sont les plus favorables. Ces recherches ont montré que ce n'est pas seulement le rapport entre l'intensité sonore ambiante et l'intensité du signal d'avertissement qui est important, mais que c'est surtout la composition du bruit du point de vue des fréquences. Ainsi que le démontrent les résultats de l'enquête, il est possible

de diminuer le nombre d'accidents et d'influer sur la baisse du rendement par un choix de mots convenable et des signaux acoustiques appropriés.

Il existera toujours des entreprises dans lesquelles le niveau sonore ne pourra être réduit à moins d'engager des dépenses injustifiables.

En pareil cas, le travailleur peut être préservé de la surdité due aux bruits par l'obturation du conduit auditif extérieur. De tels moyens protègent plus efficacement l'oreille des hautes fréquences particulièrement dangereuses (p. ex. 30 dB) que des basses fréquences (15 à 20 dB) particulièrement importantes pour la compréhension de la parole et l'observation de certains bruits industriels. La sensation auditive modifiée par le port des moyens de protection est généralement ressentie par le travailleur comme quelque chose d'insolite et de désagréable; c'est pourquoi ces dispositifs ne jouissent pas d'une grande popularité parmi les travailleurs exposés aux bruits. On a pu toutefois démontrer qu'il était possible de s'accoutumer à la modification de la sensibilité auditive et que, dans certains cas, la compréhension de la parole était même améliorée et l'observation des bruits industriels rendue plus aisée en raison de la protection qu'offrent ces appareils contre les hautes fréquences.

A la suite d'un certain nombre de recherches effectuées particulièrement en Italie, on a pu constater que certaines maladies courantes, mais aussi certains remèdes (streptomycine), favorisent ou même provoquent l'apparition de la surdité. La sensibilité et la constitution individuelles jouent naturellement un rôle à cet égard. Comme le démontrent les résultats des recherches, il existe par exemple certaines formes d'inflammation de l'oreille moyenne qui favorisent l'apparition de la surdité provoquée par

les bruits, tandis que d'autres formes constituent une protection, de sorte que la surdité ne peut se développer.

Jusqu'à présent, on n'a pu encore prouver avec certitude le caractère nocif des ultrasons, c'est-à-dire des fréquences dépassant celles qui sont perceptibles par l'oreille. Il est également très improbable que les ultrasons réfléchis par les machines industrielles aient quelque importance, étant donné que l'intensité des ultrasons transmis dans l'atmosphère diminue très fortement avec l'éloignement. L'étude de ce problème - à laquelle on a procédé en France et en Belgique - révèle cependant que des résultats expérimentaux et des preuves exactes font encore défaut pour conclure à la non-nocivité des ultrasons.

Indépendamment des problèmes relatifs à la surdité due aux bruits, on a donné une large place aux recherches concernant l'action exercée par les bruits sur certaines fonctions végétatives. On peut déceler ces réactions végétatives de façon particulièrement efficace par les modifications intervenant dans la régulation de l'irrigation sanguine de la peau et des muqueuses. Ainsi que l'ont démontré des recherches effectuées en particulier par des chercheurs allemands, les réactions végétatives se distinguent par le fait qu'elles se présentent indépendamment de la sensation d'incommodité et qu'elles sont subordonnées aux caractéristiques des bruits (volume sonore, amplitude). Il n'existe donc, à cet égard, aucune accoutumance aux bruits, comme c'est le cas dans le domaine psychique.

Lorsque l'influence exercée est unique ou faible, les réactions végétatives - de même que les assourdissements - sont inoffensives et peuvent être interprétées comme une réponse à une excitation. Néanmoins, il y a lieu de supposer qu'un déclenchement intensif et fréquent des réactions végétatives constitue un danger pour la santé, étant donné que la vaso-constriction de la peau et

de certaines muqueuses entraîne, si elle est permanente, des troubles du métabolisme tissulaire. Ainsi que le démontrent les résultats des recherches, les effets des bruits industriels sur le travailleur peuvent être mis en évidence.

Le programme de recherches de la Haute Autorité couvre également les questions relatives aux effets des oscillations sur l'organisme humain. Les recherches, effectuées en Italie en particulier, ont fourni des résultats partiels qui ne permettent pas encore d'émettre un jugement définitif sur la capacité de résistance de l'homme aux oscillations et aux vibrations. Dans ces conditions, il s'avère nécessaire de fixer des critères d'appréciation pour les travaux s'accompagnant de vibrations, par exemple l'utilisation de marteaux pneumatiques, ou de déterminer jusqu'à quel point l'homme peut supporter des secousses, des heurts, etc.

Si l'on n'est pas encore parvenu à résoudre, par des études scientifiques, tous les problèmes que pose la recherche sur les bruits, on a cependant déjà obtenu dans d'importants secteurs des résultats tangibles qui ont une valeur non seulement scientifique mais également pratique, et qui devraient être profitables à l'homme au travail.

C. Gaz et vapeurs toxiques

Le second programme promu par la Haute Autorité concernant l'étude des gaz et vapeurs toxiques a été plus vaste, en ce sens que les recherches ont porté non seulement sur le CO, mais aussi sur d'autres gaz et vapeurs toxiques.

Le groupe de travail "gaz et vapeurs toxiques" a poursuivi ses travaux. La Haute Autorité a convoqué, en outre, une commission ad hoc chargée de préciser les nécessités futures de la recherche appliquée au vaste problème des gaz et vapeurs toxiques.

Les études et recherches promues par la Haute Autorité peuvent être réparties en trois groupes :

1° Les problèmes généraux posés par les gaz et vapeurs toxiques ont été étudiés et débattus par le groupe de travail et la commission ad hoc instituée en 1962.

Ces problèmes sont représentés tout d'abord par la classification même des gaz et vapeurs toxiques et l'établissement de la liste des gaz qui intéressent plus particulièrement les industries du charbon et de l'acier.

Une normalisation des unités de mesure a été souhaitée en collaboration avec les autres groupes de travail intéressés à ce problème.

Les effets biologiques et les divers syndromes dus aux gaz et vapeurs toxiques ont également été définis et classés.

Les experts ont insisté sur l'intérêt des problèmes de prévention et de traitement et sur les effets des mélanges de gaz et de vapeurs toxiques. Ils ont également attiré l'attention sur le problème posé par l'emploi de plus en plus important de l'énergie atomique dans les industries du charbon et de l'acier, les radiations atomiques constituant une pollution ambiantielle au sens large du terme. Ils ont enfin exprimé des vœux concernant la recherche appliquée aux gaz et vapeurs toxiques et aux radiations ionisantes.

2° Les recherches sur l'intoxication aiguë et subaiguë par l'oxyde de carbone et l'oxycarbonisme dit chronique ont été consacrés à une série de problèmes distincts :

1. Les méthodes de dosage du CO dans l'atmosphère et le sang ont continué à faire l'objet d'une série d'investigations. L'importance des méthodes d'absorption de l'infrarouge a été mise en relief, et les études comparatives des méthodes de dosage ont été poursuivies et sont arrivées à des conclusions de grand intérêt.

2. L'étiologie générale de l'intoxication par l'oxyde de carbone, dans l'industrie du charbon et de l'acier, a été déterminée par plusieurs recherches.

3. Le comportement de l'oxyde de carbone dans le sang et les tissus, dont la connaissance est d'un intérêt capital, a fait l'objet d'intéressantes investigations.

4. Le taux de l'oxycarbonisme normal chez l'homme moyen, les fumeurs et les ouvriers, important à connaître, a retenu l'attention de plusieurs chercheurs de la C.E.C.A.

5. L'intoxication aiguë par l'oxyde de carbone chez l'homme pose une série de problèmes dont certains ont été étudiés par les chercheurs de la C.E.C.A.

1) Les facteurs régissant la gravité des syndromes aigus et la genèse des diverses formes cliniques de l'oxycarbonisme aigu.

2) La clinique de l'intoxication aiguë typique, son évolution, les complications précoces et le pronostic.

3) Les autres formes cliniques de l'intoxication aiguë par l'oxyde de carbone.

4) Les séquelles de l'intoxication aiguë par l'oxyde de carbone.

5) L'anatomie pathologique de l'intoxication aiguë par l'oxyde de carbone.

6. L'oxycarbonisme chronique et l'oxycarbonisme subaigu récidivant, chez l'homme, constituent un problème de très grand intérêt auquel plusieurs groupes de chercheurs de la C.E.C.A. ont consacré leurs efforts. De l'ensemble de ces recherches se dégage la notion que l'on ne saurait faire une distinction nette entre les syndromes consécutifs à des intoxications répétées aiguës

de peu d'intensité (intoxications répétées subaiguës) et les syndromes d'intoxication chronique.

La valeur des signes décrits dans ces syndromes et leur spécificité, la sensibilité et la résistance individuelles à l'oxyde de carbone et le problème des réservoirs d'oxyde de carbone ont été pris en considération.

7. Toutes les données recueillies par les chercheurs de la C.E.C.A. montrent que le diagnostic de l'oxycarbonisme dit chronique et de l'oxycarbonisme subaigu récidivant doit se baser sur un ensemble de symptômes non seulement subjectifs, mais aussi objectifs notamment électrophysiologiques.

8. Les recherches expérimentales consacrées à l'oxycarbonisme aigu, subaigu et chronique, ont donné lieu à la mise au point, par plusieurs groupes de chercheurs de la C.E.C.A., de méthodes expérimentales et d'installations instrumentales de grande précision.

9. Les effets physio- et anatomo-pathologiques de l'intoxication aiguë unique ou répétée ont été soumis à une analyse expérimentale serrée, par plusieurs équipes de chercheurs de la C.E.C.A. Des notions nouvelles de grand intérêt ont été recueillies.

10. Les effets physiologiques et anatomo-pathologiques consécutifs à l'intoxication répétée, prolongée par de faibles concentrations d'oxyde de carbone, ont fait l'objet d'investigations de la part de deux groupes de chercheurs. Il a été démontré que, chez le singe, des concentrations de 100 v.p.m (volume par million, c'est-à-dire 1 ml par m^3) ne détermine, à la longue, que de légères altérations hépatiques, tandis que chez le lapin et le cobaye, la même concentration détermine, à la longue, outre les réactions hépatiques, des réactions hypothalamiques, endocriniennes et hémolymphopoïétiques.

11. Les effets hématologiques et biochimiques dus à l'oxyde de carbone ont été étudiés par divers chercheurs.

12. Les effets de l'oxyde de carbone sur les enzymes sont d'un grand intérêt. Ils ont été étudiés par une série de chercheurs.

13. La pathogénie du syndrome dû à l'oxyde de carbone a donné lieu à trois conceptions distinctes :

1) Une conception anoxique
2) Une conception spécifique
3) Une conception insérée dans le cadre général de l'agressologie.

Les chercheurs de la C.E.C.A. ont pris une part active, basée sur les résultats de leurs recherches, à l'élaboration de ces conceptions.

14. Le traitement de l'intoxication aiguë par l'oxyde de carbone comporte des données nouvelles de grand intérêt. Certaines ont été établies par des recherches subventionnées par la C.E.C.A.

3° Les recherches et études consacrées aux autres gaz et vapeurs toxiques concernent les problèmes suivants :

1. Les méthodes de dosage
2. L'anhydride sulfureux SO_2 et l'anhydride sulfurique SO_3
3. Les vapeurs nitreuses
4. L'ammoniac
5. Les fumées des fours électriques
6. Les gaz des cokeries
7. Les gaz dans les mines de fer
8. La capacité cancérigène des gaz et vapeurs toxiques
9. Les mélanges de gaz
10. Les mélanges de gaz et de poussières.

Ce résumé montre toute l'ampleur des études et investigations poursuivies dans le domaine des gaz et vapeurs toxiques, sous l'égide de la Haute Autorité.

Les résultats obtenus sont d'envergure et constituent une contribution majeure au problème de la pollution atmosphérique en général qui préoccupe les milieux internationaux depuis que le rôle des gaz et vapeurs toxiques dans de nombreuses affections, notamment cancéreuses, a été démontré.

IV - CONCLUSIONS

(1) Prévention

A. Prévention des affections respiratoires (pneumoconioses, bronchite et emphysème)

Une importance accrue est attachée actuellement aux états d'irritabilité bronchique et de disposition asthmatique. Il est possible de détecter ces états à l'aide de tests spéciaux et d'éloigner éventuellement du travail les personnes pour lesquelles on peut valablement craindre des complications sérieuses survenant en cours de carrière professionnelle.

La lutte préventive anti-infectieuse bénéficie des acquisitions nouvelles. En luttant contre les infections pulmonaires, on empêche les ouvriers de subir une double agression, celle des microbes et celle de certaines nuisances de travail.

Les mesures préventives concernant la tuberculose sont fonction des données épidémiologiques dont on a reconnu la grande variabilité, selon les pays et les régions intéressés.

Mais il n'y a pas seulement la tuberculose qui retient l'attention. On se préoccupe aussi d'autres agents infectieux, tels que les bacilles atypiques, identifiables par des milieux de culture spéciaux et les virus.

Les nouvelles méthodes radio-photographiques ont été reconnues comme intéressantes pour le dépistage. L'apparition de fines images anormales chez les ouvriers exposés durant peu d'années à des poussières est importante à être décelée pour les mesures à prendre sur le plan prophylactique.

Dans les cas douteux, le recours à de nouvelles méthodes radiologiques, notamment la radiographie à haut voltage, a été constaté comme propre à apporter des précisions en vue des mesures de mutation éventuelles.

Pour apprécier la capacité fonctionnelle des ouvriers, les médecins du travail mettent à profit la méthode spirographique. Les formules de prédiction des valeurs ventilatoires élaborées par la C.E.C.A. sont couramment utilisées.

B. Prévention des effets des gaz toxiques

La nocivité de certains gaz susceptibles d'apparaître dans les atmosphères industrielles a été mise en évidence et appelle une surveillance technique étroite des conditions d'émission de ces gaz et de leur diffusion dans l'ambiance de travail. Des nouvelles techniques de mesure des gaz dans l'atmosphère et dans le sang rendent les plus grands services. La gravité confirmée de certaines intoxications appelle une initiation soigneuse du personnel sur les risques encourus au cours du travail.

C. Prévention des effets des facteurs d'ambiance

- Prévention des effets de la contrainte thermique

On dispose actuellement de critères scientifiquement éprouvés pour apprécier la tolérance des travailleurs dans les ambiances chaudes. Ces critères permettent d'orienter la prévention médicale et technique. C'est ainsi que pour les travaux exposant à la chaleur radiante, les acquisitions scientifiques nouvelles permettent de guider les services de prévention dans le choix de vêtements de protection spécialement adaptés aux conditions particulières du travail.

L'entraînement des sauveteurs est mieux réglé et leur sélection mieux précisée. Le choix des appareils respiratoires les plus appropriés aux différentes opérations de sauvetage est aussi rendu plus aisé.

- Prévention du risque sonore

Les travaux des chercheurs ayant permis de préciser le rôle non seulement du niveau du bruit, mais aussi de la qualité (répartition) du bruit dans les différentes bandes de fréquence, en relation avec certaines manifestations physiologiques et psychologiques scientifiquement démontrées, donnent un sens précis à la lutte préventive contre le bruit. Les techniciens sont orientés sur les composantes techniques à neutraliser. Mais la recherche a également stimulé la prophylaxie médicale et montré l'intérêt de la prévention médicale de la surdité (examens audiométriques, otorhinolaryngologiques, emploi de protège-oreilles); les notions nouvelles sur l'incidence de l'hypoaccousie professionnelle sur le travail et notamment sur les possibilités d'intercommunications entre ouvriers revêtent également une grande importance pratique.

- Prévention du risque vibratoire

Les travaux récents ayant apporté la preuve de la nocivité des vibrations appellent une intensification de la lutte technique contre les vibrations.

(2) Thérapeutique

Sur le plan de la thérapeutique, l'intérêt pratique des travaux est manifeste.

A. Thérapeutique des affections respiratoires

Sans doute la science n'a pas permis jusqu'à l'heure actuelle de faire régresser les lésions fibreuses pulmonaires provoquées par l'inhalation du quartz. Les masses fibreuses une fois formées restent réfractaires à toute thérapeutique. Ce n'est pas à la thérapeutique qu'on doit faire appel, mais aux mesures préventives destinées à empêcher ces lésions fibreuses d'apparaître.

Par contre, la lutte contre les complications fonctionnelles et infectieuses des pneumoconioses est devenue plus efficace. Les troubles fonctionnels sont devenus améliorables parce qu'on sait mieux les analyser. Grâce à l'exploration fonctionnelle, on peut distinguer les troubles respiratoires dus à une obstruction des bronches, à la mise hors circuit de certains territoires pulmonaires ou à un épaississement des alvéoles gênant le passage des gaz respiratoires, etc. Dans chacune de ces éventualités, le traitement vise à neutraliser les effets du mécanisme déficient. C'est ainsi que l'oxygénothérapie, les antibiotiques, les aérosols, les médicaments stimulant la respiration ou la circulation, les substances hormonales, la gymnastique respiratoire ont vu leurs indications précisées. L'insuffisance du coeur droit (coeur pulmonaire), autrefois d'un pronostic très grave, peut être considérablement améliorée par la combinaison d'un traitement de l'insuffisance circulatoire et de l'insuffisance respiratoire.

L'attention a été aussi attirée sur l'intérêt du traitement persévérant des bronchites, ce qui se traduit par une amélioration de la santé des ouvriers et aussi par une régression de l'absentéisme dans la mauvaise saison.

La mise en oeuvre des nouvelles méthodes de traitement des silicotuberculeux assure aux malades une longue espérance de vie alors que celle-ci était autrefois fort réduite.

B. Thérapeutique des intoxications aiguës par l'oxyde de carbone

Les études expérimentales sont riches en enseignements pour les personnes appelées à secourir les victimes d'intoxications aiguës.

C. Thérapeutique des états consécutifs à la contrainte thermique

Les soins à donner à un travailleur ayant ressenti certains troubles consécutifs à une contrainte thermique sont beaucoup plus efficaces depuis que le médecin est en possession des nouvelles notions scientifiques relatives aux différents facteurs intervenant dans le stress thermique (troubles du bilan sodique et potassique; déplacement du sang circulant vers les territoires cutanés aux dépens de l'irrigation des organes internes, etc.).

D. Thérapeutique des états consécutifs à la contrainte sonore et aux vibrations

Le médecin traitant, en cas de constatation d'un état provoqué par la contrainte sonore et vibratoire, bénéficiera également des nouvelles acquisitions scientifiques. Son diagnostic sera plus précis et les mesures thérapeutiques qu'il sera appelé à prendre en liaison avec le médecin du travail sont du plus grand intérêt. Il est apparu, par exemple, que le traitement en temps utile de certaines affections comme l'otite moyenne ou les maladies métaboliques pouvait contribuer à améliorer le pronostic évolutif des troubles auditifs ou autres en rapport avec les agressions professionnelles.

2. READAPTATION DES VICTIMES D'ACCIDENTS ET DE MALADIES PROFESSIONNELLES

- INTRODUCTION

- BILAN DES RESULTATS

1. Lésions de la moelle épinière
2. Traumatismes des membres
3. Traumatismes du crâne
4. Brûlures
5. Silicose

- CONCLUSIONS

- INTRODUCTION -

Le fonds de 3,0 millions d'U.C.AME, créé par décision du 5 décembre 1957 et destiné à l'encouragement d'études et de recherches sur la lutte technique contre les poussières, les facteurs humains et la sécurité, la réadaptation, a permis à la Haute Autorité de consacrer un montant prévisionnel de 0,5 millions d'U.C.AME à la réalisation du programme-cadre "Réadaptation des victimes d'accidents et de maladies professionnelles", approuvé par la Haute Autorité le 26 novembre 1958. Ce programme avait pour but de dégager et de perfectionner les moyens médicaux et techniques nécessaires à une meilleure réadaptation de nombreuses catégories de blessés et malades.

Dans le cadre de ce programme, 64 projets de recherche, proposés par 52 centres et instituts des six pays, ont bénéficié d'une aide financière globale de 468 051 U.C.AME. Les recherches encouragées, qui avaient été mises en route au cours du deuxième semestre 1960, sont parvenues à conclusion en 1963. Elles ont conduit à la publication de nombreux articles scientifiques (ces articles étaient au nombre de 75 en décembre 1964) et les rapports finaux présentés par les chercheurs sont actuellement l'objet d'une étude analytique, en vue de la publication d'un ouvrage exposant l'ensemble des résultats du programme.

BILAN DES RESULTATS DU PROGRAMME DE RECHERCHES "READAPTATION DES VICTIMES D'ACCIDENTS ET DE MALADIES PROFESSIONNELLES"

Confrontés avec les exigences pratiques qui se posent actuellement sur le plan de la thérapeutique et de la réadaptation, les résultats acquis dans les domaines de recherche visés par le programme justifient les considération suivantes:

1. Lésions de la moëlle épinière

Il est bien connu que la paralysie de la partie inférieure de l'organisme, conséquence des lésions de la moëlle épinière, entraîne souvent de dangereuses complications à la charge des muscles, de la peau, des voies urinaires et du squelette. Les chercheurs se sont efforcés d'éclaircir le mécanisme de ces complications, dont la connaissance n'est pas encore satisfaisante. Il n'es pas aisé de porter remède, sur le plan thérapeutique, à ces lésions secondaires; les mesures préventives restent donc essentielles; elles exigent, malgré les facilités offertes par certains moyens techniques (p.ex. lit à retournement), la surveillance constante du patient par un personnel entraîné et une compétence spécifique de la part des médecins. Dans ces conditions de surveillance, réalisables uniquement au sein de certains centres spécialisés, la mortalité du premier au sixième mois peut être réduite à des valeurs inférieures à 5 % et l'on peut envisager avec succès la réadaptation du blessé. On s'est demandé quel est le résultat de cette réadaptation et on a constaté que la moitié des cas réadaptés, examinés aux Pays-Bas à une distance de quelques années de l'accident, avaient retrouvé une occupation. Toutefois, l'équilibre physique de ces patients reste évidemment très fragile. On peut en conclure qu'un traitement éclairé de ces blessés, dont l'observation n'est pas aussi rare que l'on croit (150 à 200 nouveaux cas par an en Italie, en considérant uniquement les accidents de travail), peut aujourd'hui rendre leur sort bien meilleur qu'il ne l'était il y a une dizaine d'années.

2. Traumatismes des membres

En ce qui concerne les traumatisés des membres, les recherches fondamentales effectuées laissent espérer qu'une thérapeutique causale des phénomènes de raréfaction osseuse, qui accompagnent les fractures et sont à l'origine de nombreux et fréquents troubles post-traumatiques, sera un jour possible; les recherches apportent une contribution appréciable à la solution de ce difficile problème.

Les progrès obtenus chez les amputés ouvrent des perspectives d'application plus immédiates. On a assisté, au cours des dernières quatre années, à la diffusion de prothèses "de contact", présentant de meilleures caractéristiques de confort et de robustesse et ouvrant de larges possibilités à l'utilisation des prothèses pendant le travail. Les recherches encouragées par la Haute Autorité se sont insérées dans ce mouvement et ont permis de munir les prothèses du membre supérieur d'articulations et d'organes de commande particulièrement confortables et efficaces. Cependant, si l'on veut faciliter l'utilisation effective et quotidienne des prothèses, il est indispensable de les concevoir en fonction des besoins de chaque patient, notamment en ce qui concerne les organes de commande et de préhension; les chercheurs ont insisté sur ce point, tout en soulignant que les techniques d'appareillage rendent aujourd'hui possible cette adaptation individuelle.

Pour les prothèses du membre inférieur, on a mis au point des méthodes permettant de donner rapidement à l'amputé une prothèse valable, malgré les modifications de volume et de forme du moignon intervenant au cours des premières semaines.

Les spécialistes savent maintenant qu'il importe d'intéresser aux prothèses les médecins et les rééducateurs, en vue d'introduire dans la pratique l'exigence d'une parfaite adaptation individuelle de l'appareil, tenant compte aussi des besoins professionnels.

3. Traumatismes du crâne

Les traumatismes du crâne ont donné lieu à des progrès sur le double plan des interventions médicales à prévoir au cours des premières journées qui suivent l'accident et de la réadaptation proprement dite de ces patients.

Les spécialistes ont précisé les indications des médicaments permettant de combattre l'oedème cérébral, qui survient si souvent lors des traumatismes, avec des conséquences souvent très graves. On a reconnu que les délais de temps utilisables pour un traitement efficace étant limités, il fallait arriver le plus rapidement possible à un diagnostic très précis.

Comme il est particulièrement difficile de compenser ou de réparer les insuffisances du système moteur qui résultent d'une lésion cérébrale, on a recours maintenant à des méthodes spéciales de rééducation, qui ont été élaborées au cours des recherches et exigent une longue expérience de la part du kinésithérapeute; les recherches cliniques effectuées ont permis de donner une meilleure base scientifique à ces méthodes et il est actuellement possible d'envisager le perfectionnement dans cette orientation d'un certain nombre de thérapeutes.

Chez les traumatisés dont les fonctions motrices ne sont pas affectées, se produisent des troubles subjectifs (céphalée, troubles de l'équilibre). Les recherches ont montré que dans ces cas sont à craindre des troubles de la personnalité du blessé, troubles que certaines précautions peuvent permettre d'éviter; l'observance, de la part du réadaptateur, d'une gradualité rigoureuse dans la difficulté des tâches qui sont proposées au patient; souci, de la part des médecins, d'éviter un nombre excessif de tests et d'épreuves diagnostiques, dont l'utilité n'est pas toujours proportionnée à la fatigue qu'ils imposent au patient.

4. Brûlures

Dans les industries du charbon et de l'acier, les brûlures constituent un problème d'autant plus grave qu'elles frappent souvent une grande surface de l'organisme et qu'elles se produisent parfois au cours d'accidents collectifs. D'autre part, et malgré la complexité des moyens mis en oeuvre, le traitement actuel des brûlés est encore trop souvent matière à déception pour le médecin. Ces deux constatations ont amené la Haute Autorité à promouvoir des recherches susceptibles d'améliorer les méthodes thérapeutiques et en définitive le sort des brûlés, dans le cadre des deux programmes:

- physiologie et pathologie du travail et
- réadaptation des victimes d'accidents du travail et de maladies professionnelles,

dont on a traité aux chapitres 223 et 224. Les montants indiqués à ces derniers chapitres comprennent, dans leur ensemble, un total de 402 532 u.c. AME, utilisé pour aider la réalisation de 39 projets de recherche pour 33 instituts et centres des six pays membres. Ces recherches se sont déroulées entre la fin de 1960 et la fin de 1964. Les 54 articles scientifiques publiés et les rapports présentés par les chercheurs sont soumis actuellement à un examen détaillé, et les résultats de ces travaux seront insérés dans un ouvrage de synthèse.

Bilan des résultats des recherches sur les brûlures encouragées par la Haute Autorité de 1960 à 1964

Les recherches entreprises couvrent un domaine très étendu; l'on peut considérer séparément :

a) les phénomènes pathologiques qui se développent chez les brûlés et intéressent d'une façon générale tout l'organisme; la thérapeutique générale du brûlé.

Les chercheurs se sont d'abord intéressés aux échecs du traitement général des brûlés, c'est-à-dire à la mortalité des brûlés, et ont pu constater que, en raison des progrès actuels de la thérapeutique, la mortalité est devenue très faible dans la première période de 4-5 jours qui suit la brûlure et également dans la période tardive, postérieure au 30e ou 40e jour. C'est entre le 4e - 5e jour et la fin du premier mois que la mortalité reste importante; cette mortalité, l'insuffisance rénale, les troubles métaboliques les lésions viscérales constatés ne l'éclairent pas entièrement. Les graves phénomènes généraux que l'on observe à ce stade chez le brûlé évoquent, chez le chimicien, l'idée d'une intoxication. Les recherches menées sur ce problème ont montré qu'on peut constater,

chez le brûlé, la variation quantitative de certains composants nouveaux du sang ou des tissus; elles n'ont pas abouti cependant à isoler une substance toxique dont la brûlure serait directement responsable. Il en résulte qu'il faut ranger pour le moment les phénomènes qui entraînent la mort du brûlé dans l'état de choc, les actions réflexes à partir de la lésion locale, les pertes liquidiennes, les conséquences de l'infection et de la dénutrition. De nombreuses recherches se sont insérées dans cette perspective et ont abouti à des données utilisables pour un traitement de rééquilibration et de compensation en ce qui concerne le système nerveux, le métabolisme général, la fonction rénale.

b) La thérapeutique locale de la brûlure et la réparation de la perte de substance cutanée.

La tâche d'obtenir une nouvelle surface de peau saine, à l'endroit où la peau a été détruite par la brûlure, présente une difficulté particulière lorsque la lésion a intéressé la peau à toute épaisseur et on ne peut pas compter sur une régénération spontanée, à partir des follicules pileux et des glandes. Dans ce cas, le chirurgien peut envisager deux solutions :

c) L'implantation à l'endroit brûlé de peau prise à un autre endroit du même organisme (greffe autologue)

L'étendue de la brûlure, et la nécessité de respecter certaines régions (tête, région périnéale, plis de l'aine et de l'aisselle, mains et pieds) limitent la surface utilisable pour les prélèvements de peau et la préparation d'autogreffes. Il importe donc d'employer ces ressources avec la plus grande efficacité, et la solution idéale serait de fabriquer, à partir d'une petite quantité de peau, les greffes nécessaires à recouvrir une plaie très grande. Les chercheurs ont progressé dans des directions différentes; la tendance à utiliser des greffes de plus en plus petites a abouti à la préparation d'une suspension de cellules cutanées, pouvant être étalées en couche très mince sur la plaie receveuse. Le danger de cancérisation des surfaces ainsi traitées semble définitivement écarté par une nouvelle méthode de préparation et de culture des cellules cutanées.

d) L'implantation à l'endroit brûlé de peau prise chez un autre sujet de la même espèce (greffe homologue)

L'inconvénient de cette méthode est que la greffe ainsi réalisée est toujours rejetée par le receveur. Les chercheurs se sont efforcés de prolonger la période de tolérance et de rendre, si possible, cette tolérance définitive. Ici également, plusieurs voies d'approche ont été suivies. Les méthodes agissant sur le greffon, avant son implantation, (le froid, les rayons X, les ultraviolets) se sont heurtées à la fragilité des tissus, à la difficulté de traiter ces derniers sans les dévitaliser ou les altérer profondément. Des perspectives plus encourageantes sont ouvertes par les recherches biologiques visant à reconnaître les caractéristiques intimes des tissus, présentant les différences qui aboutissent au rejet de la greffe. A ce point de vue, on a montré que l'écart, l'incompatibilité entre un receveur donné et une série de candidats-donneurs de peau peuvent être plus ou moins grands, d'où la possibilité d'une sélection du donneur, à approfondir par des recherches futures. On a également montré, d'autre part, que les modalités et le temps du rejet d'une homo-greffe pouvaient être modifiés dans un sens favorable par des substances médicamenteuses.

e) Les cicatrices vicieuses, la chirurgie réparatrice et reconstructive, la réadaptation du brûlé.

Il est particulièrement fréquent d'observer chez les brûlés une cicatrisation aboutissant à la formation de noeuds fibreux durs (chéloïdes) et de brides cutanées qui ont des conséquences néfastes sur le plan esthétique (et donc social) et sur le plan fonctionnel.

Les recherches encouragées ont permis de reconnaître dans la quantité anormale d'un certain polypeptide, se trouvant dans les chéloïdes, la différence essentielle entre le conjonctif fibreux du chéloïde et des tissus normaux; d'autre part il a été possible, en appliquant très précocement certains traitements par infiltration, de freiner le durcissement du chéloïde.

Les problèmes particuliers de la réadaptation des brûlés ont été enfin étudiés, et une intervention thérapeutique et préventive sur le plan psychologique a été préconisée.

5. Silicose

Enfin, en ce qui concerne la silicose, il a été démontré qu'au moins deux orientations sont valables, en vue de la réadaptation des patients :

- la lutte, par des moyens thérapeutiques et par des moyens préventifs, contre tous les troubles et affections qui, en s'ajoutant à la pneumoconiose, peuvent en aggraver le tableau clinique (asthme et bronchite chronique, infections dont notamment la tuberculose, troubles circulatoires);

- la rééducation respiratoire et l'apprentissage du contrôle de la respiration.

Lorsqu'elles sont suivies de façon conjointe, ces deux orientations amélioreront sensiblement les conditions du patient.

- CONCLUSIONS

Il est actuellement possible d'attirer l'attention des réadaptateurs sur les conclusions générales qui se dégagent de l'ensemble du programme, tel qu'il a été réalisé entre 1959 et 1963 :

1. Tous les diminués physiques, sans exception, peuvent tirer profit d'une réadaptation.

2. La réadaptation est d'autant plus efficace qu'elle est :

   - commencée suffisamment tôt, c'est-à-dire dès l'apparition de la cause d'invalidité;

   - préparée et suivie, en commun, par tous les spécialistes qui sont en rapport avec le diminué physique (médecin ou chirurgien, kinésithérapeute et physiothérapeute, prothésiste, psychologue, éventuellement spécialiste de l'orientation et de la propédeutique professionnelle);

- orientée, dans la mesure du possible, vers l'affranchissement du patient de toute dépendance par rapport à son entourage, du moins pour les besoins de la vie courante, ainsi que vers la reprise d'une activité professionnelle.

3. La réadaptation peut échouer dans tous les cas où :

- les buts à atteindre et les moyens à employer n'ont pas été choisis sur la base d'une évaluation correcte des conditions du patient, tenant compte des fonctions qui ont été épargnées par la minoration et des possibilités concrètes de développer ces fonctions;

- les tâches qui sont proposées au patient ne sont pas adaptées parfaitement à sa condition du moment.

3. ETUDES ET RECHERCHES SUR LES FACTEURS HUMAINS EN RELATION AVEC LA SECURITE

LES RECHERCHES DU Ier PROGRAMME FACTEURS HUMAINS-SECURITE

(Décision de la Haute Autorité du 5 décembre 1957)

Ces recherches ont été entreprises au titre du programme "Sécurité" (5-12-1957) dans lequel un crédit de 1 000 000 u.c. AME avait été prévu pour le domaine des facteurs humains et de la sécurité (1).

Dans l'exposé ci-dessous on passera d'abord en revue les travaux du "Programme-cadre"; ces recherches sont achevées et la Haute Autorité assure actuellement la diffusion et l'exploitation de leurs résultats. On donnera ensuite une information sur l'état de la recherche communautaire, qui constitue l'essentiel du programme et dont les résultats seront connus en 1966.

---

(1) Dans la brochure "Etat des travaux de recherche relatifs à la sécurité, à l'hygiène et à la médecine du travail dans la Communauté et bénéficiant des aides financières de la Haute Autorité" - Edition provisoire, septembre 1962 - on trouvera : une description générale du programme et des recherches, la liste des recherches et des chercheurs, les listes des membres des commissions consultatives.

I - Les recherches du programme-cadre "facteurs humains-sécurité"

11) Au titre du premier programme-cadre "facteurs humains-sécurité" vingt recherches ont été adoptées et un montant d'environ 220 000 unités de compte AME a été mis à leur disposition. Dix-sept recherches ont été réalisées. Elles ont débuté en 1961 et sont maintenant terminées. Neuf d'entre elles ont eu lieu dans les mines : ces recherches portent sur la sélection et la formation du personnel et sur l'emploi des moyens de protection individuelle, spécialement les gants et les chaussures de sécurité. Six ont été effectuées dans la sidérurgie : elles concernent la sélection du personnel, l'emploi des moyens de protection individuelle et l'influence des travaux monotones (1).

12) Dans ce domaine, eu égard à la complexité des problèmes rencontrés et à la nouveauté de nombre d'entre eux, il a été jugé particulièrement important d'organiser une coopération suivie entre les différentes équipes de recherches.

a) Une première modalité d'échanges a été réalisée :

- par une réunion générale des directeurs et équipes de recherches, qui a permis une prise de contact et une information réciproque d'ordre général et a conduit à constituer 4 groupes de travail réunissant tous les membres de chaque équipe de recherches en fonction de 4 thèmes principaux : "moyens de protection individuelle", "attitudes et comportement devant le risque", "sélection" et "formation";

- par la réunion de ces groupes, pour des échanges concrets d'information sur les objectifs, les méthodes et instruments de travail, les problèmes rencontrés;

---

(1) La description de chaque recherche a été indiquée dans la brochure déjà citée plus haut, pages 141 à 163

- par une réunion générale d'étude du problème, commun aux diverses recherches, posé par le choix du "critère de réussite-sécurité";
- par une réunion intermédiaire des directeurs et équipes de recherches, qui a permis de confronter les travaux effectués et les expériences acquises dans les diverses recherches au cours de l'année 1961 et 1962;
- par une réunion finale des directeurs et équipes de recherche, qui a permis la confrontation des résultats de recherches du programme-cadre;

b) Une deuxième forme d'encouragement de la coopération a été assurée avec le concours du groupe des rapporteurs par des visites que les trois rapporteurs de la commission de recherches et des fonctionnaires de la Haute Autorité ont effectués dans les divers instituts pour y étudier le déroulement des recherches.

13) La diffusion des résultats est maintenant en cours.

a) Des échanges de vues sont en préparation, qui permettront à des spécialistes des industries minières et sidérurgiques de recevoir une information sur les résultats des recherches et de manifester leur intérêt pour ces résultats; d'autres échanges de vues auront lieu avec les experts professionnels au sein de la commission des producteurs et travailleurs.

b) Une publication officielle, dont la rédaction est en cours, sera largement diffusée dans la Communauté.

14) Aperçu des résultats des recherches du programme-cadre

Les rapports fournis par les chercheurs constituent une somme d'informations abondante, groupant des milliers d'observations recueillies en majeure partie dans les conditions et sur les lieux de travail.

On remarquera d'abord que les recherches sont de natures très diverses et par là se complètent indirectement, allant des enquêtes et observations sur le lieu du travail jusqu'aux expérimentations de laboratoire et aux études de personnalité. Ainsi certaines apportent-elles immédiatement des informations systématiques utiles aux spécialistes des entreprises qui n'ont généralement pas les possibilités matérielles de recueillir ces informations; d'autres, au contraire, essayent d'atteindre à des notions ou des lois générales qui pourraient orienter les techniques de prévention.

Par ailleurs, on remarquera également qu'il s'est agi du premier effort coordonné, sur le plan européen comme dans nos industries, pour l'étude méthodique de ces problèmes. Ceci explique que les chercheurs eux-mêmes ont dû se former, s'orienter dans l'étude de ces problèmes et dans la connaissance des industries minières et sidérurgiques. Si les recherches apparaissent encore modestes et fragmentaires, cela traduit bien la situation de fait et correspond par ailleurs au souci de la Haute Autorité d'aborder ces problèmes avec les meilleures garanties de succès. Cette première étape de prise de conscience de la part des industries et d'orientation des instituts devait être franchie; sa réussite peut être considérée comme satisfaisante lorsque l'on constate que dans une dizaine d'instituts de la Communauté une vingtaine de chercheurs ont été

orientés et formés à ces recherches, au seul titre du programme-cadre, et qu'une industrie a créé, à l'occasion de ces recherches, un centre autonome de recherches physiologiques et psychologiques.

On trouvera ci-après une brève esquisse des recherches et de leurs résultats.

14. a) Recherches concernant les habiletés et attitudes en rapport avec la sécurité et certaines situations de travail

Après consultation de la commission de recherches "facteurs humains-sécurité", de la commission des producteurs et travailleurs et de la commission d'experts gouvernementaux "sécurité", la Haute Autorité avait retenu, parmi les thèmes de recherche qui lui étaient proposés, la sélection des travailleurs en regard de la sécurité; les propositions des chercheurs ont donc été centrées sur ce sujet; comme il arrive toujours en pareil cas, les perspectives ouvertes par les travaux débordent cette action précise, ce qui d'ailleurs ne manque pas d'être instructif. On trouvera ici un compte des points qui ont paru les plus importants dans ces directions, ainsi qu'un aperçu de deux autres recherches visant la vigilance et la cohésion des équipes de travail.

Les aptitudes ou les habiletés

14. a.1. L'étude du Dr MOLITOR et du Pr MOSINGER (Luxembourg) (1) est un exemple typique d'un inventaire très large des caractéristiques personnelles puisqu'elle couvre les domaines médicaux, neurologiques et électro-encéphalographiques, psychotechniques, psychologiques et biologiques. On dispose aujourd'hui de

(1) Recherche sur la valeur pratique pour la prévention des accidents du travail des tests cliniques, biologiques et psychométriques dans l'industrie sidérurgique luxembourgeoise (rech. 4057 FH).

résultats partiels la recherche devant se terminer au début de 1965. Soixante et un ouvriers sidérurgistes de l'ARBED ont été l'objet d'examens multiples et classés suivant la fréquence et la gravité de leurs accidents. Les résultats les plus frappants connus à ce jour concernent les aspects neurologiques et électroencéphalographiques. Sans entrer dans le détail des signes qui se sont révélés significatifs, indiquons, par exemple, que les accidentés avaient plus souvent un rythme alpha comportant des fréquences faibles (au-dessous de 10) et présentaient plus fréquemment une symptomatologie névrotique.

Dans de tels résultats, il y a certes un apport nouveau, mais aussi confirmation de données anciennes; la littérature est abondante lorsqu'il s'agit de trouver des textes traitant de l'influence des troubles névrotiques ou psychopathologiques sur les accidents; mais les traces électroencéphalographiques n'avaient pas été mises en évidence, apportant un argument aux tenants de l'existence de la prédisposition aux accidents.

Malgré cela, il semble préférable de bannir ce terme ambigu de prédisposition aux accidents s'il autorise à penser qu'un déterminisme inéluctable attire les accidents sur certains individus mal servis par la nature; en fait cette prédisposition est indirecte, elle est une disposition naturelle à acquérir éventuellement, surtout dans l'enfance si l'on en croit la psychanalyse, au contact du milieu de vie, certains modes de réaction à tonalité névrotique; ceci

veut dire que des formes de prévention sont possibles et souhaitables : traitement médical et psychologique des tendances psychopathologiques, aide aux travailleurs dans leurs problèmes individuels, établissement d'un climat favorable en milieu de travail.

Un autre résultat obtenu dans la recherche attire des remarques analogues : il y a un rapport entre retard scolaire et accidents, mais il y a de nombreux intermédiaires entre ces deux termes dans la genèse de l'accident; ainsi certains sujets, mal scolarisés, ne sont pas en état de recevoir les instructions de travail, surtout lorsque les situations sont inhabituelles ou perturbées; sans les faire retourner à l'école, il est sans doute possible de leur donner une formation plus rapide, plus spécifique, centrée sur le travail et la signification des consignes; il peut aussi être envisagé d'aménager les instructions pour les rendre compréhensibles par chacun.

14. a.2. La recherche de M. CLOOTS et de M. de COCK, (1) faite aux Charbonnages de Zwartberg, a comporté l'essai de tests sur des piqueurs. En règle générale dans les recherches du programme-cadre, on a échoué lorsque l'objectif était d'établir des corrélations significatives entre les résultats de tests et les taux individuels de fréquence et de gravité; il en est de même dans la recherche de M. CLOOTS et, mis à part un résultat dont nous parlerons plus loin, dans celles de MM. MERZ et DROESLER.

---

(1) La mesure de la déficience visuelle, de l'aptitude spatiale et de la vitesse perceptive en relation avec la prédisposition aux accidents chez les ouvriers du fond dans les charbonnages (rech. 4004 FH)

MM. G. DE COCK
J. CLOOTS
A. MAHY

Mais M. CLOOTS emploie aussi un autre critère : après apprentissage personnel du travail, observations des mineurs, enquêtes auprès des surveillants, entretiens avec les blessés, il établit pour 90 opérations de travail, 3, 4 ou 5 modalités de comportement dont une peut être associée au comportement sûr; il construit ainsi un questionnaire à 90 questions à choix entre ces modalités qu'il ramène après étude à 50 questions. Le sujet doit indiquer le comportement qui est le sien le plus souvent et on en déduit une note individuelle de conduite de sécurité qui est prise comme critère. Cette note ne présente aucune corrélation avec les critères de fréquence et gravité. Mais avec ce nouveau critère, certains tests deviennent assez fortement valides (tests de vision, perception et habileté manuelle). Ces résultats sont certes susceptibles de diverses interprétations; certains se demanderont peut-être si cette batterie de tests permet de détecter les ouvriers susceptibles d'être accidentés ou bien si elle atteint d'autres habiletés propres au bon ouvrier qui, par ailleurs, connaît mieux les comportements adéquats et conformes aux instructions.

Les attitudes

14.a.3. M. DROESLER (université de Marburg) (1), conscient du manque de fidélité de la fréquence des accidents, commence par rechercher par éliminations successives

(1) Etude de l'efficacité réelle des procédés psychologiques et physiologiques anciens et nouveaux (combinant des données psychologiques, physiologico-médicales et sociologiques) pour la prévention des accidents par sélection du personnel (rech. 4010 FH).

un échantillon de travailleurs sur lequel le critère présente une fidélité suffisante; il part d'un ensemble homogène de 824 ouvriers métallurgistes répartis dans 30 départements. Il commence par écarter les départements qui contiennent moins de 15 ouvriers et ceux où le nombre d'accidents a fortement varié entre les deux périodes de référence (1-1-1959 au 31-12-1959 et 1-1-1960 au 31-12-1961). Il lui reste 590 sujets répartis dans 10 départements. Dans chaque département, il constitue trois groupes suivant la qualification : premiers ouvriers, ouvriers et apprentis et calcule la fidélité pour chaque groupe. Il ne retient finalement que les 98 ouvriers appartenant aux groupes pour lesquels la fidélité est suffisante. Il leur fait passer tests et questionnaires sans succès apparent. Il a alors l'idée de partager son échantillon en 9 sous-groupes en tenant compte du besoin d'accomplissement, de la motivation au travail d'une part et de la crainte de l'échec, de l'anxiété dans le travail d'autre part; ces caractères sont évalués au moyen de questionnaires. Calculant les nombres moyens d'accidents par groupe, il obtient le tableau de résultats suivants :

		Motivation au travail		
		Faible	Moyen	Fort
Crainte de l'échec	Fort	0,88	1,88	2,20
	Moyen	2,29	2,62	2,41
	Faible	3,00	1,43	1,67

Il montre ainsi l'incidence de ces attitudes sur les accidents. Pour mieux comprendre la nature du phénomène, M. DROESLER construit deux nouveaux tableaux, en remplaçant dans les cases du précédent les moyennes d'accidents par les performances moyennes dans ses tests d'une part, par les nombres de fautes dans les mêmes tests de l'autre. Il constate alors l'existence de relations du même genre et donne les interprétations opérationnelles suivantes pour les quatre cases d'angle :

- Les gens peu motivés, mais pas anxieux, travailleraient vite et sans précautions et auraient ainsi le comportement le moins favorable à la sécurité.
- Les gens peu motivés, mais anxieux, travailleraient craintivement et donc lentement et avec le maximum de prudence.
- Les gens motivés et ne craignant pas l'échec travailleraient soigneusement pour obtenir une bonne performance sans faute, donc relativement lentement, mais sans accident.
- Les gens motivés et anxieux se lanceraient dans la course, travaillant vite, mais risquant des accidents.

14. a.4. M. MERZ (université de Würzburg (1) suit un chemin parallèle et aboutit à des résultats du même type; il évalue ces attitudes de motivation au travail et de crainte de l'échec au moyen d'un test projectif.

---

(1) La disposition individuelle à prendre des risques (rech. 4014 FH).

Ces chercheurs qui, engagés sur une voie qui se révélait stérile, ont développé des efforts considérables, essayé des méthodes multiples, expérimenté dans des directions diverses, pour déboucher sur une orientation nouvelle, prometteuse pour l'avenir.

Cette orientation concerne essentiellement les attitudes devant le travail, elle rencontre les aspects de personnalité dont nous avons parlé tout à l'heure et débouche sans doute sur les mêmes formes de prévention.

14.a.5. Mme ROBAYE (université de Bruxelles) (1) utilise une tâche où les sujets font choix de comportements plus ou moins risqués; elle compare des ouvriers polyaccidentés et pauciaccidentés ayant la même fonction industrielle; elle constate :

- qu'au départ, tous les sujets choisissent de préférence des comportements dangereux, comme si la tendance à prendre des risques était une tendance très générale et profondément ancrée chez l'homme. Ceci est valable pour les deux groupes d'ouvriers;
- qu'au fur et à mesure que la tâche se déroule, le comportement des deux groupes se différencie; les polyaccidentés maintiennent leur manière de travailler, même après avoir subi plusieurs pénalisations, les pauciaccidentés choisissent progressivement des comportements moins dangereux.

L'étude a montré que cette permanence des comportements risqués chez les polyaccidentés était accompagnée du sentiment d'une menace plus grande; l'arrivée d'une pénalisation sensibilise l'individu, mais ne l'amène pas à modifier ses actes. Ainsi une campagne de sécurité centrée sur la peur de "ce qui peut arriver" aurait peu de chance d'être efficace.

(1) Niveau d'aspiration, niveau d'expectation et prise de risque (rech. 4016 FH).

L'auteur propose alors deux actions possibles de prévention : utilisation de l'épreuve pour le dépistage des attitudes inadéquates et modification de ces attitudes par des moyens psychologiques; elle suggère la formation dans des groupes de base.

14. a.6. Cette méthode de formation de groupe est également étudiée par M. IACONO (université de Naples) (1) pour changer l'attitude des travailleurs à l'égard des moyens de protection individuels. Il obtient des résultats positifs par l'emploi de la technique de discussion au sein de petits groupes.

14. a.7. Un autre moyen de diagnostic de la tendance à prendre des risques a été établi par le Dr SPALTRO (université de Milan) (2) sous la forme d'un questionnaire où l'on demande au sujet d'apprécier le degré de risque de situations typiques. A l'aide de cet instrument, on peut conduire des études fines; par exemple en demandant aux sujets de répondre d'une part en terme de ce qu'ils pensent eux-mêmes de la situation, d'autre part en terme de ce que les autres pensent, on obtient deux évaluations dont la comparaison est instructive. On voit ainsi que l'écart s'accroît sous l'influence de l'alcool comme si le sujet devenait moins conscient des risques qu'il court et trouvait exagéré le jugement des autres.

Ainsi les recherches du programme-cadre par leurs résultats à la fois de caractère négatif et positif proposent d'infléchir largement nos conceptions concernant les caractéristiques individuelles en relation avec la sécurité;

---

(1) Dynamique des résistances individuelles et collectives à l'utilisation des moyens de protection (rech. 4027 FH).

(2) La mesure de la tendance individuelle au risque (rech. 4009 FH).

elles suggèrent l'abandon de certaines techniques aveugles et définitives de sélection et leur remplacement par des moyens de dépistage d'attitudes plus directement reliées au comportement dangereux; l'esprit est nouveau, en ce sens qu'il implique la croyance que ces attitudes sont souvent passagères, provoquées par la problématique actuelle de l'homme, et qu'une action correctrice est possible; les formes d'une telle action ne sont pas spécialement examinées dans les recherches, mais vaudraient d'être étudiées; les modalités d'application conduiraient à définir des campagnes de sécurité d'une conception nouvelle, impliquant une individualisation de la prévention accompagnée d'une action en profondeur.

La vigilance et la cohésion des groupes

Deux recherches sont d'une nature un peu différente puisqu'elles ne concernent pas l'étude de différences interindividuelles; la première se rattacherait à l'ergonomie, en ce sens qu'elle conduit à proposer des aménagements des travaux de surveillance, la deuxième est de nature psychosociale en prenant comme objet d'étude l'équipe de travail.

Ces recherches apparaissent isolées, ce qui ne veut pas dire qu'elles soient marginales; les thèmes sont de la plus grande importance, mais ils n'avaient pas été proposés explicitement aux chercheurs lors de l'élaboration du premier programme-cadre.

14.a.8. M. KORNADT (université de Würzburg) (1) s'interroge sur les difficultés des opérateurs des postes de travail de surveillance qui se multiplient avec l'automatisation progressive de l'industrie. Il étudie la capacité de réaction à des signaux aléatoires au cours de séances

(1) Sens du risque et capacité de réaction dans les activités monotones (rech. 4015 FH).

durant de 40 à 60 minutes; il mesure la rapidité des réactions, le nombre de signaux critiques perçus et les fausses alarmes, c'est-à-dire les réponses aux signaux neutres.

Il constate que la réaction aux signaux d'alarme sporadiques est beaucoup plus mauvaise lorsque le signal n'a pas été déclenché depuis longtemps. En une heure de surveillance, les signaux omis ont été, pour la plupart, ceux des appareils de mesure émettant le plus rarement des signaux. Lorsqu'on introduisait un risque monétaire, il n'y avait pas d'amélioration générale des résultats, quelquefois on constatait des détériorations déterminées notamment par la crainte de l'échec.

Ces résultats mettent l'accent sur la nécessité de l'étude ergonomique des postes de vigilance. Il est souvent possible de modifier judicieusement les caractéristiques physiques des signaux, par exemple la luminance ou la durée; on a aussi suggéré d'introduire des signaux factices pour augmenter ainsi artificiellement la fréquence des signaux ou plus souvent d'introduire des activités supplémentaires qui maintiennent un niveau d'activité et donc de vigilance. Il est évident que l'ergonomie de la sécurité est un chapitre qui mériterait de recevoir l'apport de nouvelles recherches.

14. a.9. M. MERTENS DE WILMARS et M. de COCK (université de Louvain) (1) étudient des équipes de mineurs :

Ils emploient un questionnaire analogue à celui de M. CLOOTS où chaque question comporte un choix entre plusieurs modalités de comportement dont l'une est sûre; ils s'en servent

(1) Etude de l'influence de la cohésion du groupe et du fonctionnement de son système de communication interne sur le taux d'accidents au sein de ce groupe, pris comme équipe de travail (rech. 4061 FH).

de deux façons différentes en demandant aux gens d'une part quel est ce comportement sûr et d'autre part quel est celui qu'ils adoptent le plus fréquemment dans la réalité du travail. On a ainsi pour chacun deux notes : la première sera dite note d'information et représente la connaissance des règles de sécurité; la deuxième, mesure de la prudence du comportement, est prise pour critère. Par ailleurs, on évalue la cohésion de l'équipe par une mesure sociométrique. Le dépouillement des données obtenues fournit alors le résultat suivant : la corrélation entre information et comportement prudent est plus forte dans les groupes cohésifs que dans les autres, comme si la cohésion permettait le passage en actes, l'application pratique des connaissances concernant la sécurité.

Sans doute, particulièrement dans les mines, l'importance de la constitution d'équipes formées d'ouvriers ayant l'habitude de travailler ensemble est très grande pour la sécurité; l'instabilité du personnel, l'absentéisme empêchent souvent la formation de telles équipes, et c'est en partie ainsi qu'on peut expliquer leur incidence néfaste sur la sécurité.

- En conclusion -

Les recherches du premier programme-cadre concernant la sélection ont mis l'accent sur l'importance des attitudes au détriment des habiletés psychotechniques; elles suggèrent une orientation des actions de prévention vers des formes nouvelles où l'attention serait portée vers des travailleurs préalablement dépistés qui seraient aidés et corrigés de leurs attitudes dangereuses.

14.b) Recherches relatives aux attitudes des travailleurs à l'égard des moyens individuels de protection

"Qu'est-ce qui incite un travailleur à refuser de porter des vêtements de sécurité ? Qu'est-ce qui incite un autre ouvrier à en exiger ? On ne s'est guère encore préoccupé de découvrir pourquoi un être humain prenait, en ce domaine, telle ou telle décision" constatait LANER , en 1959, dans une étude consacrée au port des chaussures de sécurité dans la sidérurgie britannique.

Et il est de fait que, hormis la recherche précitée, aucun travail d'ensemble n'avait été encore consacré à la question lorsque la Haute Autorité décida d'inclure ce thème d'étude dans son premier programme de recherches sur les facteurs humains et la sécurité.

A défaut d'explorations plus précises, une opinion tendait cependant à prévaloir dans les milieux de la sécurité selon laquelle les problèmes posés par la protection corporelle changeaient de nature et devenaient plus psychologiques que technologiques, les améliorations apportées aux moyens individuels de protection rendant malaisément explicables, autrement que par des résistances d'ordre psychologique, les réticences que beaucoup de travailleurs continuaient de manifester à leur endroit.

C'est essentiellement pour examiner le bien fondé de cette conception que furent entreprises les recherches qui vont être rapportées. Parce que l'accent étaint ainsi mis, au départ, sur les attitudes collectives des travailleurs, ces recherches utilisèrent les techniques de la psychosociologie.

Pour l'exposé des recherches, on adoptera un point de vue synthétique en s'efforçant d'éclairer les résultats les uns par les autres. Ce faisant, nous utiliserons le fait que l'action de promotion et de coordination de la Haute Autorité permet de disposer de plusieurs recherches traitant le même thème, employant la même méthode, mais poursuivies dans deux industries et dans cinq pays différents.

Les recherches qui ont exploré les attitudes des travailleurs à l'égard des moyens individuels de protection sont au nombre de cinq (note 1) :

Trois recherches concernent les ouvriers du fond des charbonnages : une recherche néerlandaise traite des gants de sécurité et une recherche française des chaussures de sécurité (souliers, bottes et bottillons); une recherche belge étudie tous les effets de sécurité mis à la disposition des mineurs (casques, lunettes, gants, genouillères, jambières, souliers).

(Note 1) : 1) Recherche FH 4020 : KUYER et STRUIK. Instituut voor toegepaste psychologie - Nimègue (Pays-Bas).

2) Recherche FH 4059 : CAZAMIAN, CHICHI, DEVEZE et FAURE. Centre d'études et recherches ergonomiques minières (CERCHAR) (France).

3) Recherche FH 4046 : DOUCY, FELDHEIM, TAHON et MOREAU. Institut de sociologie Solvay - Bruxelles (Belgique)

4) Recherche FH 4026 : CESA-BIANCHI, CALEGARO DI NARO et BORDOGNA. Cattedra di psicologia, université de Milan (Italie).

5) Recherche FH 4027 : IACONO, GALDO, ASPREA, MANGO, MINEI, SBANDI, VILLONE-BERTOCCHI et LAMA. Istituto di psicologia; université de Naples (Italie).

Deux recherches italiennes, entreprises respectivement dans la sidérurgie milanaise et dans la sidérurgie napolitaine, portent sur un ensemble de vêtements de sécurité (casques, visières, lunettes, gants et vestes ignifugées).

14.b.1 - L'exposé des résultats conduit d'abord à communiquer quelques brèves indications statistiques qui attestent la réalité et la consistance du problème examiné :

- 85 % des accidents du travail concernent des parties du corps humain - yeux, tête, mains, jambes et pieds - qui peuvent être protégées par des effets de sécurité.

- Les blessures aux mains interviennent pour 45 % du total et les blessures aux pieds pour 15 % environ.

- La grande majorité de ces blessures n'intéressent que les parties molles superficielles et eussent vraisemblablement pu être évitées, ou atténuées, par une protection corporelle.

On retrouve, en somme, ici les données classiques habituelles.

D'autres indications statistiques attestent les résistances au port des vêtements de sécurité :

- Dans un charbonnage, 65 % des ouvriers du fond ne portent pas de chaussures de sécurité.
- Dans un autre, 85 % n'emploient pas les gants.
- Dans une usine sidérurgique, bien que les vêtements de sécurité soient délivrés gratuitement et que le port en soit obligatoire, 37,5 % du personnel de la fonderie, de l'aciérie et du laminoir ne les utilisent pas.

14.b.2. - Les observations faites sur les lieux du travail permirent de répartir les sujets de l'échantillon en deux sous-groupes, celui des utilisateurs et celui des non-utilisateurs des effets de sécurité.

Avant de passer à l'exploration des attitudes, on s'est préoccupé de savoir si ces deux sous-groupes se différenciaient du point de vue de certaines caractéristiques individuelles objectives :

Dans l'ensemble, et contrairement à quelques avis répandus aucune corrélation ne fut constatée entre le port des moyens de protection, d'une part, et, d'autre part, l'âge, l'ancienneté, le passé-accident, la qualification professionnelle, la rémunération, les promotions, les antécédents scolaires, les occupations professionnelles des parents, la situation de famille et l'habitat (note 2).

(note 2) : La recherche néerlandaise constate cependant que les jeunes mineurs utilisent davantage les gants que les mineurs plus âgés.

Dans la recherche sidérurgique milanaise, des corrélations faiblement significatives donnèrent à penser que les particularités ci-après se rencontraient plus fréquemment chez les porteurs d'effets de sécurité que chez les non-porteurs : une origine rurale, des antécédents professionnels agricoles, la pratique de sports ou d'activités domestiques et horticoles pendant les loisirs.

Mais il serait aventuré de conférer à ces résultats, qui n'ont pas été retrouvés par ailleurs, valeur de généralité.

14.b.2 - L'exploration des attitudes, dont il va être maintenant rendu compte, poursuivait un double objectif :

- Préciser les attitudes du groupe ouvrier à l'égard de la protection corporelle, à l'égard du risque d'accidents de travail, à l'égard de l'entreprise.

- Faire apparaître une distinction éventuelle entre les attitudes du sous-groupe des utilisateurs des moyens de protection et celles du sous-groupe des non-utilisateurs.

Pour la présentation des résultats, on distinguera le cas des entreprises où le port des effets de sécurité est facultatif (en droit ou en fait) et le cas des entreprises où il est obligatoire sous peine de sanctions effectives.

14.b.3 A - Port facultatif

Cette situation a été rencontrée dans trois recherches, menées dans des charbonnages. Le vêtement de sécurité est alors soit délivré gratuitement (dans un cas), soit vendu, à moitié prix, par l'entreprise (dans deux cas).

1) - Attitudes à l'égard de l'utilité, du confort et du coût des moyens de protection.

Les trois quarts des travailleurs reconnaissent l'utilité de la protection corporelle.

Utilité relative il est vrai, car les effets de sécurité ne protègent, disent-ils, que contre les petits accidents. Aussi certains ajoutent-ils qu'il ne faudrait pas que cette action palliative détournât l'entreprise de ses responsabilités plus essentielles en matière de sécurité des chantiers (note 3).

(note 3) : COPPEE-BOLLY (2), dans son enquête chez les travailleurs de l'industrie belge, avait déjà recueilli cette dernière opinion.

Utilité parfois nuancée de réserves : on indique, par exemple, que les gants rendent maladroit et que cette maladresse peut être, en elle-même, facteur d'accident; 80 % des mineurs pensent que la coquille métallique de la chaussure de sécurité est très résistante, donc qu'elle protège bien, mais 13 % d'entre eux estiment que cela peut constituer un danger supplémentaire, la coquille, sous l'effet d'un choc violent, risquant de basculer en arrière en emprisonnant les orteils dans son mouvement. (Au travers de cette évocation du pied retenu dans la chaussure, on perçoit d'ailleurs la référence à une attitude plus générale du mineur : la phobie de tout lien susceptible d'entraver une fuite salvatrice).

Mais il est essentiel de constater que l'utilité est également reconnue par les deux sous-groupes et qu'il n'existe pas de différence, sur ce premier point, entre utilisateurs et non-utilisateurs.

La notion de confort n'est pas univoque :

Avant d'être "de sécurité", un vêtement de sécurité est d'abord un vêtement que l'on compare avec un vêtement ordinaire et qui dès lors apparaît généralement comme moins confortable. Les critiques, assez peu marquées au niveau des souliers de sécurité - les doléances émanent de 21 % des sujets de l'échantillon - sont très vives en ce qui concerne les bottes de sécurité; 71 % des mineurs les accusent d'être lourdes, rigides, incommodes, responsables de lésions cutanées, contraires à l'hygiène lorsqu'elles comportent une toile intérieure malaisément lavable.

On doit insister sur l'écart qui se manifeste ici entre l'optimisme officiel et les déclarations des travailleurs. Il marque bien la distance qui sépare une approche théorique du problème de la réalité vécue.

D'autre part, le vêtement de sécurité est encore un vêtement de travail, évalué en fonction de la gêne qu'il apporte aux gestes professionnels. Les gants sont ici particulièrement visés parce que, n'appartenant pas au vestiaire habituel de l'ouvrier, ils nécessitent une période d'adaptation et parce qu'ils engendrent souvent une durable maladresse professionnelle. 44 % des ouvriers du fond d'un charbonnage estiment que les gants gênent le travail et font obstacle à une haute productivité. Ce qui, sous une forme mineure, amorce un conflit sécurité-production. En étaient bien conscients ces travailleurs interrogés par COPPEE-BOLLY qui réclamaient que les chronométrages fussent effectués sur des sujets revêtus des effets de sécurité.

Le poids global de ces inconvénients varie selon le vêtement de sécurité envisagé.

Il est fonction :

- de l'inadaptation spécifique du vêtement aux exigences physiologiques en général;
- des contraintes de travail (les difficultés étant maximales dans les travaux du fond, surtout dans les chantiers bas, chauds et humides).

A partir des opinions exprimées par les mineurs, on peut classer les vêtements de sécurité dans l'ordre suivant de commodité croissante : lunettes, gants, bottes de sécurité, souliers de sécurité, casque (ce dernier ayant cessé d'être perçu comme gênant du jour où il a été utilisé comme support d'une lampe-chapeau qui a grandement amélioré le confort visuel et l'exécution des travaux miniers).

Or cette échelle subjective coïncide exactement avec l'échelle objective des fréquences d'utilisation.

Ce qui démontre bien le rôle déterminant joué, en ce domaine, par le facteur inadaptation du moyen de protection.

Les attitudes des ouvriers vis-à-vis de la vente des moyens de protection ont été explorées dans deux charbonnages.

Dans l'un de ceux-ci, 89 % des travailleurs réclament une entière gratuité; ceci parce que la gratuité est de règle dans les entreprises avoisinantes, parce que tout ce qui concerne le travail doit être à la charge de l'employeur, parce que la protection corporelle, en diminuant le nombre des blessures, permet à l'entreprise de réaliser des économies substantielles et qu'il est dès lors légitime que le travailleur profite aussi des gains ainsi réalisés. 73 % des ouvriers ajoutent que la gratuité suffirait à généraliser l'usage des chaussures de sécurité.

Dans le second charbonnage, 80 % des ouvriers estiment que la gratuité favoriserait le port des gants, mais 66 % pensent que le facteur économique n'est pas, en ce domaine, le facteur principal de résistance (qui demeure bien l'incommodité d'emploi). On remarquera que cette différence entre gants et souliers exprime d'une part, une différence de confort et, d'autre part, la distance qui sépare un élément obligatoire du vestiaire du mineur (souliers) d'un élément dont le port est inhabituel dans la vie courante (gants).

Le sous-groupe des porteurs et le sous-groupe des non-porteurs ne se différencient pas non plus en ce qui concerne l'attitude vis-à-vis de la vente des moyens de protection.

En conclusion de cette première partie de l'exploration des attitudes, on peut donc dire qu'utilisateurs et non-utilisateurs se présentent sous la forme d'un groupe homogène à l'égard de l'utilité, du confort et de la vente des vêtements de sécurité.

2) - Attitudes à l'égard du risque d'accident de travail.

75 % des mineurs estiment qu'il n'existe pas de métier plus dangereux que le leur. Et la moitié reconnaissent qu'ils éprouvent souvent au cours de leur travail la peur d'être accidentés.

Au cours des interviews, les ouvriers étaient amenés à évaluer, en fonction de leur expérience personnelle, la fréquence et la gravité des accidents dans l'emploi qu'ils occupaient, la répartition des blessures selon la partie du corps atteinte, etc. On a constaté que ces évaluations subjectives étaient en bonne concordance avec les résultats objectifs des statistiques des accidents du travail. Il n'y avait ni sur-estimation, ni sous-estimation systématiques.

Utilisateurs et non-utilisateurs des effets de sécurité ne se différencient aucunement dans leur représentation du risque. Notamment pas en ce qui concerne le danger global de la profession, le risque spécifique de l'emploi, la fréquence des gestes dangereux commis pendant le travail, l'appréhension ressentie au cours de celui-ci. Ce qui, soit dit en passant, permet de douter de l'efficacité d'une propagande en faveur de la protection corporelle qui, comme il est habituel, prendrait pour thème la gravité du risque et la peur de la blessure.

On a déjà signalé que le passé-accident de l'individu n'intervenait pas non plus dans l'utilisation des moyens de protection.

A ce propos, une intéressante étude fut effectuée par une des équipes de recherche qui montra que la mémoire conservée par le travailleur de son passé-accident était influencée positivement par la gravité des blessures, mais négativement par leur nombre, les poly-accidentés supprimant les accidents de leur mémoire selon un mécanisme psychologique sur lequel LE SHAN et BRAME ainsi que VEIL avaient déjà attiré l'attention. En particulier, les petits accidents, donc ceux qui seraient prévenus par la protection corporelle, sont très rapidement oubliés.

3) - Attitudes à l'égard de l'entreprise

Dans la situation considérée, celle où le port est facultatif, cette partie de l'étude n'a pas revêtu l'extension qui lui sera donnée par la suite.

On ne s'est pas préoccupé, en effet, d'analyser le climat de l'entreprise en tant que tel, mais seulement de rechercher si le problème de la protection corporelle se compliquait de composantes empruntées à la dialectique sociale de l'établissement.

Il est rapidement apparu qu'il n'en était rien.

Ceci pour la raison que la relation qui unit le travailleur à l'entreprise lors de la cession à titre onéreux d'un moyen de protection est assimilable à un simple rapport d'acheteur à commerçant; ce qui exclut un climat conflictuel, puisque l'entreprise est alors en position de demandeur, dans la mesure du moins où la propagande organisée par le "marchand" demeure suffisamment discrète ou suffisamment adroite pour ne pas être perçue comme une pression.

On trouve une illustration de ce fait dans l'accueil réservé par les ouvriers à la propagande que la maîtrise développe en faveur de la protection corporelle. Les chefs prêchent l'exemple en utilisant les moyens de protection. Il arrive que leur propagande soit

insistante, assortie parfois de menaces, mais purement verbales et non suivies de sanctions. A ce qu'ils considèrent comme un excès de zèle, les travailleurs réagissent d'une façon non passionnelle en dissociant la personne même du chef et sa conviction intime - qu'ils imaginent assez semblable à la leur - du rôle de propagandiste que les échelons supérieurs de la hiérarchie lui demandent d'assumer.

L'absence de conflit direction-travailleur en ce domaine ne signifie pas, d'ailleurs, concordance des représentations. En voici un exemple :

Dans une entreprise, par voie d'affiches multipliées sur les lieux de passage du personnel, la direction faisait connaître l'effort financier qu'elle consentait en revendant aux travailleurs les chaussures de sécurité à moitié du prix qu'elle avait versé au fabricant pour leur acquisition. Or si l'on demande à ces mêmes travailleurs : "l'entreprise vend-elle les chaussures de sécurité à perte, à prix coûtant ou y gagne-t-elle ?", 16 % d'entre eux seulement sont d'accord avec l'information officielle - et avec la réalité des faits; 42 % pensent que l'entreprise vend à prix coûtant, 27 % qu'elle en retire profit, 15 % répondent évasivement. Ce qui confirme bien les conclusions de MOSCOVICI et LIANTIER relativement au faible écho que recueille dans les collectivités ouvrières l'information émanant de la hiérarchie.

Quoiqu'il en soit, il n'existe en ce domaine aucune différence entre utilisateurs et non-utilisateurs. Les seconds ne se montrent pas plus critiques à l'égard de l'entreprise ou du commandement que les premiers.

Une dernière constatation corrobore le caractère "socialement neutre" du problème de la protection corporelle :

Il n'existe pas de pressions de groupe s'exerçant à l'encontre - ni, d'ailleurs, en faveur - des effets de sécurité (note 4). L'opinion ouvrière estime que chacun doit décider, en ce domaine, librement. L'attitude recoupe ainsi une attitude générale de non-prosélytisme, de respect de la liberté d'autrui, qui marque assez profondément le style des relations inter-individuelles dans les collectivités de travail mais seulement lorsque les intérêts du groupe - ou les intérêts de classe - ne sont pas directement concernés.

On déduit de tout ce qui précède que, dans le contexte envisagé, le sous-groupe des utilisateurs et le sous-groupe des non-utilisateurs des effets de sécurité ne se différencient pas au niveau des attitudes.

Aussi bien les deux sous-groupes ne sont-ils aucunement cristallisés. Il existe de fréquents passages de l'un à l'autre. Dans une recherche, on a vérifié que 60 % des non-porteurs de chaussures de sécurité avaient été, à un moment donné, des utilisateurs. Et que les non-porteurs ne manifestaient pas une attitude d'opposition systématique à l'égard de la protection corporelle dans son ensemble puisque la résistance visait électivement tel effet de sécurité alors que d'autres moyens de protection étaient simultanément utilisés par les mêmes travailleurs.

En définitive, ce sont donc des inconvénients très objectifs, tenant à l'inadaptation du moyen de protection, qui expliquent, ici, les résistances à l'emploi des vêtements de sécurité.

14.b.3 B - Port obligatoire

Les effets de sécurité sont délivrés gratuitement par l'entreprise mais leur non-utilisation est sanctionnée par une amende.

(note 4) : Lors de l'introduction des gants de sécurité, leurs premiers utilisateurs eurent à subir quelques réflexions moqueuses de la part de leurs camarades de travail. Mais cette réaction collective, qui s'explique suffisamment par le fait que les gants représentaient un élément inhabituel dans l'habillement d'un ouvrier, fut très transitoire et ne se manifestait plus à la date des enquêtes.

Cette situation a été analysée dans deux recherches. Avec elles, nous changeons d'industrie (on passe des charbonnages à la sidérurgie), de pays (nous quittons les Pays-Bas, la Belgique et la France pour l'Italie) et, en quelque mesure, de méthode (puisque l'une des recherches a complété l'exploration habituelle des attitudes par des investigations de type projectif atteignant aux facteurs profonds de la personnalité). Ces circonstances obligent à une certaine circonspection dans la comparaison des résultats de ce chapitre avec ceux du précédent.

Sous cette réserve, la constatation fondamentale qui se dégage des deux nouvelles études est que l'obligation peut changer du tout au tout la signification du moyen de protection qui, d'instrument de sauvegarde personnelle qu'il était auparavant, devient un symbole du conflit social existant dans l'entreprise.

Les attitudes individuelles sous-tendent des attitudes collectives d'opposition qui les renforcent à leur tour : une norme du groupe ouvrier tout entier se développe qui assimile le port des effets de sécurité à une attitude de crainte et de soumission à l'égard de l'organisation et le refus à un rejet de l'intégration.

Il paraît n'exister aucune commune mesure entre les attitudes qui viennent d'être décrites et celles qui l'avaient été au chapitre précédent. Et cependant une dernière et importante constatation jette en quelque sorte un pont entre les deux analyses : même dans le climat conflictuel sur lequel on vient d'insister, l'obligation n'est ressentie comme une contrainte, par l'individu ou par le groupe, que dans la mesure où le moyen de protection est considéré comme incommode. C'est ainsi qu'aucune opposition ne se marque à l'obligation de porter les souliers de sécurité, peu gênants dans les travaux sidérurgiques, et dont, au contraire, la délivrance gratuite est plutôt appréciée comme un avantage social.

On voit donc combien, même dans cette seconde situation, le problème de l'inadaptation de certains effets de sécurité demeure fondamental.

o

o o

Au terme de la présentation de cet ensemble de recherches, on est conduit à formuler trois conclusions générales :

- Contrairement à une opinion répandue, les résistances au port des moyens de protection individuelle ne s'expliquent ordinairement pas par des attitudes d'opposition, au plan individuel ou au plan collectif, mais bien par une inadaptation des effets de sécurité aux exigences physiologiques ou professionnelles.

- La question posée débouche donc sur des problèmes de human-engineering qui présentent d'ailleurs une spécificité marquée, les difficultés étant différentes non seulement selon le moyen de protection envisagé, mais encore selon le contexte professionnel dans lequel il est utilisé.

- L'opinion ouvrière souhaite, dans son ensemble, une délivrance gratuite des moyens de protection. Mais, celle-ci obtenue, le recours à la coercition pour imposer le port d'un vêtement de sécurité imparfaitement adapté suscite des réactions collectives d'opposition qui vont directement à l'encontre du but poursuivi.

14.c. **Recherches relatives à la formation**

On rend compte des six recherches (note 1) qui se répartissent en deux groupes :

Deux recherches envisagent la formation professionnelle dans son ensemble, dont elles étudient les incidences sur la réussite-sécurité.

Les quatre autres recherches considèrent seulement un aspect particulier de la formation (formation à la sécurité; éducation physique et sécurité).

Ces six recherches constituent un ensemble cohérent et coordonné destiné à explorer l'hypothèse générale suivante :

La formation agit sur les attitudes du travailleur envers la sécurité; la modification favorable des attitudes entraîne une modification dans le même sens des comportements de travail; cette dernière se traduit finalement par une réduction du nombre des accidents.

(note 1) : 1° Recherche FH 4038 : LEJEUNE. Institut pour la sécurité dans les mines, l'industrie et les transports. Essen (république fédérale d'Allemagne).

2° Recherche FH 4043 : CAZAMIAN, CHICH, DEVEZE et FAURE. Centre d'études et recherches ergonomiques minières (CERCHAR) (France).

3° Recherche FH 4026 (prolongée) : CESA-BIANCHI, CALI DI NARO et BORDOGNA. Chaire de psychologie de l'université de Milan (Italie).

4° Recherche FH 4027 : IACONO et GALDO. Institut de psychologie de l'université de Naples (Italie).

5° Recherche FH 4021 : KUYER. Institut de psychologie appliquée, Nimègue (Pays-Bas).

6° Recherche FH 4007 : COPPEE. Institut provincial Malvoz, Liège (Belgique).

L'étude a été poursuivie à deux niveaux :

- Une enquête d'ensemble portant sur des collectivités importantes et confrontant faits statistiques et attitudes.

- Une expérimentation sur petits groupes qui a permis de valider l'hypothèse générale de départ.

1) - L'enquête d'ensemble est menée dans deux bassins miniers.

Elle vérifie que la formation professionnelle minière développe, chez l'apprenti, des attitudes favorables à la sécurité (bien que les alternances de travail scolaire au jour et de travail minier au fond présentent, de ce point de vue, des inconvénients : elles entretiennent, dans l'esprit de l'élève, un certain conflit entre les normes théoriques de travail et de sécurité enseignées à l'école et les normes réellement appliquées dans les situations de travail).

Mais, au cours de la vie professionnelle ultérieure, les attitudes de sécurité ainsi acquises ne peuvent évidemment influencer le comportement au travail que dans la mesure où celui-ci est laissé à l'initiative de l'intéressé. Or, étant donné le caractère communautaire du travail minier, il est habituel que l'ancien apprenti soit incorporé à une équipe d'ouvriers plus âgés et qui n'ont pas bénéficié de la formation (note 2). L'ancien apprenti ne peut alors faire prévaloir ses normes personnelles de comportement mais doit, au contraire, se plier aux habitudes du groupe, lesquelles peuvent contrevenir à la sécurité. Il y a là une première limitation de fait au transfert de l'acquis-sécurité assuré par la formation.

(note 2) : Dans le bassin considéré et à l'époque de référence, les anciens apprentis ne représentaient que 10 % des ouvriers du fond.

D'autre part, l'amélioration du comportement de l'ancien apprenti, s'il réduit bien significativement le nombre des accidents dus à des imprudences (et ceci a été vérifié par l'enquête) laisse persister les accidents liés aux facteurs matériels et organisationnels.

Ces deux raisons expliquent qu'il soit souvent impossible, dans une étude non différenciée, de confirmer statistiquement l'incidence favorable de la formation professionnelle sur la réussite-sécurité. DELAUNAY , dans une enquête antérieure intéressant l'industrie française du textile, avait rencontré la même difficulté.

2) - Aussi est-ce par la voie de l'expérimentation que les chercheurs ont réussi à valider, dans tous ses termes, l'hypothèse :

a) Première expérimentation : un groupe expérimental de 58 élèves d'une école technique, qui a reçu pendant une année une formation gymnique orientée vers l'acquisition de techniques sécurisantes, présente une supériorité statistiquement significative par rapport à un groupe-témoin (de 60 élèves) en ce qui concerne les performances psychotechniques et la réussite d'un parcours-test (qui met en jeux dix tâches successives d'équilibre, d'évitement et de manutention). La relation formation-comportement, qui emprunte peu, ici, au domaine des attitudes, se trouve donc validée au niveau des comportements gestuels.

b) Deuxième expérimentation : un échantillon de 72 sidérurgistes est réparti en trois groupes : un groupe-témoin, un premier groupe expérimental formé à la sécurité au cours de discussions de groupe, un second groupe expérimental où la sécurité est enseignée selon la méthode didactique traditionnelle.

Avant et après l'intervention, les attitudes sont explorées par des interviews très approfondies (qui atteignent même aux facteurs de personnalité) et les comportements de sécurité sont appréciés par un indice objectif (port des moyens individuels de protection; en l'occurrence : lunettes et gants).

Au départ, les trois groupes ne se différencient pas.

Après intervention, on relève que :

- les attitudes envers la sécurité ont évolué dans un sens favorable;

- l'indice de port des moyens de protection a augmenté de façon statistiquement significative.

L'amélioration est obtenue au niveau des trois groupes. Ce qui implique que la simple passation de l'interview a déjà suffi à développer, dans le groupe-témoin, un certain intérêt pour la sécurité et la protection corporelle.

Mais c'est la méthode des discussions de groupe qui a donné, de beaucoup, les meilleurs résultats.

Cette recherche offre un double intérêt :

D'une part, et ceci à une portée psychologique très générale, elle étudie le passage de l'attitude au comportement et confirme la corrélation qui unit les deux facteurs. Sur le plan de la recherche-sécurité, en choisissant comme indice de comportement l'utilisation des effets de protection, elle apporte un critère original et aisément observable qui prendra place aux côtés des critères de comportement-sécurité proposés par SCHREIBER, ROCKWELL et LANER .

D'autre part, et à l'intention des éducateurs et des praticiens de la prévention, elle communique une élégante démonstration expérimentale de la supériorité de la technique des discussions de groupe sur les autres méthodes pédagogiques, dans les circonstances particulières de la recherche.

c) Troisième expérimentation : trente ouvriers de la sidérurgie sont constitués en groupe-témoin. Trente autres participent à des discussions de groupe sur la sécurité.

Dans les six mois qui suivent, on constate que :

- la fréquence des blessures de toutes catégories est moitié moindre dans le groupe expérimental;
- les accidents ayant nécessité un arrêt de travail sont dans la proportion de 1 pour le groupe expérimental à 6 pour le groupe-témoin.

La relation entre les termes extrêmes de l'hypothèse : la formation d'une part, la raréfaction des accidents d'autre part, relation que l'enquête sur les collectivités éprouvait de la difficulté à expliciter, se trouve ainsi validée.

Au terme de la présentation de ce premier ensemble de recherches, on doit en souligner l'importance sur le double plan de la théorie et de la pratique :

Le problème général de l'évaluation des résultats d'une formation retient, en effet, actuellement l'attention des instances nationales et internationales. Et l'on sait combien peu concluantes avaient été, en ce domaine, les études publiées jusqu'à ce jour.

Du point de vue de la pratique, d'autre part, les recherches aboutissent à des conclusions immédiatement utilisables, notamment par les industries minières et sidérurgiques de la Communauté :

priorité donnée à la méthode des discussions de groupe; extension aux travailleurs eux-mêmes (et non pas seulement aux agents de maîtrise) du bénéfice de la méthode; formation concomitante de l'ensemble du personnel de chacune des unités de travail.

2. La recherche communautaire sur la sécurité

2.1. Introduction

La recherche communautaire sur la sécurité, dont le projet a été défini et adopté par la Haute Autorité à la fin de 1961, a débuté en 1962 et se terminera au début de 1966 (1).

Cette recherche a gardé le caractère d'une recherche-pilote limitée à une ou deux entreprises de chaque pays. Elle permettra de parvenir à une meilleure connaissance des facteurs qui interviennent d'une manière fondamentale dans la genèse des accidents et sera l'occasion d'une coopération étroite entre les chercheurs des différents pays ainsi qu'entre des chercheurs appartenant aux entreprises et des chercheurs appartenant à des instituts scientifiques.

La recherche communautaire a pour but :

- de recueillir, dans les industries sidérurgiques et minières, selon les méthodes aussi rigoureuses et sûres que possible, un ensemble systématique d'observations;
- d'exploiter ensuite ces observations en vue de dégager certaines conclusions de portée générale pour ces industries et de rechercher des applications pratiques pour le progrès de la prévention des accidents;
- de préciser les points qui devront faire ultérieurement l'objet de recherches plus approfondies.

La recherche communautaire a été confiée par la Haute Autorité à 11 équipes de recherche, choisies par elle avec le concours des milieux professionnels; elle se déroule dans 4 charbonnages, 2 mines de fer et 5 entreprises sidérurgiques.

Une coopération constante entre les équipes est assurée, conjointement par la Haute Autorité et les directeurs de recherche; elle permet une mise en commun suivie des travaux effectués dans

---

(1) La description du projet de cette recherche et la liste des instituts qui y collaborent ont été indiquées dans la brochure déjà citée pages 138 à 140.

chaque équipe; elle aboutira à la rédaction des rapports d'ensemble relatifs à cette recherche.

Actuellement les 11 recherches individuelles se terminent et les directeurs doivent remettre leurs rapports individuels fin mai et début juin. C'est alors que pourra être effectué le très important travail d'exploitation générale et de synthèse de leurs observations qui conduira à la rédaction de rapports de synthèse pour les recherches relatives aux mines et celles relatives à la sidérurgie. On peut cependant donner un aperçu sommaire des travaux.

22. Etat des travaux

La recherche communautaire a été proposée par la commission des producteurs et travailleurs pour exp'orer dans un sens large les facteurs de diverses natures qui ont un poids dans la genèse des accidents. Sans idées préconçues, sans thème restreint, il s'agissait d'étudier l'accident dans son contexte, sur les lieux mêmes du travail, pour démasquer les "agents secrets" dont on devine la présence dans le processus qui mène à l'accident. L'étude devait donc fournir des thèmes significatifs pour des recherches ultérieures et bien entendu amener déjà ses propres résultats utilisables pour la prévention.

Les méthodes d'investigation utilisables dans un tel programme appartiennent aux types suivants :

1 - Etude des données de l'entreprise, principalement des données statistiques et des élaborations qui ont pû en être faites particulièrement par les services de sécurité.

2 - Analyse de la situation de travail, du déroulement du travail avec transfert éventuel en laboratoire de certaines situations après les avoir décantées.

3 - Etude des attitudes et opinions des membres de l'entreprise en regard de la sécurité.

4 - Etude des travailleurs au moyen d'examens et de tests.

En général dans les recherches sur les accidents, on utilise (1) (4), plus rarement (3) et presque jamais (2). Dans la recherche communautaire, l'ordre de grandeur de l'utilisation de ces méthodes est à peu près inverse. Voici quelques exemples de travaux de la recherche communautaire suivant ces types d'investigation.

22.1) - Etude des données et statistiques

Voici quelques résultats fournis par les études statistiques sur les accidents :

a) La mécanisation des mines diminue les taux de fréquence d'accidents, mais augmente les taux de gravité.

b) Les boiseurs qui gagnent plus ont plus d'accidents que les boiseurs qui gagnent moins (le salaire est au rendement).

c) Les nouveaux ouvriers n'ont pas plus d'accidents pendant la période d'initiation, mais beaucoup plus au moment du passage en taille. C'est aussi à ce moment que leur salaire devient un salaire de rendement.

d) Les ouvriers, même qualifiés, venant d'un autre siège ou d'une autre société et qu'on place immédiatement en taille ont une grande fréquence d'accidents qui diminue ensuite.

e) Les boiseurs employés en permanence à ce travail ont moins d'accidents que ceux qui ne le font que temporairement.

c, d, e, montrent l'importance du changement, d'une adaptation à des conditions nouvelles et peut-être aussi du mode de rémunération.

f) En situation économique favorable, le taux de fréquence s'élève et le taux de gravité diminue; en période de basse conjoncture on a le phénomène inverse. On peut interpréter en disant que l'ouvrier aura moins tendance à déclarer et chômera moins longtemps en période de basse conjoncture du fait de la perception d'une menace pour la stabilité de son emploi.

g) Une campagne de sécurité diminue le taux de fréquence des accidents et augmente le taux de gravité; la différence chômage prévu - chômage réel diminue pendant la campagne. L'interprétation concerne aussi les attitudes, au moins en partie.

h) Le nombre de "sorties avant l'heure sans être blessé" est en corrélation la plus étroite avec le nombre d'accidents déclarés par sujet; l'interprétation va dans le même sens.

Les résultats f, g, h ont un intérêt restreint en regard de la sécurité, mais ils mettent en garde contre de mauvaises interprétations des taux de fréquence et de gravité.

i) Il y a une corrélation entre la fréquence des accidents et l'éloignement du lieu de travail.

22.2 - Analyse de la situation de travail

Ces analyses sur le tas suivent, en général, un déroulement progressif où nous voyons 4 étapes possibles :

a) Analyse d'accidents - La plupart des équipes présentent de telles analyses et les rapports seront riches en exemples, par exemple d'accidents provoqués par le convoyeur blindé. Cependant, on doit s'attacher aux remarques générales qui se sont dégagées parmi la

multiplicité des cas spécifiques. En voici quelques-unes :

- L'accident est souvent lié aux interférences entre deux postes successifs, ou deux équipes travaillant sur les mêmes lieux ou même deux hommes participant à la même tâche.

- L'accident est en général précédé par une perturbation plus ou moins nette, l'homme a été obligé de modifier son comportement habituel, voire a dû faire une autre tâche non prévue en réponse à cette perturbation.

- Le risque est particulièrement fort au sein des activités de récupération après perturbation; une statistique faite à partir d'analyse d'accidents a donné les résultats suivants :

  46,9 % surviennent au cours d'une activité de production
  24,4 % surviennent au cours d'une activité de prévention
  28,6 % surviennent au cours d'une activité de récupération,

  alors que le temps moyen consacré à chacune de ces activités est respectivement de 59,5 %, 30,9 % et 9,5 %.

b) <u>Analyse de situation</u> - Ces analyses d'accidents ont conduit à l'étude de situations particulières où l'on soupçonnait l'existence de risques.

Exemples :

- Etude du phénomène de coactivité. Analyse d'une situation où interfèrent sur les mêmes voies de circulation les équipes de l'entreprise et celles d'une entreprise étrangère à l'usine, chargée de la construction de nouvelles installations. Une série de problèmes ont été mis

en évidence qui ont attiré l'attention de la direction de l'entreprise.

- Etude d'une équipe dont les membres dépendent de deux services différents. Le machiniste dépend du service "électricité traction " et l'accrocheur du service "traction ". Les conséquences négatives sur la sécurité ont été examinées.

- Etude des communications entre machiniste et accrocheur.

- Etude des interactions entre deux services hauts fourneaux et tractions.

c) Utilisation d'un révélateur - D'autres fois on s'est servi d'un révélateur pour analyser les situations.

- En foudroyage, placement des étançons de renforcement dans l'allée centrale; la méthode sera ensuite de placer l'étançon de renforcement dans l'allée centrale avant de foudroyer l'étançon correspondant de l'allée en foudroyage. Placer cet étançon en retard est un comportement peu sûr. On a pu analyser l'influence de la situation sur le comportement et constater l'influence des risques sur le comportement. Si, par exemple, il y a des vides à l'arrière taille, c'est-à-dire si le foudroyage suit mal, les étançons de renforcement sont presque toujours placés sans retard. L'éloignement des réserves d'étançons et la situation par rapport aux dames semblent aussi jouer un rôle sur le comportement.

- Les comportements au moment des changements de place dans la taille sont observés systématiquement et montrent une certaine permanence : on voit ainsi qu'un

ouvrier habitué à une place dans la taille relativement facile, mis à une place requérant plus de qualifications, garde une production élevée, mais n'arrive qu'à une densité de soutènement plus faible.

- Dans ce sens on a étudié les rapports entre activité de production et activité de prévention. On a constaté, dans une taille, que si les ouvriers à veine boisent en moyenne plus lorsque la tenue du toit est mauvaise, ils boisent, quand même, proportionnellement à la longueur déhouillée de moins en moins. Le mode de rémunération est impliqué dans ce phénomène.

- Dans les mines de fer où l'abattage se fait en équipe à fonctions différenciées, on a montré que si les activités de prévention étaient plus importantes dans les situations plus difficiles, ce résultat était obtenu par une réorganisation du travail de l'équipe, comme si la sécurité était essentiellement affaire d'équipe. On a pu montrer que le rapport des activités de prévention et de production suivait en gros, au cours du poste des variations parallèles à celles du taux de fréquence des accidents, ce qui fournit une nouvelle interprétation de ces variations.

d) Transfert en laboratoire - L'idée générale est l'étude des comportements après perturbation de la tâche du sujet. Nous ne connaissons pas encore les résultats de ces études.

22.3 Etude des attitudes et opinions

Les attitudes et opinions des travailleurs en regard du risque ont été très généralement explorées; on a vu en gros que les contremaîtres insistaient sur le rôle des négligences et les travailleurs sur les défauts de l'organisation et les contraintes de production.

Cependant en gros, l'importance des dangers d'une situation est vue à peu près de la même façon. On trouvera dans les rapports de nombreuses indications sur cette perception des risques.

On a tenté, en faisant donner une note à des dommages dont certains sont évaluables monétairement, d'évaluer le coût subjectif de l'accident, on a trouvé, aussi bien dans les mines qu'en sidérurgie, que ce coût était très fort, ce qui montre que le travailleur craint l'accident pour lui-même. On a vu aussi qu'à mesure que l'ouvrier était plus ancien, il appréciait plus objectivement les risques et tendait à avoir une perception des dangers conforme aux statistiques.

Les résultats obtenus par les examens psychologiques ne sont pas encore assez complets pour être exposés aujourd'hui.

En conclusion

La recherche semble avoir bien rempli son rôle en faisant ressortir un certain nombre de facteurs jouant un rôle sans doute fondamental dans la genèse des accidents : à titre d'exemple, je citerai :

L'influence des perturbations, l'influence des changements technologiques ou des changements de situation de travail, l'influence du mode de rémunération, l'incidence des conflits d'activité ou dépendance, etc.

En plus le praticien y trouvera une mine de faits, d'observations, qui sont tous instructifs pour la pratique de la prévention.

4. LUTTE TECHNIQUE CONTRE LES POUSSIERES DANS LES MINES

Préambule

Consciente de l'importance des répercussions des pneumoconioses tant sur le plan social qu'économique, la Haute Autorité a, dès 1956, porté son attention sur les problèmes d'hygiène posés par l'émission de poussières dans les chantiers souterrains des mines.

La Haute Autorité a considéré que son action devait être double. D'une part, elle envisageait une première intervention dans le cadre d'un programme de médecine du travail, où serait étudié l'aspect médical des pneumoconioses. Mais d'autre part, elle souhaitait aussi s'attaquer aux racines du mal par une lutte active contre les poussières qui sont mises en suspension dans l'atmosphère, au cours des divers stades de la production minière.

En exécution du devoir que lui fait l'art. 55 du traité de contribuer à la promotion de la recherche, la Haute Autorité a voulu, par la constitution de programmes-cadres, favoriser le développement des moyens techniques capables de prévenir et de combattre l'émission des poussières, de mesurer son intensité, d'en déterminer la nature et de vérifier à long terme si les moyens de lutte assurent une protection efficace de la santé du personnel des mines.

Un premier programme a vu les travaux de recherches livrer la plupart de leurs résultats dans le courant de l'année 1964. Nous donnerons dans les pages qui suivent une description succincte des principales données qu'il est possible d'en dégager à présent.

Mais en même temps que s'achevait ce premier programme, la Haute Autorité avait pris la décision d'en lancer un deuxième dans le but de relayer les travaux du premier et de développer son action dans le domaine de la lutte contre les poussières dans les mines. Une deuxième partie de l'exposé qui va suivre, est consacrée aux principes qui ont présidé à sa constitution ainsi qu'aux objectifs qui lui ont été assignés.

1. Rappel de quelques données administratives et financières relatives au premier programme de recherches

a) Après avoir consulté le Comité consultatif (+) et le Conseil spécial de ministres (++), la Haute Autorité décidait le 5 décembre 1957 l'ouverture d'un crédit de 3 millions d'unités de compt compte AME pour l'encouragement d'études et de recherches concernant :

- la lutte contre les poussières dans les mines de charbon, les mines de fer et les usines sidérurgiques;
- les "facteurs humains" qui influencent la sécurité du travail;
- la réadaptation des victimes d'accidents du travail et de maladies professionnelles.

b) Le premier programme-cadre "Lutte technique contre les poussières-mines" a fait l'objet d'une décision de la Haute Autorité, dans sa séance du 16 juillet 1958 (+++). Le texte de ce programme est reproduit ci-après :

1. Elaboration de procédés nouveaux et perfectionnement des procédés existants pour la mesure des poussières dans les mines concernant :

   a) la mesure directe des empoussiérages
   b) les procédés de prélèvement
   c) les procédés d'examen des échantillons de poussières prélevés.

2. Etude des empoussiérages des mines concernant :

   a) les caractéristiques des poussières (p.ex. caractéristiques minéralogiques)
   b) les propriétés (p.ex. phénomènes de charge électrique)
   c) comportement des poussières du fond (p.ex. influence de la turbulence; humidité, sédimentation).

3. Elaboration de procédés nouveaux et perfectionnement des procédés existants pour la lutte contre les poussières dans les mines :

   a) infusion d'eau dans le massif
   b) remblayage pneumatique et foudroyage
   c) tir
   d) lutte contre les poussières dans diverses opérations d'abattage
   e) lutte contre les poussières sédimentées

(+) Avis favorable du 1/7/1957

(++) Avis conforme du 8/10/1957

(+++) Journal officiel des Communautés européennes du 20 septembre 1958

f) dépoussiérage des airs circulants, notamment des airs entrants
g) lutte contre les poussières aux installations où la formation de poussières est particulièrement forte (p.ex. skips, concasseurs, points de transbordement et de chargement)
h) lutte contre les poussières de foration, en particulier à l'occasion du boulonnage du toit.

4. Protection du personnel des mines contre les poussières : Orientation des occupations et investigations sur les fiches d'empoussiérage et fiches de poste.

c) c) Tenant compte de ce programme-cadre, la Haute Autorité, assistée des trois commissions consultatives (scientifique, professionnelle et gouvernementale), attribua pour la lutte contre les poussières dans les mines, une première tranche d'aides financières s'élevant à 561.485 u.c. AME, pour 37 projets de recherches présentés par 14 instituts ou organismes (novembre 1959). Par la suite, elle accorda une deuxième tranche de 338.515 u.c. AME comme prolongement d'aide financière à 28 des recherches entamées, et réparties entre 8 instituts ou organismes (avril 1963).

De cette façon, pour la période de recherche s'étendant de 1960 à 1963 (4 ans), une somme totale de 900.000 u.c. AME a été accordée pour la lutte contre les poussières dans les mines.

2. Information concernant le développement des recherches incluses dans le premier programme "Lutte technique contre les poussières dans les mines." Résultats enregistrés à l'issue de ce programme

2.1. Introduction

Dans un domaine tel que celui de la prévention contre les poussières dans les mines, les progrès réalisés sont le résultat pour une grande part de persévérants efforts de recherches et de patientes mises au point de procédés. Il ne faut point compter sur des découvertes sensationnelles qui résoudraient le problème d'une manière définitive. On observera en outre, que dans ce secteur, le but à atteindre n'est pas fixe; au contraire, étant lié à l'évolution technique de l'exploitation des mines, il est mobile. On sait d'autre part que depuis ces dernières années cette évolution technique a tendance à s'accélérer de manière très sensible.

plusieurs ont subi avec succès l'épreuve de la pratique industrielle et sont désormais couramment utilisés dans les travaux du fond dans les pays de la Communauté. Il mérite d'être signalé qu'une coopération entre instituts s'est manifestée par des échanges d'appareils au moment de leur mise au point définitive.

- Le premier de ces appareils est l'appareil type Cerchar 837.

  Il s'agit d'un appareil autonome (alimenté par une batterie électrique de 4 ampères-heures) aspirant les poussières sur filtres à micropores. Le débit d'aspiration peut être réglé de 0 à 500 cc par minute. Son poids est de 4,100 kg. L'analyse s'opère en effectuant un comptage numérique à l'aide d'un microscope optique à projection.

  Les résultats sont donnés en nombre de particules par centimètre cube d'air aspiré.

- Un deuxième appareil a été mis au point par le Silikose-Forschungsinstitut de Bochum et construit par la firme Dräger. La dépression nécessaire à son fonctionnement est créée par le passage d'air comprimé dans un éjecteur.

  Il s'agit d'un appareil de prélèvement de poussières gravimétrique , c'est-à-dire que les quantités de poussières prélevées sont pesées. Les résultats sont exprimés en mgr/m3 d'air aspiré.

  Toutefois, on ne recueille sur le filtre que les particules inférieures à 5 microns. Celles supérieures à 5 microns sont retenues par un séparateur formé de plaques d'empilages. Le débit constant d'aspiration est obtenu en maintenant la dépression entre certaines limites.

  Les échantillons prélevés sur le filtre peuvent être immédiatement pesés et analysés quant à leur granulométrie et composition minéralogique.

- Un troisième appareil est le B.A.T.I. qui a été mis au point par le Steinkohlenbergbauverein à Essen et est en service depuis janvier 1963, comme appareil de prélèvement dans les mines allemandes de l'Ouest. Il est mû à l'air comprimé, est conçu pour effectuer des prélèvements de longue durée, est simple et robuste. Il aspire 15 m^3 d'air à l'heure. Il pèse 5,7 kg et a une hauteur de 400 mm.

Un cyclone préséparateur agit en sorte que les poussières recueillies correspondent à celles qui sont retenues par le poumon humain (rétention alvéolaire).

Cet appareil doit pouvoir recueillir un échantillon suffisamment important pour se prêter aux différentes analyses nécessaires, et notamment à la détermination du quartz.

L'appareil est donc destiné à un prélèvement pondéral, et le résultat est donné en mg/m^3 d'air aspiré.

Les projets de recherches comportaient également l'élaboration d'un appareil de prélèvement de longue durée, dont le principe repose sur la précipitation électrostatique des poussières.

La recherche n'est pas entièrement terminée, bien que très avancée; jusqu'à présent l'appareil n'est pas encore agréé par les autorités minières pour son usage au fond.

On a également, à l'occasion de ce programme, voulu mettre au point un appareil d'enregistrement continu des poussières émises au cours d'une certaine durée de travail, et capable d'enregistrer les variations de cet empoussiérage.

On sait que les appareils de prélèvement non enregistreurs donnent seulement une valeur globale de l'empoussiérage pour une durée déterminée; or il est intéressant de pouvoir connaître les moments de plus grande intensité de l'émission - appelés "les pointes" - et leur durée.

On a construit trois types d'appareils, l'un prévu pour une durée d'enregistrement de 40 minutes, l'autre pour 8 heures et le troisième pour 24 heures. Un tambour mû par un mécanisme d'horlogerie fait tourner un disque porteur d'un filtre à poussières qui a la forme d'un ruban, au travers duquel on exerce une aspiration. Les poussières se fixent sur le ruban.

Quand la bande empoussiérée est déroulée devant une source lumineuse, on crée un signal photoélectrique, dont la variation peut être enregistrée.

Cet enregistrement n'est donc pas absolument immédiat, mais peut être obtenu rapidement après la période étudiée au fond.

b) Par ailleurs, la Haute Autorité, par deux fois, en 1961 à Sterkrade (Ruhr) et en 1963 à Hohenpeissenberg (Bavière), a organisé des mesures comparatives d'empoussiérages, au moyen d'appareils de conceptions diverses, en vue de promouvoir la comparaison des interprétations des diverses mesures ainsi que des indications fournies par celles-ci. Ces mesures communes dont le renom international fut grand s'inscrivent comme le complément indispensable d'une série de recherches menées dans des voies diverses et suivant des principes différents par les instituts.

x

x x

2.2.2. Analyse des poussières et détermination de leurs caractéristiques

Les études relatives au comportement physique et à l'analyse minéralogique des poussières ont revêtu une importance continuellement accrue au cours des dernières années.

En effet, pour progresser dans la connaissance de l'action des poussières sur l'organisme et déterminer leur nocivité, les experts médicaux souhaitent investiger de plus en plus profondément la structure et la nature des poussières qui pénètrent dans les poumons.

On souhaite connaître le mieux possible les répartitions granulométriques dans les tranches les plus fines. On souhaite fixer la composition minéralogique détaillée des minéraux présents, non seulement le quartz mais également les autres minéraux qui pourraient exercer une influence aggravante ou, au contraire, inhibitrice sur le développement des pneumoconioses. On souhaite que des études se développent quant aux propriétés physiques des poussières des mines, dans le but de sortir de l'empirisme de certaines hypothèses concernant l'action silicogène des constituants des poussières et, ainsi, d'éviter des tâtonnements expérimentaux coûteux.

De plus, les méthodes d'analyses doivent répondre aux objectifs suivants : être précises, traiter des échantillons de poids réduit, être rapides et bon marché.

Dans le premier programme de recherches, on s'est occupé des questions suivantes :

a) De l'expérimentation relative à la lumière diffusée. On sait qu'une classe d'appareils de mesure très répandue en Allemagne, les tyndalloscopes, ont pour principe de fonctionnement la comparaison d'une lumière diffusée à une lumière étalon.

On ne pouvait évidemment avoir confiance dans ces mesures que si les propriétés de la lumière diffusée sont suffisamment connues.

Les travaux des spécialistes Olaf et Robock, concernant cette matière, ont été publiés dans la revue "Staub".

Quelques problèmes restent à élucider, notamment ceux posés par les agrégats de poussières.

b) De la mise au point d'un procédé photoélectrique qui permettra de déterminer la proportion de particules de charbon et de roches contenues dans la poussière en suspension.

Ceci est très important pour les mines qui utilisent le tyndalloscope, car on sait que la lecture de cet appareil doit être corrigée d'après le teneur en roches des poussières, et cette teneur est déterminée jusqu'à présent par un deuxième appareil, le Bergbaukonimeter.

A cette recherche ont participé le Dr Thaer, de Wetzlar, et la firme Mollidor et Müller de Cologne.

c) De la mise au point d'un dispositif qui permet de déterminer la proportion de quartz dans les poussières de mines, d'une manière automatique, à partir d'échantillons d'un poids réduit, et à l'aide de la technique des rayons X.

Avant cette mise au point en Allemagne, on devait se contenter, pour les mesures de routine, d'une mesure globale de la concentration en poussières et d'une mesure de la proportion de poussières de roches qui ne rend compte que d'une manière imprécise de la

teneur en quartz, minéral estimé le plus nocif.

Cette lacune est donc comblée par cette recherche, car les analyses du quartz en sont grandement accélérées, et même automatisées.

A l'aide de l'appareillage qui a été mis au point, on a pu analyser 7 000 échantillons en un an. La précision obtenue est de l'ordre du pourcent.

d) De la mise au point de procédés d'analyse du quartz à l'aide de la spectroscopie dans l'infra-rouge.

Cette méthode apparaît comme complémentaire de la précédente et sert à la vérifier, car des perturbations d'analyses peuvent résulter de la présence de minéraux argileux qui accompagnent le quartz dans les poussières prélevées.

On peut opérer de telles analyses sur des échantillons d'un poids inférieur à 1 mg., et on espère descendre en deçà.

On pourra aussi, selon cette méthode, doser d'autres minéraux présents dans les échantillons.

e) De la mise au point d'un procédé rapide pour la détermination microscopique de la granulométrie des échantillons prélevés.

En fait, on a mis au point un procédé, avec l'aide technique de la firme Carl Zeiss, qui enregistre automatiquement sur un compteur le nombre de particules suivant leurs granulométries respectives.

On parvient ainsi à gagner un temps considérable sur l'opération fastidieuse et de longue durée que nécessite le comptage des particules.

Une telle opération, qui exigeait 2 heures suivant le procédé habituel, peut être réduite à environ 1/4 d'heure.

f) De la mise au point des méthodes qui permettent d'adapter la technique du microscope électronique à l'examen des poussières prélevées. Il s'agit essentiellement de la préparation des échantillons à soumettre à cet examen.

On pourra ainsi disposer d'un moyen d'investigation extraordinairement

puissant, capable d'analyser ~~les échantillons dans leurs granu-~~ lométries les plus fines et d'identifier les diverses particules présentes dans les échantillons.

g) On a abordé l'étude de l'influence des charges électriques des poussières sur leur pouvoir de coagulation.

On sait en effet qu'il est plus facile de précipiter, capter ou retenir une grosse poussière qu'une fine, et que l'opération nécessite moins de puissance quand les poussières sont grosses.

On a surtout mis au point l'appareillage qui permet de déterminer les charges électriques des poussières. Cet appareillage comprend notamment une caméra qui enregistre les mouvements des particules chargées, la formation des agrégats et leur mode de sédimentation.

Ces dernières recherches sont des recherches d'orientation; bien des inconnues subsistent encore dans ces domaines.

h) On a mis en évidence la relation très importante qui existe entre la composition minéralogique des poussières et celle de la roche dont elles proviennent.

On a ainsi pu montrer la diversité du comportement de différents minéraux lors de leur fractionnement.

Cette recherche s'est développée à partir de roches existantes dans les mines métalliques d'Italie. On compte la poursuivre pour les roches houillères.

*

* *

En résumé, il semble qu'on puisse enregistrer avec satisfaction les progrès qu'ont fait réaliser les recherches du premier programme dans le domaine de la connaissance des caractéristiques des propriétés des poussières. Ces progrès sont à la base de nouvelles techniques de lutte pratique contre les poussières.

Mais on aura pu constater que le monde de la physique de la poussière est un monde nouveau, où pas mal de découvertes restent à faire.

On tentera un prochain bond en avant dans ce domaine à l'occasion du nouveau programme de recherches.

2.3. Infusion d'eau en veine

La pratique de la lutte contre les poussières dans les chantiers d'abattage a abondamment démontré que la méthode de l'infusion d'eau dans le massif, qu'on peut franchement qualifier de méthode offensive, était la plus efficace et la moins aléatoire. Au cours de ces dernières années, grâce aux efforts combinés des chercheurs et des praticiens de la mine, cette technique a considérablement progressé et son champ d'application s'est étendu en raison d'une part de l'amélioration du matériel et d'autre part d'une meilleure connaissance du procédé.

2.3.1. En ce qui concerne l'amélioration du matériel d'infusion d'eau, les recherches ont porté sur le fonctionnement des pompes, la construction des sondes, raccords et accessoires, et sur des essais de fatigue, garantissant une résistance suffisante aux dures conditions d'emploi dans les mines. On dispose ainsi dès à présent de matériel sûr répondant aux exigences actuelles de la technique habituelle d'infusion. Bien entendu, cette technique n'a pas atteint un palier définitif et elle poursuit son évolution.

Il faut se rappeler que, en quelques années, les pressions nécessaires sont passées d'environ 10 à 20 kg/cm^2 à 200 kg/cm^2 et au-delà.

La Haute Autorité a accordé une aide financière à une recherche entreprise par le Steinkohlenbergbauverein de Essen, laquelle a pour but de perfectionner le matériel utilisé dans l'opération d'infusion, à savoir :

- les pompes
- les flexibles
- les sondes d'infusion
- les armatures, raccords, etc.
- les dispositifs de sécurité.

Pour essayer ce matériel d'une manière intensive, et afin de pouvoir effectuer des essais répétitifs, on a installé un banc d'essais.

Le massif à infuser est matérialisé par un tuyau ou dans certains cas remplacé par un bloc de béton foré. Toutes les mesures de pressions et de débits peuvent y être effectuées.

Les pompes d'infusion d'eau en veine ont été fortement améliorées au cours des dernières années.

C'est ainsi qu'on dispose de pompes à air comprimé à trois pistons, qui ont pour effet de régulariser le débit d'infusion. On dispose également de pompes électriques, dont la caractéristique de fonctionnement assure un débit qui diminue peu à mesure que la pression de refoulement augmente.

Les pompes à air comprimé, par suite de leur forte chute de débit lorsque la pression de refoulement s'accroît, ne conviennent qu'imparfaitement dans le domaine des autes pressions. Cependant, elles conservent des avantages. Elles ont une grande progressivité dans leur fonctionnement et dans leur démarrage et, de plus, elles peuvent être employées dans des endroits à teneur grisoumétrique relativement élevée.

On estime que dans un proche avenir, on devra disposer de pompes pouvant débiter de l'ordre de 70 litres par minute à 200 kg/cm^2 de pression de refoulement.

Les <u>flexibles</u> sont essayés notamment quant à :

- leur solidité aux chocs, aux tractions, etc.
- leur résistance aux pertes de charge qu'ils offrent : c'est ainsi qu'un flexible de 19 mm de diamètre offre 6 fois moins de pertes de charge qu'un flexible de 13 mm.
- leur résistance à l'attaque par l'huile
- leur résistance à des essais d'ondes de chocs et de fatigue combinés.

On opère également différents essais pratiques sur les <u>sondes</u>, sur les raccords et sur les soupapes de sûreté.

On a ainsi pu édicter des normes qui ont été communiquées aux constructeurs et aux utilisateurs.

2.3.2. Les recherches qui concernent le procédé d'infusion d'eau en veine proprement dit ont porté, et continueront de porter sur les méthodes d'infusion profonde. On cherche ainsi à rendre cette opération indépendante dans une certaine mesure des cycles d'abattage.

2.3.2.1. Une première série de recherches a été effectuée en France, en commun par Cerchar et le Service des Essais du Groupe de Lens-Liévin du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais. Ces recherches avaient un double but :

- l'analyse du mécanisme et l'observation du cheminement d'eau dans le massif de charbon;
- perfectionner les méthodes d'injection et de téléinjection perpendiculaires et parallèles au front de taille, et comparer leur efficacité.

Ces recherches ont un but extrêmement utile car, jusqu'à présent, il faut bien le reconnaître, l'opération d'infusion d'eau ne s'était pas dégagée d'un certain empirisme.

On a pu constater que, dans un panneau non perturbé, c'est-à-dire non soumis à une exploitation sus-jacente, actuelle ou antérieure, et située à au moins 40 à 50 mètres d'un front de taille, l'injection, même sous une pression de 100 atmosphères, est lente et difficile, et que l'eau est irrégulièrement répartie.

Si on pratique dans ces conditions une infusion isobare à 100 atmosphères dans une couche, on obtient généralement un débit d'infusion qui diminue avec le temps, suivant une courbe exponentielle décroissante. C'est donc un premier moyen d'estimer la structure et la compacité du charbon d'une couche. C'est également un moyen d'observer les réactions propres d'une couche vis-à-vis de l'infusion. Les courbes isobares ainsi obtenues sont des courbes caractéristiques des couches.

Inversement, lorsqu'on veut voir à quel genre de couche on a affaire, un tel essai préliminaire peut fournir des indications sur la

technique à employer ou sur les difficultés qu'il faudra vaincre. Si on examine ensuite la répartition des teneurs en humidité aux environs d'un trou d'infusion, dans ce massif non perturbé, on constate que celle-ci est inégalement répartie.

Cette inégale répartition s'explique par deux raisons :

- les compositions minéralogiques différentes des charbons : le fusain peut fixer jusqu'à 6 à 7 % de son poids en eau, tandis que le vitrain n'est pas imprégnable.
- la fissuration des veines : on a constaté qu'une fissure doit avoir une largeur supérieure à quelques microns pour laisser passer l'eau, mais que, par contre, une fissure d'une largeur supérieure à 100 microns draine l'eau du voisinage.

Au cours du développement de la recherche, on a ensuite examiné ce qui se passe :

- lorsqu'une veine supérieure à la couche infusée est exploitée
- lorsqu'une taille approche du sondage d'infusion sous pression. Dans ce cas, le régime d'infusion se modifie à l'approche du front de taille. A partir d'une certaine distance, qui est une distance caractéristique pour la couche traitée, le débit d'infusion augmente considérablement.
- lorsqu'on approche d'une faille ou d'un dérangement géologique.

  Dans ce cas, de grandes quantités d'eau peuvent être absorbées par le sondage d'infusion, sans grand bénéfice pour la lutte contre les poussières.

  L'expérimentation a porté sur de longs trous forés parallèlement au front de taille.

  Il a d'abord fallu surmonter de sérieuses difficultés de foration et, surtout, d'obturation des trous.

  Ce dernier problème est provisoirement résolu par l'emploi de joints en ciment.

  Par rapport à l'infusion perpendiculaire, on a obtenu un gain

d'efficacité variant de 20 à 50 %.

Ces recherches ont eu le grand mérite de préciser le mécanisme de cette opération et de définir certains des facteurs qui influent sur une bonne exécution.

2.3.2.2. Dans un charbonnage belge, on a abordé d'une manière originale le problème de l'adaptation de l'infusion d'eau à la mécanisation des fronts de taille, de manière à ne pas contrarier les cycles d'abattage.

Il s'agit de la prétéléinfusion.

La prétéléinfusion se pratique dans un panneau avant de procéder à son déhouillement.

Vers ce panneau, et jusque dans la couche, on fore des sondages d'adduction d'eau. Ces trous d'adduction sont creusés à partir d'une galerie, ou de tout autre emplacement permettant d'atteindre la couche à traiter en un endroit judicieusement choisi. Par ces trous d'adduction, on injecte de l'eau sous pression dans la veine de charbon à traiter.

Pour suivre les progrès de l'infusion dans le panneau à infuser on est amené à forer des trous "témoin", tubés et scellés. A un moment donné, si l'opération se déroule normalement, l'eau d'infusion apparaît à l'orifice de ce trou témoin.

Pour faciliter le dégagement du grisou qui est refoulé vers les recoins délimités par les failles, il est nécessaire de creuser des trous exutoires.

La pression d'infusion dépasse rarement 150 kg/cm^2 et le débit est d'environ 250 litres à l'heure.

Cette recherche a nécessité la mise au point de nombreuses techniques, notamment en ce qui concerne la foration et la confection du joint.

Toutefois, cette technique n'a été appliquée jusqu'à présent que dans un gisement en plateure faiblement incliné (8°),

dans des charbons gras, qui, semble-t-il, sont facilement infusables.

De plus, l'application a toujours été faite dans des veines détendues par l'exploitation d'une veine supérieure.

On étudiera le développement de cette recherche dans le chapitre consacré au deuxième programme.

2.3.2.3. Jusqu'il y a peu d'années, on considérait que les cas où l'infusion d'eau n'était pas praticable, ou peu aisément praticable, étaient ceux correspondant :

- aux couches à dégagement instantané de grisou
- aux couches en dressant
- aux couches à épontes friables ou hydratables.

Les recherches qui ont été effectuées à l'occasion du premier programme ont apporté quelques précisions ou résultats sur certains de ces sujets.

- En ce qui concerne <u>les couches à dégagements instantanés</u>, on a effectué des travaux de recherches dans un charbonnage au sud de la Belgique.

On a d'abord mis au point, dans ces couches, la méthode des gros sondages de détente; à la suite de quoi on a pu faire progresser le front d'une taille de 1,80 m par jour, et au-delà.

A cet avancement correspondait une production de 600 tonnes par jour, ce qui est considérable pour un pareil chantier.

La méthode des gros sondages de détente consiste à creuser des sondages répartis le long du front de taille; ils ont un diamètre de 115 mm, une longueur de 15 mètres et sont espacés de 3 à 6 m les uns des autres. Les sondages sont renouvelés chaque fois que la taille a progressé de 10 mètres. Ce qui nous intéresse plus particulièrement ici, c'est qu'on ait pu réaliser l'infusion en veine dans une couche

à dégagement, où, précédemment, on considérait le procédé comme dangereux ou impossible.

La preuve a été ici apportée - à petite échelle, certes, mais à échelle industrielle cependant - qu'on pouvait réussir l'infusion d'eau dans un gisement à dégagements instantanés, en jumelant cette technique à celle des sondages de détente à grands diamètres.

Il reste certes beaucoup à perfectionner dans ce domaine, mais un pas important a été franchi.

Pour les couches en dressant, une recherche a montré qu'à condition de procéder soigneusement et méthodiquement à l'infusion d'eau dans chaque gradin d'une longue taille en gradins renversés, on pouvait finalement obtenir un air aussi pur à la tête du chantier qu'il l'était, avant l'infusion, au pied du chantier.

Dans chaque gradin on forait 2 trous de 2 m 50 de longueur; le joint était placé à 2 m 25 de l'orifice.

On sait que les couches irrégulières ou traversées de bancs stériles présentent des difficultés au point de vue empoussiérage.

En effet, l'abattage des bancs stériles donne lieu à une production de poussières à plus hautes teneurs en quartz. De plus, dans ces couches, on doit, pour des raisons d'exploitation, souvent entamer les épontes, ce qui provoque l'émission de poussières de roches. Enfin, il se produit au passage des parties rétrécies des accélérations d'aérage qui soulèvent les poussières.

Par ailleurs, les bancs stériles constituent des passages privilégiés pour l'eau d'infusion qui se répartit mal dans l'ensemble de la veine. Comme il fallait s'y attendre, les résultats enregistrés n'ont pas été merveilleux, mais ils ont eu le grand mérite d'indiquer jusqu'à quel taux d'humidification des charbons il faut aller pour obtenir des taux d'empoussiérages acceptables. La quantité d'eau trouvée est voisine de 7 %.

On a ainsi prouvé qu'une diminution de cette teneur ne pourrait être obtenue qu'en modifiant la technique d'infusion, et en la pratiquant par téléinfusion dans la zone de microfissuration.

On sait en effet que cette méthode assure une humidification mieux répartie, bien qu'au total elle nécessite une quantité d'eau moins importante.

2.4. Recherches relatives à d'autres méthodes de lutte contre les poussières pendant l'abattage.

Une recherche s'est développée dans le domaine du tir sous eau en vue de développer ce procédé qui a pour effet de contraindre l'eau à pénétrer dans les fissures les plus fines du charbon.

D'autre part, l'explosion se produisant dans un milieu qui transmet bien l'onde de choc a un rendement intéressant au point de vue abattage, et on obtient une bonne granulométrie du charbon produit.

Les travaux de recherche ont porté principalement sur l'aspect "sécurité" du procédé.

Pour une certaine classe d'explosifs utilisés, il est indispensable, pour des raisons de sécurité vis-à-vis du grisou, que le tir ne s'effectue que lorsqu'il y a un remplissage d'eau suffisant dans le fourneau de mine.

C'est ainsi qu'on a perfectionné des sondes auto-serrantes capables d'assurer une bonne adhérence dans les fourneaux. On s'est attaqué au problème de verrouillage du tir, c'est-à-dire qu'on perfectionne un dispositif qui empêche le lancement du courant électrique destiné à allumer la mine, si une quantité d'eau suffisante ne se trouve pas dans le fourneau.

On comprendra que dans un secteur aussi délicat que le tir des explosifs, on doive encore rechercher des sécurités plus grandes par une expérimentation plus poussée.

Dans un domaine apparenté, on a poursuivi des recherches concernant les bourrages hydrauliques et les bourrages solides à hautes teneurs en eau, utilisés dans le tir des mines. Les résultats obtenus sont encourageants en comparaison de la simplicité du procédé.

Une recherche dans le chapitre de l'abattage concernait l'emploi du rabot. On souhaitait notamment ne pas arroser continuellement tout le front de taille, alors que l'abattage du charbon se produit au moment du passage du rabot. On éviterait ainsi une humidification trop abondante à la fois des épontes et du charbon abattu.

Un dispositif a été préconisé pour déclencher la pulvérisation, lors de ce passage, en direction du massif de charbon et des produits abattus.

On a rencontré de grosses difficultés d'ordre technologique, et différents dispositifs ont été essayés.

Actuellement, on a atteint de bons résultats en utilisant des blocs de matière synthétique (Vulkollan), dont la compression provoque le déplacement d'une butée, qui ouvre les gicleurs.

Il faudra prochainement adapter ces dispositifs aux pousseurs hydrauliques, qui auront tendance, de plus en plus, à remplacer les pousseurs pneumatiques dans les tailles mécanisées.

- En vue de réduire les quantités d'eau à mettre en oeuvre pour la lutte contre les poussières, et aussi pour éviter la détérioration du climat par une trop grande humidité, on a étudié une série de produits retardateurs d'évaporation peu coûteux, dont les possibilités d'emploi sont désormais bien déterminées.

2.5. Lutte contre les poussières provoquées par des opérations autres que l'abattage

2.5.1. Remblayage pneumatique et foudroyage

Pour le remblayage pneumatique, une recherche effectuée

en Allemagne a dégagé, d'une manière très claire et très précise, les différents paramètres qui influent sur l'émission de poussières au cours de cette opération.

Comme des recherches systématiques peuvent difficilement être entreprises au fond de la mise, dans une installation en fonctionnement industriel on a monté une station d'essais à la surface, dans les dépendances d'un charbonnage.

Cette station d'essais est conçue pour qu'on puisse modifier à volonté une ou plusieurs conditions de marche : débits d'air comprimé, granulométries, humidités, tuyauteries, etc.

On a pu ainsi mettre en évidence les facteurs suivants qui influent sur l'intensité de l'empoussiérage :

- quantité d'air comprimé utilisée : c'est l'air comprimé qui fournit l'énergie; plus elle est grande, plus grand aussi est le broyage des roches, et par conséquent la quantité de poussières produite
- influence de la granulométrie des produits (2 fois moins de poussières pour une granulométrie réduite de moitié).
- longueur de la tuyauterie
- diamètre de la tuyauterie : il est nuisible, au point de vue des poussières, de faire usage d'une tuyauterie inutilement grosse
- humidité du matériau : toute humidité excédant 4 à 8 % en poids de remblai est inutile.

Il convient d'éviter l'emploi d'un matériau de remblayage à teneur en silice élevée. L'usage de grès broyé augmente par exemple la nocivité des poussières de 200 % par rapport à des schistes de lavoirs.

Pour le foudroyage, on n'a pu jusqu'à présent, dans une recherche menée dans le bassin de Lorraine, que déterminer les caractéristiques de l'empoussiérage émis au cours de cette opération qui est, comme on le sait, intermittente au cours d'un poste de travail.

De ce fait, les mesures sont difficiles à effectuer, et leur dépouillement n'est d'ailleurs pas terminé.

C'est le genre même de recherches dont les résultats serviront à orianter les travaux ultérieurs dans ce domaine.

Quoi qu'il en soit, ces recherches ont montré jusqu'à présent que la production de poussières de foudroyage ne caractérisait par l'émission de fines poussières à teneur en quartz élevée.

Des travaux, envisagés dans le nouveau programme, poursuivront l'action dans ce secteur.

2.5.2. Mesures de prévention dans les chantiers à fort dégagement de poussières

- Une recherche reprend à son début le problème de la pulvérisation, et examine quelle est son efficacité dans l'abattage des poussières, et cela dans deux cas : la pulvérisation eau-air comprimé et la pulvérisation à eau seule, mais réalisée dans le col d'un venturi.

Dans le cas de la pulvérisation eau-air, on constate qu'il est possible d'atteindre une efficacité relativement élevée.

Cependant, cet accroissement d'efficacité est obtenu au prix d'une dépense en eau et en air comprimé qui croît très rapidement. Les consommations deviennent rapidement prohibitives, ce système de dépoussiérage ne peut pas économiquement fonctionner d'une façon permanente pour de gros débits d'air à dépoussiérer.

Par contre, il convient pour agir dans le cas d'émissions de poussières de caractére limité dans le temps, par exemple à l'occasion d'un tir de mines.

Dans le cas d'émissions de poussières d'un caractère plus localisé, d'excellents résultats ont été obtenus à l'aide de dépoussiéreurs à venturi dans lequel le mélange air aspiré-eau de pulvérisation subit au passage du col du venturi une accélération considérable, et par suite un brassage apte à humidifier les poussières. Ce système est appliqué avec succès pour le dépoussiérage des sources de poussières localisées et captables, par exemple aux points de déversement de convoyeurs fixes.

On a pu aussi adapter ce mode de dépoussiérage à des machines d'abattage. Les puissances requises et les consommations d'air et d'eau à mettre en jeu sont assez importantes : l'opération de dépoussiérage n'est jamais une opération économique.

Une attention particulière doit être accordée aux installations de concassage du fond et aux envoyages par skips.

En effet, les moyens de dépoussiérage installés ne doivent pas rejeter dans l'atmosphère des mines des quantités abusives de poussières, en particulier dans les tranches granulométriques inférieures à 5 microns. Si elles rejettent cet air dans un puits de retour d'air, il ne faut pas qu'elles salissent celui-ci.

Les recherches en ce domaine ont eu le mérite de montrer quelles étaient les performances de différents systèmes de dépoussiérage, compte tenu des conditions spéciales qui leur sont imposées pour le fond.

Des résultats satisfaisants peuvent être atteints par des dépoussiéreurs à filtres au fonctionnant par voie humide.

2.5.3. Fixation et aspiration des poussières sédimentées

Deux recherches ont eu pour objet le problème de la remise en suspension des poussières déposées sur le sol et les parois des galeries de mines. Ces poussières peuvent être agitées par le

passage des véhicules, du personnel, par la ventilation, par le tir des mines, etc.

D'autre part, outre le danger qu'elles présentent au point de vue silicose, on sait qu'elles rendent possible la propagation des explosions de poussières. On a pu prouver que l'utilisation des pâtes salines convenait non seulement pour fixer l'ensemble du dépôt de poussières, mais aussi que cette technique s'appliquait aux poussières de granulométries les plus fines, c'est-à-dire silicogènes. On a aussi étudié le mécanisme de la fixation de ces poussières sur les surfaces revêtues de pâtes. On a trouvé que ces dernières agissaient suivant deux modes : - par leur propriété d'humidifier les poussières et de les lier, et de fixer les agglomérats de poussières précipités;

- par la modification de rugosité qu'elles apportent aux surfaces des parois des galeries. Les essais ont montré que c'était surtout les parois et le soutènement qui jouaient un rôle important dans la fixation.

La différence des dépôts de fines poussières était dans la proportion de 3 à 1 en faveur des zones enduites de pâtes.

On a montré aussi que la quantité de poussières sédimentées croissait fortement avec la vitesse du courant d'air qui parcourt la galerie.

Dans des galeries en grandeur réelle, pour des zones enduites de pâtes, longues de 100 mètres, on a trouvé des diminutions de poussières inférieures à 5 microns dans des proportions remarquables de 1 à 4 et de 1 à 10. Les dépôts formés après fixation n'ont plus tendance à être remis en suspension, comme c'est le cas pour des dépôts ordinaires de poussières.

- Dans une autre recherche on a traité le problème des poussières sédimentées par une technique toute différente, celle de l'aspiration. De grosses difficultés d'ordre technologique (notamment la construction de bouches aspirantes adaptées aux conditions d'emploi dans les galeries de mines) ont qu'il n'a pu être dégagé qu'une solution partielle pour le cas particulier de galeries équipées d'un raillage.

2.6. Pneumoconioses et facteurs d'ambiance

Les deux recherches entreprises dans ce domaine ont eu pour objet de déduire les relations qui peuvent exister entre les conditions d'ambiance du travail au fond et l'apparition et le développement des pneumoconioses pour en dégager les principes fondamentaux d'une action de protection du personnel. Les moyens de ces recherches sont, d'une part, la mesure et la notation des facteurs techniques : empoussiérages et autres conditions d'ambiance, d'autre part le classement des données médicales résultant d'examens pulmonaires périodiques et d'épreuves fonctionnelles. La confrontation de ces deux séries de facteurs s'établit par voie statistique.

Ces recherches fourniront au terme des périodes de référence des précisions diverses quant à l'origine et au développement des pneumoconioses. En outre, elles doivent permettre de vérifier si les limites d'empoussiérages fixées le sont d'une manière pertinente. Les travaux ici évoqués se sont développés dans quelques sièges de la Ruhr, dans un siège du bassin de Campine en Belgique.

D'autre part, un institut néerlandais a rassemblé et publié une nomenclature des limites d'empoussiérages employées ou proposées dans le monde entier.

La recherche allemande comporte l'étude statistique fondée sur les données d'un fichier qui enregistre l'activité de la main-d'oeuvre, d'une part, et l'empoussiérage subi, d'autre part.

Les résultats de cette recherche sont jusqu'à présent différenciés. Ils montrent que, dans les charbonnages où on trouve une forte concentration moyenne d'empoussiérage total, mais une faible proportion de poussières de roches, on enregistre, après seulement sept ans de période d'enregistrement, des relations très précises entre les modifications pulmonaires et le degré d'empoussiérage subi.

Cette relation est un peu moins marquée en ce qui concerne la proportion de poussières de roches. Par contre, dans les charbonnages à faibles empoussiérages mais à forte proportion de poussières de roches, la relation n'est pas aussi clairement dégagée. Peut-être la durée de recherche a-t-elle été trop courte au point de vue statistique, ou alors c'est qu'il intervient un autre facteur, plus déterminant dans le développement des altérations pulmonaires que les deux facteurs considérés : concentration totale et concentration en poussières de roches.

On peut supposer qu'il s'agit de l'influence du quartz.

Au cours de ces travaux on a pu dégager quelques faits :

- après une période de 7 années, dans quelques-uns des sièges où s'effectue la recherche on a trouvé des valeurs de caractéristiques d'empoussiérage en dessous desquelles il n'est pas apparu de modifications pulmonaires en 7 ans. Mais jusqu'à présent, la recherche n'a porté que sur un nombre trop restreint de mines pour qu'on puisse généraliser ces valeurs. Ce serait aventureux :

- dans la fixation des seuils de nocivité, il convient d'être très attentif à bien définir la proportion de quartz;

- les fréquences des modifications pulmonaires sont extrêmement différentes d'un charbonnage à l'autre; ces variations s'observent aussi d'une région à l'autre.

Dans la recherche qui se développe dans un charbonnage de Campine en Belgique depuis 1957, on enregistre deux séries de faits :

- les faits techniques relatifs au travail au fond et en particulier les empoussiérages. Des mesures de poussières sont effectuées chaque quinzaine, à tous les postes et dans chaque chantier de la mine.

Les données (notamment les caractéristiques du chantier) techniques ainsi que les résultats des mesures (nombres de particules par cm^3 d'air et teneurs en quartz) sont reportés chaque quinzaine sur des fiches mécanographiques.

- les faits médicaux : résultats des examens médicaux effectués tous les deux ans (radiographies pulmonaires, examens cliniques, épreuves fonctionnelles pulmonaires).

Partant des données ainsi recueillies, on a pu calculer les empoussiérages moyens subis par chaque ouvrier du fond.

On a adopté, pour apprécier la nocivité des empoussiérages, l'indice de nocivité, dérivé de l'indice coniotique français, et dans lequel interviennent la concentration totale en poussières et la teneur en quartz de celles-ci, sous une forme logarithmique. On peut ainsi caractériser un empoussiérage par un chiffre simple. Provisoirement, sous réserve de confirmation statistique, on a admis que seules étaient acceptables les atmosphères dont l'indice de nocivité est inférieur à 5.

Les atmosphères sont d'autant plus favorables que l'indice se réduit : 5, 4, 3, etc.

Les premiers résultats statistiques importants acquis peuvent être résumés en deux propositions.

- Disposant de 930 cas, entrés indemnes en 1950/1952 et surveillés médicalement depuis lors, on a constaté que 92,3 % des ouvriers à charbon qui n'ont pas encore atteint de stade bénin en 8 ans, ont travaillé dans des chantiers d'indice de nocivité inférieur à 4,9.

Cette constatation laisse ainsi entrevoir la possibilité de fixer rationnellement des limites d'empoussiérage de l'air qu'il conviendrait de ne pas dépasser.

On voit donc qu'on rejoint ici une des conclusions de la recherche allemande.

- La recherche semble montrer jusqu'à présent que l'évolution de la silicose en fonction du nombre d'années de travail est nettement plus forte pour les ouvriers plus âgés au moment de leur premier engagement au fond.

Le travail effectué dans ce domaine par l'institut de recherche "Stofinstituut" néerlandais a consisté à classer les propositions ou réglementations en matière de limites d'empoussiérage, non seulement dans la Communauté mais dans les pays miniers du monde entier; elle repose sur une documentation considérable.

---

5. LUTTE TECHNIQUE CONTRE LES POUSSIERES DANS LA SIDERURGIE

Aspects financiers

En tout, des aides financières d'un montant d'environ 457 000 u. c. AME ont été accordées pour 28 projets de recherche intégrés dans le programme "Lutte technique contre les poussières dans la sidérurgie". Ce montant n'a pas pour autant été effectivement versé. C'est ainsi que deux projets n'ont pas été réalisés et un projet n'a été exécuté qu'en partie; une quatrième recherche a occasionné des frais d'un montant inférieur à l'évaluation. Il en a déjà résulté une économie d'environ 32 000 u. c. AME. On ne peut encore dire si, parmi les autres recherches non encore terminées, certaines se révéleront elles aussi moins coûteuses qu'il n'a été prévu. Pour cette raison, il est donc pour l'instant impossible de donner des chiffres définitifs.

Dans le groupe A (recherche appliquée), 12 projets bénéficient d'aides financières se chiffrant à environ 179 000 u. c. AME, soit 39 % du montant total; dans le groupe B (recherche fondamentale - mesure des poussières), on compte 16 projets pour l'exécution desquels il a été octroyé des aides s'élevant à quelque 278 000 u.cc. AME, soit 61 % du montant total.

Sur les 12 recherches A, 8 ont été confiées à des usines sidérurgiques (I), 3 à des instituts universitaires et à d'autres instituts scientifiques (U) et 1 à un chercheur indépendant (S).

Pour les 16 recherches B, les chiffres correspondants sont : 1 I, 14 U, 1 S.

Sur le montant total d'environ 457 000 u. c. AME affecté aux recherches A et B, les divers bénéficiaires ont obtenu les pourcentages approximatifs suivants :

- usines sidérurgiques : 35 % (pour 9 recherches)
- instituts scientifiques : 57 % (pour 17 recherches)
- chercheurs indépendants : 8 % (pour 2 recherches).

On obtient une image totalement différente si, en regard de ces aides financières accordées sur les fonds du programme-cadre, on indique les diverses aides octroyées à titre individuel. En effet, le montant accordé suivant cette procédure s'établit à quelque 3,39 millions d'unités de compte AME. Il se répartit entre 5 recherches qui, de par leur nature, font toutes partie du groupe A 2 du programme-cadre (A 2 = lutte contre les fumées rousses). Il s'agit des recherches et projets de recherche effectués par :

- Mannesmann, Huckingen; montant alloué 562 675 u. c. AME aide effectivement versée environ 469 000 u. c. AME;
- USINOR, Dunkerque, PS 130; montant octroyé 1 million d'u. c. AME début de la recherche 1-12-1962, fin prévue pour le 31-12-1965.
- DHHU, Dortmund-Hörde, PS 132, montant octroyé 800 000 u. c. AME début de la recherche 1-5-1963, fin prévue pour le 31-12-1965.
- HOAG, Oberhausen, PS 136, montant octroyé 775 000 u.cc. AME (pour l'instant, on ignore si cette recherche sera exécutée).

Compte tenu de ces 5 projets de recherche, le montant total accordé d'environ 3,85 millions d'u. c. AME se répartit comme suit :

93 % (environ 3,57 millions d'u. c. AME) pour 17 projets de recherche appliquée

7 % (environ 0,28 million d'u. c. AME) pour 16 projets de recherche fondamentale.

A - Recherche appliquée

Point A 1 du programme-cadre

a) Lutte contre les poussières pour la protection des maçons de fours et de poches et d'autres ouvriers qui, d'une façon analogue, travaillent des matières réfractaires siliceuses.

b) Lutte contre les poussières pour la protection des mouleurs, noyauteurs, décoiheurs, ébarbeurs et sableurs.

PS 19 Perfectionnement des masques à air frais en vue de la protection des maçons de four dans la sidérurgie.

Aide octroyée : 3 551,19 u. c. AME

Bénéficiaire : Staubforschungsinstitut des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V., Bonn

Encore que le Staubforschungsinstitut ait réalisé d'amples études préliminaires, il a malheureusement été impossible d'effectuer les travaux pratiques dans la sidérurgie.

Les essais pratiques auraient principalement servi à vérifier si l'atmosphère régnant sous le masque (au début des travaux de nettoyage d'un four Martin, la température des briques est de l'ordre de 80° C et celle de l'air environ 35° C) sont acceptables pour l'ouvrier et en quoi elles pourraient être améliorées. L'admissibilité devait être mesurée au moyen de compteurs de pulsations.

En ce qui concerne le perfectionnement des masques à air frais, on entendait non seulement améliorer la température et le degré d'humidité de l'air entrant dans le masque, mais aussi trouver des moyens permettant d'empêcher les tuyaux d'arrivée d'air de se tordre et de s'emmêler. Cela arrive fréquemment lorsque plusieurs ouvriers, travaillant à un même endroit, portent des masques de ce genre.

La firme Dräger, de Lübeck, avait déjà effectué certains travaux préliminaires dans ce domaine avec un appareil permettant d'approvisionner 10 ou 12 masques en air refroidi.

Sachant que les maçons de four travaillent généralement sans dispositif individuel de protection respiratoire, on ne peut qu'espérer que cette recherche se réalisera un jour.

PS 101 Lutte contre les poussières pour la protection des maçons de four et de poches

Aide accordée : 12 113,10 u. c. AME (dont 1 450 u. c. AME seulement ont été dépensées jusqu'ici)

Bénéficiaire : Niederrheinische Hütte AG, Duisbourg.

Ce projet concernait la lutte contre les poussières dégagées par de vieux fours Martin chauffés au gaz. La partie inférieure de ces fours était surtout en briques acides, tandis que la sole était en briques de dolomie et de chrome-magnésie. Mais des briques de silice avaient également été employées à la partie supérieure (carneaux à gaz et à air et voûte).

A l'occasion de travaux de démolition, on a pu effectuer des mesures intéressantes des concentrations de poussières.

En outre, on a mis en service un ventilateur, afin de refroidir plus rapidement la maçonnerie et de réduire la concentration de poussières. Mais ces travaux n'ont pu être menés à bon terme, la Niederrheinische Hütte ayant, entre-temps, modifié radicalement les conditions de travail du personnel occupé à ses fours, cela pour des raisons touchant tant la technique de production que l'hygiène.

Les fours chauffés au gaz mixte, dont la voûte et le revêtement des chambres étaient acides, ont été transformés pour fonctionner au fuel et pourvus d'un garnissage basique. De plus, le nettoyage des chambres s'opère désormais mécaniquement.

PS 119 Remplacement de sable quartzeux pour le sablage à l'air comprimé par un produit non silicogène, pour d'autres utilisations que l'émaillage.

Aide accordée : 16 000 u. c. AME

Bénéficiaire : Staatliche Ingenieurschule für Maschinenwesen in Duisburg, M.W. GESELL, Oberbaurat.

On a d'abord étudié en laboratoire un grand nombre de substances minérales (substances naturelles et scories) en vue d'en déterminer l'aptitude technique fondamentale. Seules pouvaient être retenues les substances ne contenant pas plus de 1 % de SiO_2 libre.

Afin de vérifier les résultats obtenus en laboratoire, on a en outre effectué des essais à grande échelle, au jet libre, avec quelques matériaux paraissant convenir particulièrement (principalement des scories de cuivre et du laitier de haut fourneau).

Suivant les indications fournies par M. GESELL, certains produits décapants de substitution sont sensiblement aussi rentables que le sable quartzeux quand on travaille au jet libre. Si les produits de substitution ont une granulométrie appropriée, leur emploi dans les installations de décapage réutilisant le produit de décapage en circuit fermé revient même souvent moins cher que celui du sable quartzeux, en dépit de leur coût plus élevé.

Un rapport détaillé sur cette recherche paraîtra probablement vers le milieu de 1965 dans la revue "Archiv für das Eisenhüttenwesen".

On n'a pas encore clarifié la question de savoir si l'emploi de produits décapants de substitution influe sur la tenue des enduits de protection (peintures, métallisation, etc.) à apporter sur les surfaces décapées. Il serait certainement utile d'entreprendre une recherche particulière sur ce point pour lever les objections qui subsistent encore contre l'emploi de tels produits de substitution.

Point A 2 du programme-cadre

Lutte contre les poussières et les fumées provenant de l'utilisation d'oxygène lors de la production d'acier.

PS 18 Agglomération des "fumées rousses" réalisée en laboratoire à des températures élevées dans des champs électriques

Aide accordée : 6 287,62 u. c. AME

Bénéficiaire : Staubforschungsinstitut des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V., Bonn

Les expériences effectuées en laboratoire ont permis de constater que, contrairement à ce qu'on avait pensé jusqu'alors,

- la précipitation électrique d'aérosols d'oxyde de fer aux températures supérieures à 200° C est non seulement réalisable, mais s'effectue dans des conditions sensiblement meilleures, car le fonctionnement du filtre électrique est alors moins perturbé et son pouvoir séparateur plus grand, ce qui tient aux valeurs plus avantageuses de la résistance électrique des poussières et à l'absence d'eau;
- les aérosols d'oxyde de fer ont des propriétés permettant de les précipiter dans des filtres électrostatiques même sans effet de couronne supplémentaire, c'est-à-dire sans électrode d'émission.

Le rapport sur cette recherche a été publié dans la revue "Staub", 22 (1962) n° 9, p. 243/59 sous le titre "Elektrische Abscheidung feindisperser Eisenoxidistäube bei höheren Temperaturen unter besonderer Berücksichtigung des elektrischen Staubwiderstandes" (Précipitation électrique de poussières d'oxyde de fer fines à des températures élevées, compte tenu notamment de la résistance électrique des poussières). Les auteurs de ce rapport sont le Pr August Winkel et M. Alfred SCHUTZ, physicien, promu au grade de docteur sur la base de ce travail, tous deux attachés au Staubforschungsinstitut des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Bonn.

PS 43 Recherche sur l'influence qu'exerce la température de vieillissement et la vitesse d'écoulement sur l'agglomération des "fumées rousses" aux températures élevées dans des champs électriques, réalisée dans une installation expérimentale semi-industrielle de l'aciérie Thomas II à l'usine de Ruhrort de la Phoenix-Rheinrohr AG.

Aide accordée : 14 830 u. c. AME

Bénéficiaire : Phoenix-Rheinrohr Aktiengesellschaft, Düsseldorf

Si l'équipement de laboratoire utilisé pour PS 18 permettait un débit de 5,4 Nm^3 d'air empoussiéré à l'heure, l'installation expérimentale construite sur le toit de l'aciérie II de la société Phoenix-Rheinrohr à Duisbourg Ruhrort a été prévue pour traiter un volume de gaz de 2 000 Nm^3/h. Cette capacité est donc 370 fois supérieure à celle de l'équipement de laboratoire, mais ne représente encore que le centième environ de la capacité qu'il faudrait pour dépoussiérer l'un des trois convertisseurs Thomas de 75 t, soufflés par le fond, de la société Phoenix-Rheinrohr.

Les principaux résultats obtenus durant cette recherche étaient les suivants :

1) La précipitation des particules de poussière suspendues dans les fumées rousses en γ - Fe_2O_3 a pu être réalisée avec des durées de séjour de 2 secondes seulement. (Avec des filtres électriques normaux, il faut une durée de séjour de 10 secondes et plus).

2) Les températures des gaz résiduels s'établissaient à 230° environ. Cette disposition expérimentale n'a malheureusement pas permis d'atteindre une température plus élevée, mais on peut admettre, sur la base des expériences en laboratoire de PS 18, que la séparation aurait également donné de bons résultats à des températures plus élevées (les filtres électriques normaux fonctionnent à des températures de l'ordre de 130° C).

3) A la sortie des filtres électrostatiques, les gaz résiduels avaient une concentration de poussières inférieure à 100 mg/Nm^3, même dans les cas où la teneur en poussières fines du gaz brut s'élevait à 1 000 mg/Nm^3.

4) La présence, en aval du dispositif, de cyclones dépoussiéreurs ou de filtres électriques de type courant est apparue superflue.

5) La mise en place d'éclateurs supplémentaires n'apportait aucune amélioration.
6) Contrairement aux filtres électriques couramment utilisés, l'encrassement du filtre par les poussières précipitées ne diminuait pas le pouvoir séparateur.
7) La poussière déposée s'enlève facilement par voie mécanique des électrodes réticulaires du filtre, car elle ne colle ni ne s'agglutine.

Certains problèmes techniques (tels que celui de la température maximale admissible) n'ont pas encore pu être clarifiés à l'aide de l'installation modèle plus grande à l'échelle 1 : 10 (recherche PS 131) permettront de les élucider et de constater si le procédé de dépoussiérage considéré qui, comme nous l'avons dit, vient d'être mis à l'épreuve dans une installation expérimentale à l'échelle 1 : 100, est susceptible de donner des résultats analogues dans des installations industrielles.

Le rapport sur la recherche PS 43 a été publié dans la revue "Staub", volume 23 (1963) n° 10, p. 443/51 sous le titre "Untersuchungen zur Entstaubung von braunem Konverterrauch nach einem neuartigen elektrostatischen Verfahren" (Etudes de dépoussiérage des fumées rousses de convertisseur au moyen d'un nouveau procédé électrostatique). Ce rapport a été rédigé par M. Ronald FLOSSMANN, attaché à la division de métallurgie Ruhrort de la Phoenix-Rheinrohr AG., à Düsseldorf, et M. Alfred SCHUETZ, attaché au Staubforschungsinstitut des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V., à Bonn.

PS 45 Aspiration des poussières et fumées y compris les "fumées rousses" produites aux fours à arc basiques.

Aide accordée : 15 075 u. c. AME

Bénéficiaires: Gebr. BOEHLER & Co., Düsseldorf-Oberkassel

Lors de cette recherche, le gaz contenant des poussières et du CO était aspiré à la partie supérieure du four, mais il était évacué sans dépoussiérage dans l'air libre au-dessus du toit de l'usine. Si ce procédé supprime l'empoussiérage aux postes de travail des ouvriers sidérurgistes (suivant une communication personnelle de M. GUTHMANN, le comité d'entreprise a tenu à remercier la direction de l'amélioration apportée), il ne diminue pas la pollution atmosphérique aux environs de l'usine et ne résoud évidemment pas non plus le problème aux yeux des autorités.

Des connaissances utiles ont été acquises, non seulement sur le dimensionnement du carneau du couvercle destiné à capter le gaz et la conception de la conduite d'aspiration qui y fait suite, mais aussi en ce qui concerne la composition, la quantité et la température des gaz résiduels, ainsi que le dégagement de poussières lors de la fusion et de l'affinage à l'oxygène gazeux. C'est ainsi qu'on a constaté l'existence d'un rapport linéaire, par unité de temps, entre le dégagement d'oxyde de carbone et le dégagement de poussières; c'est pourquoi la teneur en poussières du gaz de gueulard produit est une constante. Au cours des essais effectués dans l'entreprise Boehler, elle s'établissait à 119 g/Nm^3 de CO.

Le rapport sur cette recherche a été publié dans la revue "Stahl und Eisen" 83 (1963), fascicule 17, p. 1067 à 1070, sous le titre : "Ermittlung von Menge, Zusammensetzung und Temperatur der Abgase sowie Staubentwicklung beim Einschmelzen und beim Frischen mit gazförmigem Sauerstoff an einem 15 T Lichtbogenofen". (Détermination de la quantité, de la composition et de la température des gaz résiduels ainsi que du dégagement de poussières lors de la fusion et de l'affinage à l'oxygène gazeux dans un four électrique à arc de 15 t).

Un tiré à part plus ample commandé par la Haute Autorité porte le titre : "Absaugung der Stäube und Rauche - einschl. der bei Sauerstoffanwendung entstehenden "braunen Rauche" - bei einem basischen 15 T Lichtbogenofen", (aspiration des poussières et fumées - y compris les "fumées rousses" provenant de l'utilisation d'oxygène - produites par un four basique à arc de 15 t) dont les auteurs sont MM. Helmut KAHNWALD, attaché à l'Energie und Betriebswirtschaftsstelle (service d'énergie et d'exploitation) du Verein deutscher Eisenhüttenleute, à Düsseldorf, et Dr Ing. Erich ETTERICH, attaché à l'Edelstahlwerk Gebr. Böhler & Co., AG., à Düsseldorf-Oberkassel.

PS 102 Utilisation des fumées rousses précipitées provenant des convertisseurs.

Aide accordée : 5 095,24 u. c. AME

Bénéficiaire : Laboratorium für Staubtechnik, Pr Dr Ing. Robert MELDAU, Gütersloh

Si l'on découvrait des procédés permettant de tirer un bon profit des fumées rousses précipitées, les usines sidérurgiques se feraient un plaisir de donner suite aux injonctions des autorités visant au dépoussiérage des fumées rousses, opération qui ne les intéresse guère à l'heure actuelle, car elle entraîne une hausse des prix de revient.

L'étude du Pr MELDAU mentionne 10 emplois possibles des fumées rousses, notamment pour la production de revêtements de chaussée ou de dalles et de carreaux. Mais le chercheur estime que, en fin de compte, la solution la plus simple et la plus rentable consiste à agglomérer les fumées rousses avec ou sans adjonction de poudre de chaux et/ou de tanin. Les agglomérés ainsi obtenus faciliteraient le réemploi des fumées rousses dans le convertisseur (ou dans le haut fourneau ?).

Comme on le voit, cette recherche n'a pas non plus permis de trouver une utilisation lucrative des fumées rousses, mais elle a tout de même fourni quelques indications sur la manière de venir dans une certaine mesure à bout du problème que posent les grosses quantités de fumées rousses précipitées.

Le rapport sur cette recherche a été publié dans "Archiv für das Eisenhüttenwesen", 35e année (1964), p. 203 à 208, sous le titre "Wirtschaftliche Verwendung des Staubes und Schlammes aus braunem Rauch" (utilisation rentable des poussières et des boues provenant des fumées rousses). Son auteur est le Pr Dr Ing. R. MELDAU, à Gütersloh.

PS 104 Captage et précipitation des fumées rousses provenant du soufflage d'oxygène au four à arc.

Aide accordée : 14 786,13 u. c. AME

Bénificiaire : Compagnie des ateliers et forges de la Loire, Paris

Cette recherche, que la C.A.F.L. entendait effectuer dans l'usine de l'Ondaine, portait sur le captage et l'abattage des fumées rousses produites par un four électrique à arc de 10 tonnes.

Mais, à la suite d'une récession, on a cessé d'utiliser le four électrique considéré pour la fusion d'acier inoxydable. Le soufflage d'oxygène ayant été supprimé, il n'était plus possible de réaliser la recherche.

PS 128 Dépoussiérage des fumées rousses produites par les aciéries affinant la fonte à l'oxygène (système LD) au moyen de filtres à poche

Aide accordée : 38 404,61 u. c. AME

Bénéficiaire : Société des aciéries de Pompey, Paris

Cette recherche porte sur le dépoussiérage des gaz résiduels émis par un creuset LD de 18 t alimenté en fonte phosphoreuse, ces gaz ayant entièrement brûlé au bec du convertisseur.

Cette installation de dépoussiérage présente la particularité d'être dotée de filtres en tissu qui, on le sait, ont un excellent pouvoir séparateur, mais sont très sensibles aux températures élevées et à l'humidité.

C'est avec succès qu'on a remédié aux risques que comportent ces filtres, essentiellement en disposant derrière la cheminée du convertisseur un échangeur de chaleur du genre Cowper. Dans cet échangeur de chaleur, les gaz très chauds, captés dans une hotte refroidie par eau et parcourant ensuite une cheminée également refroidie par eau, cèdent la plus grande partie de leur chaleur. Dans une tour de refroidissement montée derrière l'échangeur de chaleur, un ruissellement d'eau abaisse leur température - pour autant que cela soit encore nécessaire - au niveau voulu de 85 à 130° C. Les gaz entrent ensuite dans le filtre à poches, à la sortie, leur teneur en poussières résiduelles s'élève à peine à 6 mg/Nm^3.

Divers dispositifs de mesure de régulation et de sécurité assurent le fontionnement irréprochable de l'installation.

Au bout de 18 mois de service, totalisant environ 3 500 h de marche, les poches filtrantes en tergal ne présentent pas encore de signes d'usure. De toute évidence, c'est grâce à cette circonstance surtout que, pour une production annuelle de 46 000 tonnes, le coût global du dépoussiérage par tonne d'acier élaboré ne s'élève, suivant les renseignements fournis par Pompey, qu'à 6,20 FF et que, d'après les calculs effectués par cette société pour sa nouvelle aciérie

équipée de deux convertisseurs de 50 à 60 t, dont les gaz résiduels sont dépoussiérés suivant le même procédé, ce coût ne s'établit qu'a 2 FF par tonne d'acier produit.

Il convient encore de déduire de ce montant la bonification relative aux fumées rousses qui, mises dans des sacs en papier, sont réutilisées dans le convertisseur. Pompey calcule la valeur des fumées rousses sur la base du prix des battitures de laminage tamisées qui, à l'époque de la rédaction de son rapport, s'élevait à 55 FF la tonne. Comme on capte environ 20 kg de poussières par tonne d'acier produit, la bonification correspondante est de 1,10 FF., dans ces conditions les frais de dépoussiérage exposés dans la nouvelle aciérie n'atteignent que 0,9 FF par tonne d'acier.

Mais Pompey signale en outre qu'on peut aussi, dans certains cas, évaluer les fumées rousses sur la base du prix d'un minerai contenant de 60 à 65 % de fer. Pour un tel minerai, Pompey payait à l'époque 110 FF la tonne franco usine. La bonification s'élèverait ainsi à 2,20 FF par tonne d'acier. Les frais de dépoussiérage étant de 2 FF, il en résulterait même un bénéfice de 0,20 FF par tonne d'acier produit.

Au sujet de cette recherche, M. Pierre DEBRUILLE, chef du service énergétique des aciéries de Pompey, a publié dans la Rev. Poll. Atmosph. numéro spécial - septembre 1962, p. 123 - 149, un article intitulé : "Dépoussiérage des fumées issues de la conversion des fontes phosphoreuses en creusets LD à l'oxygène pur" et fait un exposé intitulé "Captation, conditionnement et dépoussiérage des fumées de creuset L.D.P." à l'occasion du Congrès international sur les aciéries à l'oxygène, qui s'est tenu en septembre 1963 au Touquet. Par ailleurs, la revue "Stahl und Eisen" 82 (1962), p. 1579 à 1584, a publié, sous le titre "Entstaubung des braunen Rauches aus einem Sauerstoffaufblas-Konverter durch Sackfilter", (dépoussiérage au moyen de filtres à poches des fumées rousses produites par un convertisseur soufflé à l'oxygène) un article de M. Wolf MUHLRAD, Paris, constructeur de l'installation de dépoussiérage et directeur technique de la firme Prat-Daniel.

PS 130 Dépoussiérage des gaz produits de convertisseurs O.L.P. captés sans combustion

Aide accordée : 1 000 000 u. c. AME (financement assuré en dehors du programme-cadre)

Bénéficiaire : USINOR, Paris

Cette recherche a démarré au début de décembre 1962 à l'usine USINOR de Dunkerque, où l'on a procédé à des essais industriels. Cette recherche présente un caractère particulier et original en ce qu'elle porte sur un procédé qui consiste à capter, sans pratiquement les brûler, les gaz contenant encore du CO à la sortie du bec du convertisseur de 130 t installé dans cette usine, puis à les dépoussiérer et à les brûler dans une torchère. Ce procédé s'accomode d'une installation de dépoussiérage de dimensions relativement modestes. Par la suite, la majeure partie des gaz contenant du CO n'alimenteront plus une torchère, mais serviront à chauffer des fours pits, etc.

Lors de cette recherche, on entendait expérimenter simultanément deux procédés différents de captation. Le premier se caractérise par l'emploi d'une hotte refroidie par vapeur et d'une manchette mobile également refroidie par vapeur, montée sur le bec du convertisseur. Cette manchette doit être étanchéifiée par un joint de vapeur à l'endroit où elle touche le bec. Placée dans une "tasse" remplie de sable, elle est suspendue à la partie supérieure de la hotte. L'autre procédé utilise la même hotte, celle-ci n'étant toutefois pas équipée d'une manchette, mais d'un dispositif mobile, ayant la forme d'un abat-jour, que les inventeurs ont appelé "jupe". Ce dispositif est placé à une certaine distance du bec du convertisseur. Au droit de la hotte, une tasse remplie de sable assure l'étanchéité de la "jupe".

L'intérêt du premier procédé réside dans le fait que le gaz capté ne reçoit pas d'air infiltré qui aurait pour effet d'amoindrir sa qualité. Le deuxième procédé a le mérite de permettre l'observation directe de la flamme du convertisseur, en outre, la hotte utilisée serait moins abîmée par les projections du convertisseur que ne le serait la manchette.

Dans les deux cas, on a raccordé aux hottes une chaudière à tubes d'eau faisant avec l'horizontale un angle de 20°. D là, les gaz gagnent une tour munie d'un surchauffeur à vapeur, dans lequel ils subissent un refroidissement supplémentaire par jet de vapeur abaissant leur température à 450°. Dans le saturateur horizontal "Granivore", les gaz sont ensuite sursaturés par une nouvelle vaporisation d'eau, après quoi ils sont soumis à un nouveau dépoussiérage dans le laveur vertical "Solivore", à quatre étages et équipé d'un grand nombre de cônes de Venturi. Le ventilateur refoule ensuite les gaz dépoussiérés dans une cheminée qui se termine par une torchère où ils sont brûlés.

Afin d'empêcher les gaz de creuset de se répandre dans le hall de l'aciérie et l'air de s'introduire dans la hotte d'aspiration, il faut que le volume de gaz aspiré soit à tout moment identique au volume de gaz sortant du convertisseur. Cette condition est remplie par un clapet d'étranglement monté devant l'aspirateur et qui est commandé automatiquement en fonction de la pression, constamment mesurée, qui règne dans la hotte.

L'épuration des eaux résiduelles sortant du laveur de gaz est assurée successivement par une installation de refroidissement, une installation de floculation et une installation de décantation.

Ces installations ont permis d'acquérir une série de connaissances précieuses.

Tout d'abord, on est parvenu à capter un gaz contenant en moyenne 70 à 80 % de CO, USINOR a déjà présenté un nouveau projet de recherche visant à étudier l'utilisation rationnelle de ce gaz.

La formation constante de loups à l'intérieur des hottes et l'encrassement de la chaudière ont causé de grandes difficultés, elles ont été à l'origine d'arrêts d'exploitation fréquents et de longue durée. En remplaçant la chaudière par une chambre à scories et en

tenant en réserve des hottes de remplacement, on a trouvé une première solution qui, sans être entièrement satisfaisante, autorisait à tout le moins une exploitation normale de l'aciérie. Une modification apportée au procédé de soufflage a enfin donné le résultat escompté. Les projections de fonte et d'acier liquide ont cessé, ainsi que la formation de loups adhérant aux hottes.

Les manchettes montées sur les becs des convertisseurs ayant causé de nombreuses perturbations, on n'utilise désormais que des hottes ouvertes.

En dépit de l'exécution de tous les essais possibles, le dépoussiérage des gaz résiduels, qu'on entendait pousser jusqu'à une valeur inférieure à 100 mg/Nm^3, n'a jusqu'ici pu aboutir à des valeurs inférieures à 200 - 250 mg/Nm^3. On pense maintenant améliorer le dépoussiérage par la mise en oeuvre d'un aspirateur plus puissant, déjà commandé, qui permettrait de réaliser une perte de charge plus sensible au droit des cônes de Venturi, et dès lors une meilleure précipitation des poussières.

Dès le début, l'obstruction des conduites et du dispositif de refroidissement a perturbé l'épuration des eaux résiduelles sortant du laveur de gaz, c'est que la nature et la granulométrie des poussières captées lors de l'aspiration et du dépoussiérage des gaz non brûlés des convertisseurs se sont révélées totalement différentes de ce qu'on avait supposé. On espère maintenant obtenir une amélioration avec une installation de décantation à lamelles, commandée entre-temps.

Une source de danger rapidement décelée et éliminée était constituée par les joints hydrauliques ouverts de la tour pulvérisatrice, du saturateur, etc. Des bulles d'oxyde de carbone passaient à travers ces joints, et portaient jusqu'à une valeur préoccupante la teneur en CO de l'air sur le plancher de travail de l'aciérie. C'est pourquoi tous les joints hydrauliques ont été munis d'un couvercle et d'un conduit d'évacuation débouchant au-dessus du toit. Le caniveau d'écoulement des eaux usées a été pourvu de couvercles étanches ainsi que d'un ventilateur aspirant.

Par ailleurs diverses explosions se sont produites dans l'installation de dépoussiérage, mais elles n'ont pas entraîné d'accidents de personnes. On a accru le nombre des clapets d'explosion. En outre, des dispositifs coupe-flammes sous forme de cône de Venturi ou d'une grille empêcheront désormais les éventuels retours de flammes à la partie inférieure de la cheminée à torchère.

Ayant ainsi rencontré plusieurs difficultés non prévues, on s'est activement employé à les éliminer. Lorsque la recherche prendra fin, le 31 décembre 1965, l'installation de dépoussiérage fonctionnera sans doute de façon irréprochable.

Un rapport intitulé "Captation sans combustion des gaz de convertisseur à l'oxygène", qui traite du procédé et des premières expériences acquises avec l'installation, a été présenté au Congrès international sur les aciéries à l'oxygène qui s'est tenu en septembre 1963 au Touquet. Les auteurs de ce rapport son MM. Jacques DUMONT-FILLON, ingénieur attaché à la division "aciéries" de l'IRSID, Gérald NAMY, directeur de la C.A.F.L. Engineering, et Maxime SPREUX, directeur des fabrications de l'usine USINOR de Dunkerque.

Point A 3 du programme-cadre

Protection contre les poussières et les fumées aux fours de fusion d'acier, aux cubilots à vent froid ou à vent chaud, aux fours à réchauffer, aux fours à sécher, au chauffage des poches, etc.

PS 120 Lutte contre la poussière lors de la granulation du laitier de haut fourneau

Aide accordée : 40 200 u. c. AME

Bénéficiaire : Hessische Berg- und Hüttenwerke AG, Wetzlar

Dans cette entreprise, le laitier du haut fourneau est transmis, en fusion, par les rigoles à laitier aux tambours rotatifs de granulation où il est effrité et refroidi par le vent d'une soufflante. Les tambours, qui sont inclinés dans le sens de l'écoulement, déversent les granulés obtenus sur un convoyeur ascendant à plaques de tôle bombées, qui amène le laitier dans deux accumuleurs de chargement. Tous les points de déversement et voies d'écoulement étaient munis de carters et raccordés à un système de dépoussiérage à cyclone. Après la mise en service de l'installation, on a toutefois constaté que les particules de laine de laitier et de poussière mélangées à l'air d'échappement bouchaient les conduites d'évacuation et la soufflante, et formaient dans les accumulateurs de poussières un dépôt de fibres, au point qu'il devenait impossible de vider ces accumulateurs. Il a donc fallu arrêter l'installation de dépoussiérage, si bien que les gaz s'échappaient directement à l'air libre, sans avoir été épurés. Cette situation a entraîné un encrassage inadmissible des installations voisines et des environs.

On a ensuite essayé d'empêcher la formation de laine de laitier et de poussière lors de la granulation en réglant le débit de laitier, le débit de vent et la vitesse du vent à la sortie de la tuyère. Mais il apparut que l'amélioration de l'opération de granulation ne permettait pas de supprimer totalement le dépoussiérage de l'air d'échappement; finalement, on a monté au-dessus de la sortie des tambours de granulation une hotte double en tôle d'acier, chaque hotte étant munie de deux conduites comportant en tout 50 buses débitant chacune 2 m^3 d'eau par heure sous une pression de 4 kg/cm^2 eff., qui ramènent la poussière des gaz d'échappement

de 4,5 g/m^3. Ainsi, les exigences des services de contrôle étaient intégralement satisfaites.

Au bout de quelques semaines de marche, on a constaté que la partie inférieure de la hotte, qui était en contact avec l'eau de lavage, était soumise à une forte usure par les gaz d'échappement contenant du soufre et les substances solides particulièrement abrasives mélangées à l'eau sale.

On y a porté remède avec succès en prenant les mesures suivantes :

- pour la partie de l'installation de dépoussiérage qui, pour des raisons techniques de construction, devait être conçue en béton armé, on a utilisé un béton d'étanchement résistant aux acides;
- pour les éléments en tôle en contact avec l'eau, on a utilisé un alliage de la composition suivante : 0,06 % C; 14,59 % Cr et 0,16 % Al, les autres éléments en tôle ayant été réalisés en tôle d'acier, qualités TR 37, DIN 17 100.

Après filtrage des substances solides, les eaux résiduaires contenant du cyanogène sont épurées, en même temps que les eaux résiduaires provenant de l'installation d'épuration électrique du gaz de gueulard, dans un bassin de décantation équipé d'un cyclone et, après traitement, elles sont réutilisées dans un circuit commun et entièrement fermé.

Point A 4 du programme-cadre

Lutte contre les poussières à la préparation du lit de fusion, y compris le concassage et le criblage des minerais et des fondants, ainsi qu'à l'agglomération de toutes les sortes de minerais fins, y compris le stockage et le transport des minerais, fondants et agglomérés.

PS 1 : Lutte contre les poussières à la préparation du lit de fusion ainsi qu'à l'agglomération de toutes les sortes de minerais fins.

Aide accordée : 6 259,44 u. c. AME

Bénéficiaire : S.A. Cockerill-Ougrée, Seraing

Cette recherche a abouti à de bons résultats, grâce à la pulvérisation d'eau à certains endroits d'une installation d'agglomération mise en service à la fin de 1950. C'est ainsi qu'en un centre d'émission déterminé (criblage du coke), on a pu réduire de 45 à 60 % le nombre des particules de poussière de 5 à 0,5 μ.

En un autre endroit, où se dégagent des poussières brûlantes (transport des agglomérés à la sortie du dispositif de refroidissement des agglomérés fonctionnant à l'air pulsé), la pulvérisation d'eau n'a donné aucun résultat. C'est pourquoi on a décidé de couvrir ces sources de poussières et de capter celles-ci au moyen d'un appareil humide "Airmix".

En ce qui concerne les pulvérisateurs, on a notamment constaté que, pour obtenir un fonctionnement satisfaisant, il faut utiliser de l'eau épurée, et que le choix d'un filtre approprié à une plus grande importance que celui des pulvérisateurs.

L'empoussiérage a été mesuré à l'aide de précipitateurs thermiques.

PS 121 Mouillage des poussières et des minerais fins en vue de réduire l'empoussiérage sur les aires de stockage de minerais fins et à la préparation du lit de fusion

Aide accordée : 6 133,93 u. c. AME (la dépense effective n'a été que de 2 827,88 u. c. AME)

Bénéficiaire : Klöckner-Werke AG, Duisburg

Pulvérisant de l'eau de circulation contenant de faibles quantités d'agents tensio-actifs (0,1 %), on a pu réduire l'empoussiérage de 40 à 90 % au déchargement des minerais fins dans l'installation d'agglomération et au transbordement des minerais au basculeur de wagons.

Une aspiration des poussières aux trappes obturatrices des accumulateurs a permis de réduire de 50 à 80 % l'empoussiérage aux postes de travail du conducteur de chariots de chargement.

Le degré d'empoussiérage était déterminé au moyen de feuilles adhésives de Diem.

Le rapport sur cette recherche sera publié dans la revue "Staub", volume 25 (1965) n° 6 (juin) sous le titre : "Das Benetzen von Staüben und Feinerzen zur Verringerung der Staubbelästigung beim Umschlagen" (Le mouillage des poussières et des minerais fins en vue de réduire les inconvénients de l'empoussiérage lors du transbordement). Les auteurs du rapport sont MM. Georg RAEBEL, directeur, et K. VETTEBRODT, ingénieur, Hüttenbetriebe Haspe de Klöckner-Werke AG, ainsi que par M. Herbert NEUHAUS, docteur-ingénieur, administration centrale de Klöckner-Werke AG, Duisburg.

B - Recherche fondamentale

Point B 1 du programme-cadre

Harmonisation du système de mesures de poussières dans la sidérurgie en vue d'une normalisation aussi rapide que possible des grandeurs de référence ainsi que des appareils et méthodes de mesure.

PS 10 Emploi des membranes à micropores dans la détermination de l'empoussiérage dans l'industrie sidérurgique

Aide accordée : 9 075,20 u. c. AME

Bénéficiaire : Laboratorio di Tossicologia della Clinica del Lavoro "L. DEVOTO", Milan (Dr ZURLO)

La recherche avait pour but la mise au point définitive de la technique de dénombrement des poussières atmosphériques avec des filtres à membrane. A cette fin ont été étudiés les points suivants :

- Effet de l'humidité atmosphérique et de la vitesse de l'air.

On a constaté que l'humidité atmosphérique n'exerce aucune influence et que la vitesse de l'air n'a pas davantage d'effet dans la mesure où elle n'est pas supérieure à 3 m/s.

- Solubilisation de la membrane.

La solubilisation de la membrane a permis de faire apparaître au microscope toutes les poussières sur un seul plan au lieu de plusieurs.

- Dénombrement à l'aide d'un microprojecteur.

On a constaté que, pour les poussières foncées, oxyde de fer et charbon par exemple, les résultats obtenus sont identiques à ceux du dénombrement direct en champ clair. Les poussières transparentes au contraire donnent des résultats inférieurs de 10 à 15 %.

Grâce à cette méthode, on a supprimé les pertes subies pendant le transport des échantillons de poussières.

- Erreur des dénombrements due à la superposition des particules de poussière.

On a trouvé une méthode permettant de calculer la valeur théorique de l'erreur et une méthode permettant de déterminer pratiquement la marge d'erreur au moyen de deux analyses effectués simultanément.

PS 11 + 12 Détermination des propriétés physico-chimiques et minéralogiques des particules de poussière et des fumées dans l'industrie sidérurgique

Aide accordée : 49 848 u.c. A.M.E.
Bénéficiaire : Clinica del Lavoro (Pr VIGLIANI).

Le rapport expose tout d'abord les résultats de l'analyse de la composition des fumées produites par 11 fours électriques de 5 aciéries. Dans des conditions atmosphériques défavorables, on a relevé à 2 mètres du sol d'une aciérie de type ancien équipée de fours sans hotte, une concentration des fumées dépassant 5 000 particules (de 0,7 à 5 µm) par cm^3. Elle limitait la visibilité à quelques mètres. Dans les autres aciéries, on a constaté que la pollution atmosphérique est négligeable.

L'étude des briques réfractaires employées pour la réfection des fours et des poches de coulée a démontré que le pourcentage élevé de silice libre dans la fraction des poussières inférieure à 5 µm entrant dans les poumons n'est inférieur que d'environ 20 % au pourcentage moyen de toutes les classes granulométriques. Pour la plupart des autres matériaux, la fraction de moins de 5 µm contient au contraire un pourcentage de silice libre de 2 à 3 fois inférieur.

Dans l'ensemble, on n'a pas observé de différences importantes entre les diverses aciéries pour ce qui est de la teneur en silice libre des poussières suspendues dans l'air de ces usines.

En appliquant la formule retenue par la Clinica del Lavoro pour calculer le degré du risque silicotique, on a constaté que les ouvriers occupés dans les aciéries ne sont généralement pas exposés à ce risque, mais que le personnel affecté à certains travaux - démolition et réfection de fours surtout - est parfois très exposé.

La formule précitée est la suivante :

Risque silicotique $R = \frac{N \times q}{500} \left(1 + \frac{2}{1 + q} \right)$;

dans cette formule

N = particules totales des poussières atmosphériques, comprises entre 0,7 et 5 µm.

q = pourcentage numérique des particules de silice libre silicogène dans la fraction de moins de 5 µm des poussières atmosphériques.

$\frac{2}{1 + q}$ = le coefficient qui tient compte de la capacité silicogène des poussières inertes, particulièrement élevé pour les teneurs réduites en silice libre silicogène.

Pour des valeurs de R = 1, on n'admet pas de risque silicotique. Plus R dépasse 1, plus le risque sera grand.

A cet égard, la Clinica del Lavoro fait encore une différence entre le risque spécifique et le risque effectif. Si, par exemple, le travail effectif de l'ouvrier chargé du revêtement des creusets se limite à environ 65 % du poste, on considère que le risque effectif ne s'élève qu'à 65 % du danger d'empoussiérage inhérent au travail et calculé à l'aide de la formule.

PS 135 Etablissement d'un étalon microscopique international pour le comptage des poussières.

Aide accordée : 14 178,48 u.c. A.M.E.

Organisme effectuant la recherche : Institut national de recherche chimique appliquée, Paris.

Comme on le sait, on a pu constater chaque fois lors de mesures comparatives effectuées avec différents appareils de mesure de l'empoussiérage, que les déterminations gravimétriques des poussières captées ont fourni des résultats assez concordants, alors que le comptage des particules inférieures à 5 µm ont fourni des résultats très divergents.

Les écarts prononcés au comptage de particules (il n'est pas rare que l'on rencontre des différences de 1 à 10) sont dus en partie aux différences du pouvoir séparateur sélectif des divers appareils échantillonneurs, mais aussi et surtout au procédé d'exploitation microscopique appliqué.

La limite inférieure des granulométries dénombrables dépend d'abord de l'optique de l'appareil de dénombrement; toutefois, même quand les petites particules sont discernables, des influences physiologico-optiques et psychologiques de l'observateur jouent également un très grand rôle.

Pour pouvoir prendre en considération les influences de l'optique ainsi que celles de l'observateur sur les résultats de comptage, on a recherché depuis longtemps déjà un étalon approprié.

Cet étalon devait :

- être invariable, tant numériquement que du point de vue de la technique de mesure,
- être défini avec précision à la fabrication,
- et permettre de fabriquer un nombre suffisant d'étalons secondaires, résistants et maniables dont les écarts par rapport à l'étalon primaire seraient connus.

Il semble que la recherche PS 135 ait permis de fabriquer un tel étalon d'une façon aussi simple qu'appropriée.

Jusqu'à une trentaine de tubes de verre de diamètre intérieur entre 1 et 3 mm et d'épaisseur de paroi entre 0,25 et 0,50 mm sont introduits dans un tube de verre d'environ 5 à 6 mm de diamètre intérieur. Ce faisceau est étiré dans un petit four électrique, en capillaires multiples dont le diamètre extérieur est de 0,2 à 0,5 mm.

Environ 30 de ces capillaires multiples sont introduits dans un tube de verre d'environ 3 mm de diamètre intérieur, et ce faisceau, contenant maintenant 30 x 30 capillaires est étiré une nouvelle fois dans le four, en un capillaire de 0,2 mm de diamètre extérieur.

Le tube de verre étiré se compose d'une partie centrale plus ou moins cylindrique et de deux extrémités coniques. A l'aide d'un couteau à verre, on découpe dans chacune des extrémités un morceau que l'on microphotographie. Si l'on constate - et c'est ce qui arrive dans la plupart des cas - que ces deux morceaux sont strictement homothétiques, on découpe aussi la partie cylindrique centrale en tranches de 6 à 8 mm de longueur, qui, après montage, serviront d'étalon de comptage.

En éclairage incohérent (incidence oblique, condensateur à grande ouverture numérique), le verre formant l'étalon sert de conduit de lumière et est fortement éclairé, tandis que les tubes remplis d'air apparaissent complètement noirs.

Les tranches d'extrémités représentent un grossissement physique (non optique) de la partie centrale la plus étirée. La valeur numérique de ce grossissement physique est établie par la mesure microscopique des diamètres extérieurs des tranches respectives. (Pour le premier étalon de ce genre fabriqué par l'IRCHA, le diamètre des extrémités présente par rapport à celui de la partie centrale un rapport de 2,25 : 1).

Cet étalon pourra être utilisé :

1. pour établir la limite de visibilité d'un système microscope plus observateur,
2. pour mesurer l'erreur de comptage d'un certain observateur avec un microscope donné en fonction du diamètre des particules.

Ces travaux ont été publiés par M. Michael BENARIE, docteur ès sciences, de l'Institut national de recherche chimique appliquée, Paris, dans la "Revue de la pollution atmosphérique", année 6/1964, pages 32 à 48, sous le titre : "Un étalon de la limite de visibilité microscopique et de comptage des poussières" avec un petit supplément dans la revue "Staub" 24 (1964) n° 12, pages 514/20 sous le titre allemand "Ein Eichmass für die mikroskopische Sichtbarkeitsgrenze und das Auszählen von Staubteilchen".

PS 138 Procédé d'enregistrement des concentrations de poussières en tant que mesure d'hygiène industrielle par contact électrique

Aide accordée : 9 250 u.c. A.M.E.

Organisme effectuant la recherche : Staubforschungsinstitut des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V., Bonn

Un appareil a été mis au point dont la tête de mesure est traversée par environ 6 m^3 d'air par heure, cet air étant porté à une vitesse approximative de 130 m/s dans une tuyère. En face de la fente de la tuyère, à une distance de 2,5 mm, se trouve un filament-sonde de 0,5 mm. Les particules de poussière, en atteignant la sonde, produisent une charge électrique qui est dérivée de façon continue et dont l'intensité est mesurée par un électromètre à condensateur oscillant et enregistré. En vue de l'établissement de courbes d'étalonnage et de l'analyse des poussières, toute la poussière ayant traversé la tête de mesure est captée dans un appareil à filtre muni du filtre microsorbant. Cet appareil permet de mesurer des concentrations de poussière de 0,1 mg/m^3 inférieures à 5 microns.

Le compte-rendu concernant cette recherche a été publié dans la revue "Staub" 24 (1964), n° 9, pages 359-363 sous le titre "Eine Anordnung zur registrierenden kontaktelektrischen Staubmessung" ("un montage pour la mesure par contact électrique et l'enregistrement de l'empoussiérage"). L'auteur du compte-rendu est M. Alfred SCHUETZ, Dr ès sciences du Staubforschungsinstitut des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V., à Bonn.

PS 139 Réalisation d'un petit collecteur de poussières gravimétriques portatif pour la mesure d'empoussiérage du poste de travail dans la zone repiratoire du travailleur

Aide accordée : 7 750 u.c. A.M.E.

Bénéficiaire : Staubforschungsinstitut des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V., Bonn

On a mis au point un collecteur de poussières pouvant être porté sur le dos et ayant les dimensions suivantes : hauteur et largeur environ 24 cm, profondeur 14 cm. L'appareil pèse 8,2 kg sans la cartouche filtrante et le flexible. Une soufflante électrique, alimentée par des accumulateurs au plomb, fournit un débit d'air de 10 m^3/h, la résistance du filtre étant de 190 mm de colonne d'eau. L'appareil, qui est muni d'un dispositif mesurant le débit d'air, permet de déterminer l'empoussiérage dans la zone respiratoire du travailleur, même si celui-ci change fréquemment de poste.

Les résultats de la recherche seront publiés dans la revue "Staub" dès que l'appareil aura pu être mis à l'épreuve dans la pratique.

PS 141 Mise au point d'un appareil de détermination de la granulométrie des particules d'aérosols, fonctionnant suivant le principe de l'électroacoustique

Aide accordée : 10 127,49 u. c. AME

Bénéficiaire : Institut national de recherche chimique appliquée, Paris

Le projet de recherche portait sur la mise au point d'un capteur de poussières, réagissant sous l'influence d'une particule unique et capable même d'enregistrer les différents niveaux de réaction, liés à la masse de la particule individuelle agissante, c'est-à-dire de déterminer le nombre de particules et leur granulométrie.

L'appareillage utilisé pour l'expérience se composait d'un grand récipient dans lequel on avait fait le vide et où était placé un microphone électrodynamique avec membrane libre sur mousse artificielle (en vue d'une protection aussi efficace que possible contre les bruits extérieurs). Après amplification appropriée à l'aide d'un oscillographe, cet appareil doit permettre de déterminer les particules de poussières pénétrant avec l'air par une ouverture de 0,5 mm de diamètre environ dans le récipient et venant heurter le microphone.

L'objectif de la recherche n'a été que partiellement atteint. Grâce à la sensibilité de l'appareil, on peut déceler des particules uniques jusqu'à un diamètre de 5 µm, mais pas plus de 100 particules par seconde. En ce qui concerne le dénombrement des particules individuelles, l'appareil est tributaire de la dilution contrôlée des aérosols. C'est là un inconvénient pour la fabrication d'un capteur de poussière pouvant être utilisé pour des mesures de ce genre sur le lieu même du travail.

Pour la mesure en continu d'une concentration de poussières globale relativement élevée de 100 mg/m^3 environ, dans les cheminées par exemple, le procédé pourrait cependant, de l'avis de l'inventeur, prendre de l'importance étant donné qu'il peut être utilisé à de très hautes températures, ce qui n'est pas le cas pour les autres appareils.

Un rapport succinct sur ces travaux a été publié dans "Staub" 24 (1964), n°9, p. 343/44, sous le titre "Akustischer Nachweis von Staubteilchen". Les auteurs de cet article sont l'ingénieur général Alban P. AVY et le Dr Michael BENARIE, Paris, de l'Institut national de recherche chimique appliquée.

Point B 2 du programme-cadre

Détermination de l'empoussiérage des différents postes de travail dans la sidérurgie.

PS 20 Détermination de l'empoussiérage des différents postes de travail dans la sidérurgie

Aide accordée : 12 378,10 u. c. AME

Bénéficiaire : Staubforschungsinstitut der gewerblichen Berufsgenossenschaften e. V., Bonn

L'étude portait principalement sur les postes de travail où l'on a fréquemment constaté des cas de silicose.

C'est ainsi que des mesures d'empoussiérage ont été effectuées à la démolition de fours Martin, au taillage et au meulage des briques réfractaires, au nettoyage des poches de coulée et dans les fonderies.

Le rapport soumet à un examen critique les conditions d'empoussiérage constatées, qui sont en partie très préoccupantes du point de vue de l'hygiène, et suggère d'autres études comparatives.

Pour apprécier le risque silicotique, le Staubforschungsinstitut applique la formule C ($Si\ O_2 < 5\ \mu m$) x par $C_{total} < 5\ \mu m = Z$.

Dans cette formule, le premier facteur représente la concentration de silice cristalline libre dans la granulométrie respirable inférieure à 5 um, et le second facteur, la concentration des poussières fines pulmonaires $< 5\ \mu m$ de toutes les sortes de poussières rencontrées dans l'échantillon. Les concentrations sont exprimées chaque fois en mg/m^3.

Lorsque le produit Z, c'est-à-dire le chiffre d'appréciation ne dépasse pas 0,5, on considère qu'il n'y a pas de risque silicotique.

Pour mesurer ces concentrations de poussières, une quantité déterminée d'air a été aspirée à travers un filtre (filtre microsorbant, et filtre papier aux postes de travail particulièrement chauds). La quantité de poussières pulmonaires a été déterminée par décantation.

Pour déceler les minéraux silicogènes, on a appliqué la méthode radiologique qui se caractérise par une limite inférieure de détection de 1 %.

Le critère d'appréciation de la concentration de toutes les poussières de l'échantillon s'énonce ainsi : C_{total} ne doit pas dépasser 15 mg/m^3, même en cas d'absence d'éléments silicogènes.

Dans les cas où la durée du travail était trop courte pour qu'une mesure granulométrique fournisse une quantité suffisamment grande et bien exploitable de poussières (par exemple dans les cas où il s'agissait de tailler occasionnellement à la mains de briques réfractaires), les mesures de concentration des particules ont été effectuées à l'aide du Konimètre HS et du microscope à projection avec un grossissement total de 370 fois. Une concentration moyenne des particules de 200 P/cm^3 (incinéré) de poussière silicogène a été considérée comme dangereuse en cas de travail permanent.

Les chiffres d'appréciation trouvés oscillent d'ailleurs entre 0,035 (travaux de moulage dans la fonderie d'une aciérie) et 442 (nettoyage de l'intérieur de coquilles avec des meuleuses).

Les résultats de la recherche ont été publiés dans "Staub" 24 (1964), p. 497 à 504 sous le titre "Ermittlung der Verstaubung an verschiedenen Arbeitsplätzen der Eisen- und Stahlindustrie" (Détermination de l'empoussiérage à divers postes de travail dans la sidérurgie). L'auteur de l'article est le Pr August WINKEL, directeur du Staubforschungsinstitut des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften, à Bonn.

PS 144 Propriétés cristallographiques des différentes espèces minéralogiques entrant dans la composition des poussières dans l'industrie sidérurgique luxembourgeoise.

Aide accordée : 8 000 u. c. AME

Organisme de recherche : Laboratoire de minéralogie au musée d'histoire naturelle, Luxembourg

120 échantillons de poussière captés à divers postes de travail à l'aide de l'Electrostatic Sampler ont pu être classés sur la base de leur composition minéralogique, de leur teinte et de leur forme granulométrique dans un fichier comportant des microphotographies et des radiogrammes. D'après les résultats les espèces de poussières trouvées ont été classées en douze types de poussières. Dans le domaine des hauts fourneaux, par exemple, on a trouvé trois types de poussières, à savoir celle que l'on rencontre

1. lors de la coulée de la fonte
2. lors de la coulée du laitier
3. lors de l'évacuation des poussières de gueulard.

Pour comparer plus facilement les échantillons de poussière inconnus et pour déterminer les principaux constituants, une série de substances rencontrées fréquemment dans l'industrie sidérurgique ont été représentées individuellement, telles que la magnétite, l'hématite, la sidérite, le quartz, la christobalite, la tridymite, la chaux, la calcite, la dolomie, etc.

Les divers échantillons de poussière ont été microphotographiés :

- en éclairage naturel pour distinguer les constituants opaques des constituants translucides,
- en éclairage polarisé par des plaquettes rouges I : pour distinguer les composants isotropes des constituants inisotropes,
- en contraste par interférence : pour déterminer les constituants transparents et observer l'état de surface.

La conclusion du rapport de recherche est qu'une extension ultérieure du fichier pourrait être indiquée et apporter des enseignements précieux lors des études de la participation des diverses sources de poussières à la pollution de l'air à proximité des usines sidérurgiques.

Recherches relevant à la fois du groupe B 1 et du groupe B 2 du programme-cadre

PS 15 Surveillance par enregistrement continu des postes de travail empoussiérés

Aide accordée : 31 439,29 u. c. AME

Bénéficiaire : Pr Dr Ing. FEIFEL, Vienne.

Cette recherche a notamment pour but le perfectionnement de l'appareil Konitest, qui mesure l'empoussiérage par contact électrique.

Dans le cas de cet appareil, un mouvement giratoire est imprimé par un appareil directeur d'entrée au courant d'air empoussiéré aspiré. Presque toutes les particules de poussières entrent par force centrifuge en contact avec la paroi interne d'un tube dit excitateur. Il se produit ainsi entre les particules de poussières et la paroi du tube excitateur une interaction électrique de contact qui engendre une charge électrostatique des particules de poussières et du tube excitateur. Tandis que la charge des particules n'intéresse plus, la charge électrostatique du tube excitateur est conduite à la terre sous forme de courant dérivé, passant par un galvanomètre ou par la résistance d'entrée d'un amplificateur de mesure.

Comme le courant dérivé, pour un tube excitateur donné [de tous les matériaux examinés jusqu'ici pour la fabrication de tubes excitateurs, Speckstein - $Mg_3 H_2 (Si_4 O_{12})$ - fournit la plus grande sensibilité d'excitation], dépend de la nature des poussières à mesurer, il est nécessaire d'étalonner l'appareil avec les poussières provenant de l'endroit où l'appareil sera utilisé. A cet effet la quantité de poussières traversant le Konitest est captée dans un filtre monté à la sortie de l'appareil, pesée, puis mise en relation avec le débit et avec le courant dérivé moyen, selon une caractéristique de charge.

Grâce à son débit d'air allant actuellement jusqu'à 50 m^3/h, la zone d'aspiration de cet appareil est très étendue. Fournissant une indication presque immédiate, il enregistre même des variations très

rapides de la concentration des poussières. Dans la gamme de mesure de 0 à environ 3 g/m^3, qui présente de l'intérêt dans la pratique, il existe un rapport linéaire et reproductible entre la valeur mesurée et la concentration des poussières déterminée par gravimétrie.

La limite d'indication inférieure du Konitest se situe actuellement à 1γ/m^3 (1γ = 1 millionième de g), et il réagit à des aérosols d'oxyde de fer à particules fines inférieures à 0,3 um (particules primaires des fumées rousses). On poursuit des essais prometteurs portant sur l'enregistrement simultané de l'empoussiérage global et de la concentration des fractions inférieures à 5 μm entrant dans les poumons.

L'appareil peut être commuté facilement sur diverses gammes de sensibilité et, partant, être adapté aux conditions d'empoussiérage les plus diverses. Il pourra donc être utilisé tant pour l'enregistrement continu de l'empoussiérage des postes de travail les plus divers qu'à la surveillance d'installations de dépoussiérage, etc.

Certains résultats de cette recherche ont fait l'objet d'un article intitulé "Ein neuer Weg zur kontinuierlichen Ueberwachung der Staubkonzentration an Arbeitsplätzen und Industriennalagen", (Une nouvelle méthode de surveillance constante de la concentration des poussières aux postes de travail et dans les installations industrielles), paru dès 1962 dans la revue "Moderne Unfallverhütung", fascicule 6. D'autres résultats ont été publiés dans la revue "Staub" 24 (1964), n° 9, p. 353 à 359, sous le titre "Neueste Entwicklung der auf kontaktelektrischer Basis beruhenden Staubgehaltmessgerätes Konitest" (Dernier perfectionnement de l'appareil Konitest, mesureur d'empoussiérage par contact électrique). L'auteur de ces deux articles est le Dr Ing. PROCHAZKA.

PS 35 Harmonisation du système de mesure des poussières et détermination de l'empoussiérage des différents postes de travail dans la sidérurgie, notamment dans le secteur "agglomération des minerais".

Aide accordée : 17 700 u. c. AME

Bénéficiaire : Université de Liège (Pr LECLERC)

Grâce à un perfectionnement des méthodes d'analyse, notamment à une étude hygroscopique en lumière réfléchie, directe ou polarisée, le Pr LECLERC a pu déterminer l'origine de diverses particules contenues dans des échantillons de poussières mixtes se produisant ordinairement dans les usines sidérurgiques. C'est ainsi qu'on a pu distinguer divers oxydes de fer selon qu'ils provenaient de minerais ou d'opérations métallurgiques. De même, les particules de coke provenant d'un four à coke peuvent désormais être distinguées de celles provenant d'un foyer à charbon pulvérisé.

La microsonde s'est avérée très utile pour identifier les poussières très fines souvent transportées à de grandes distances. Avec cette nouvelle méthode, un faisceau électronique frappe l'échantillon de poussière. Les rayons X émis au point d'impact des électrons sont repris par un détecteur. En résumé, on obtient par le moyen du détecteur une analyse chimique élémentaire ponctuelle.

PS 37 Recherches sur la validité d'une méthode simple pour l'évaluation de la teneur en SiO_2 libre.

Aide accordée : 5 000 u. c. AME

Bénéficiaire : Association des industriels de Belgique (A.I.B.), Bruxelles.

Les espoirs fondés sur cette recherche par le bénéficiaire ne sont malheureusement pas réalisés. Il n'a pu démontrer l'existence, présumée par lui, d'une corrélation entre, d'une part, la teneur des poussières en SiO_2 libre - déterminée par voie chimique - et, d'autre part, le rapport du nombre de particules inférieures à 5 µm/cm³ dénombrées en lumière polarisée et le nombre des mêmes particules comptées en champ clair.

Mais d'autre part, divers enseignements très utiles ont été tirés de cette recherche. C'est ainsi qu'on a constaté que le choix du clarifiant exerce une grande influence sur le résultat du dénombrement des particules de poussières effectué sur membrane filtrante.

PS 49 Etude des empoussiérages dans l'industrie sidérurgique luxembourgeoise

Aide accordée : 20 000 u. c. AME

Organisme de recherche : Direction de la Santé publique, Luxembourg

Le but de cette étude a été d'obtenir une idée générale de l'empoussiérage aux divers postes de travail, afin de déterminer les endroits les plus dangereux qui feront ultérieurement l'objet de recherches plus détaillées.

Pour déterminer l'empoussiérage on a appliqué tant le procédé gravimétrique que celui du comptage des particules. Pour les mesures gravimétriques, on a employé essentiellement le "Electrostatic Sampler" et pour le comptage des particules, le conimètre HS.

Les comparaisons avec d'autres appareils utilisés (par exemple capteur Dräger et appareil de contrôle de l'emoussiérage d'après Ernst Haage) se sont avérées difficiles, voire impossibles. C'est pourquoi le rapport préconise l'adoption d'un appareil unique pour les mesures comparatives.

Les plus grandes concentrations de poussières pulmonaires inférieures à 5 µm ont été enregistrées dans les entreprises de hauts fourneaux, tant en ce qui concerne le nombre de particules par cm^3, le pourcentage de SiO_2 et la quantité en mg/m^3.

Viennent ensuite les aciéries Thomas, les broyeurs à laitier Thomas, les laminoirs et les fonderies.

Les grandes fluctuations de l'empoussiérage à divers postes de travail ont rendu l'appréciation plus difficile. Selon les opérations exécutées par un ouvrier à un poste de travail déterminé, on a noté par exemple des dispersions de 50 à 3 000 particules/cm^3. C'est pourquoi le rapport précise qu'il serait très souhaitable d'utiliser dans ces cas un appareil de mesure et d'enregistrement continu.

Cette étude sera publiée dans les archives de l'institut grand-ducal, section sciences physiques, mathématiques et naturelles. Les auteurs en sont le Pr Hugues Heyart, Dr ès sciences et M. Josy Barthel, ingénieur.

PS 129 Etudes concernant l'émission et l'immission de gaz d'aciérie contenant du fluor et du SO_2

Aide accordée : 13 250 u. c. AME

Bénéficiaire : Klöckner-Werke AG, Georgsmarienwerke i Georgsmarienhütte

La recherche a notamment porté sur l'influence de la quantité et de la composition des différentes matières entrant dans le processus de fusion, ainsi que sur l'influence des cheminées et des conditions atmosphériques sur la quantité et la composition des gaz résiduels et précipitations contenant des poussières à l'intérieur et à l'extérieur de l'usine.

Le fluor et le SO_2 étaient émis par les fours Martin et un four électrique isolé, non raccordé à une cheminée. Les valeurs relevées tant à l'émission qu'à l'immission étaient très intéressantes.

On a ainsi constaté que, pour un bain de four électrique sans spath-fluor, l'émission contenait 16 % du soufre introduit et 4 % du fluor introduit; pour un bain de four électrique avec spath-fluor, ces valeurs étaient de 15 % et de 38 %.

Avec un bain de four Martin sans spath-fluor (l'aciérie n'utilise plus celui-ci dans les fours de ce type), on a obtenu une émission de 45,6 % du soufre introduit et de 70,6 % du fluor introduit.

En ce qui concerne les mesures d'immission, on a relevé dans l'air libre provenant de l'aciérie, à une distance de 250 à 400 m de celle-ci des teneurs allant de 2 à 12 γ F/m^3 au maximum (1 γ = 1 millionième de g) et de 0,05 à 1,0 mg SO_2/m^3.

L'exécution, à une distance de 600 à 3 000 m de l'aciérie, de mesures de fluor, celui-ci provenant également des émissions d'autres entreprises, a permis de trouver une valeur à blanc d'environ 2 F/m^3, alors que l'atmosphère soumise à l'influence des gaz résiduels de l'usine atteignait des valeurs de 5 à 8 γ F/m^3.

Ayant analysé des échantillons de végétaux prélevés en des points situés à des distances et dans des directions différentes par rapport à l'aciérie, on a constaté que les teneurs en S et F des végétaux ayant poussé à proximité de l'aciérie et dans la direction des vents dominants (vents d'ouest) sont plus élevées que celles des végétaux appartenant aux mêmes espèces, qui avaient poussé à une plus grande distance de l'aciérie ou dans une direction autre que celle des vents dominants.

Parmi les méthodes d'analyse employées, il y a notamment lieu de citer la mesure et l'enregistrement, à l'aide de l'appareil "Wösthoff", du SO_2 contenu dans les gaz résiduels et l'atmosphère et la mesure et l'enregistrement des composés gazeux de fluor au moyen de l'appareil "Mini-Adak".

Lors de l'étude des gaz résiduels d'un four Martin de 250 t, ces appareils ont permis de constater qu'une émission accrue de SO_2 ne se produisait pas au moment du chargement, mais toujours lors de l'addition de fonte liquide, ainsi que de bauxite et de minerai. Une pointe de SO_2 apparaissait également à chaque inversion des brûleurs. Une émission accrue de fluor n'était observée qu'à une température plus élevée du bain, lors du bouillonnement. On estime qu'une élévation soudaine de la teneur en F des gaz résiduels est due à l'agitation du bain. Dans les cas où l'on n'ajoutait pas de spath-fluor, d'importantes quantités de fluor pouvaient parvenir dans le bain avec le minerai.

D

PROMOTION DE L'INFORMATION ET DES INITIATIVES POUR FAVORISER LES APPLICATIONS PRATIQUES

Parallèlement à son action de promotion scientifique, la Haute Autorité poursuit également une politique d'information.

Dans ce domaine, la Haute Autorité a été amenée à développer trois ordres d'initiatives :

a) initiatives en vue de l'information spécialisée des praticiens

b) initiatives pour activer les études d'applications

c) initiatives en vue de l'information des milieux professionnels intéressés à la médecine et à la sécurité du travail.

a) Initiatives en vue de l'information spécialisée des praticiens

Certes, les chercheurs propagent-ils leurs travaux dans certains périodiques et dans les assemblées de sociétés savantes. Mais le rythme de plus en plus absorbant de la vie des praticiens rend ce mode d'information souvent insuffisant. La Haute Autorité a par conséquent mis en oeuvre plusieurs systèmes de documentation et d'information.

Elle recourt d'abord à la diffusion instantanée des tirés-à-part de toutes les publications en rapport avec les travaux encouragés par elle. Dès qu'une publication est en cours de parution, 600 tirés-à-part sont établis et diffusés dans la semaine même aux praticiens.

Un autre mode d'information a été largement utilisé. Comme les publications individuelles des chercheurs sont souvent encombrées de détails techniques, et d'une terminologie très spécialisée, la Haute Autorité fait établir par des experts des digests synthétiques destinés à mieux faire ressortir les points nouveaux faisant l'objet des conclusions des chercheurs.

Actuellement, les recherches et études touchant à la physiologie et à la pathologie du travail sont suivies par les rapporteurs des commissions scientifiques et tous les travaux et publications qui en découlent sont systématiquement exploités pour réaliser un deuxième ouvrage de synthèse intitulé "Nouvelles études de physiologie et de pathologie du travail". La mise au point de cet ouvrage ne pourra cependant intervenir qu'à l'expiration du premier trimestre 1964 quand les rapports finaux des recherches en cours seront transmis à la Haute Autorité. Les principes d'élaboration de cet ouvrage bénéficient de l'expérience acquise à propos du premier ouvrage "Etudes de physiologie et de pathologie du travail". Bien apprécié dans les milieux des praticiens, cet ouvrage a donné lieu à des suggestions d'amélioration (notamment l'adjonction d'un résumé pour chacun des chapitres) dont il sera tenu compte. De même, un ouvrage est en préparation qui rapportera les résultats du programme "Réadaptation des victimes d'accidents et de maladies professionnelles".

De la même manière les rapporteurs de la commission de recherche intéressée au 1er programme "Facteurs humains - sécurité" suivent les travaux et les publications, ils préparent actuellement un ouvrage de synthèse intitulé "Etudes de physiologie et de psychologie du travail".

Un groupe spécialisé appelé "Information pratique des médecins des entreprises minières et sidérurgiques" obtient des informations de la part des rapporteurs des commissions scientifiques et a l'occasion de les discuter.

La Haute Autorité, pour donner plus de résonance à cette information, a également organisé des journées d'information à l'échelon régional pour apporter des informations substantielles à un nombre élargi de praticiens de la médecine du travail. Le nombre des participants dépasse dans les informations régionales la centaine et dans les journées européennes le nombre s'est élevé à plus de 300.

L'une de ces journées régionales a eu lieu dans le bassin houiller de la Lorraine, les 2 et 3 octobre 1963 et l'autre a eu lieu les 19, 20 et 21 février 1964 à Turin. A ces réunions, de nombreux praticiens spécialisés dans la médecine et la sécurité du travail ont participé à des échanges d'expérience.

A ce sujet il est utile de faire mention d'une journée d'information récemment déroulée à Düsseldorf et dans certains centres de médecine du travail de la Ruhr, du 18 au 20 janvier 1965, journées au cours desquelles il a été fait état des recherches en matière d'affections respiratoires et sur la possibilité de détecter l'irritabilité bronchique à l'aide de certains tests. Les aspects nouveaux de la thérapeutique préventive des bronchites récidiventes ont été aussi largement traités.

Dans la perspective d'une large diffusion la Haute Autorité a tenu à déléguer des experts rapporteurs dans des congrès spécialisés. C'est ainsi que dans les années 1963 et 1964 la Haute Autorité a pu faire assurer sa présence dans 12 congrès internationaux où les problèmes favorisés par la C.E.C.A. ont été étudiés.

C'est ainsi que la Haute Autorité a tenu à être présente et active dans les journées médicales franco-allemandes organisées par la Société de médecine du travail en Normandie à Caen, les 1er, 2 et 3 mai 1963; le Congrès international de la tuberculose, tenu à Rome du 24 au 28 septembre 1963; le Congrès international de médecine du travail ayant eu lieu à Madrid du 16 au 20 septembre 1963; les journées nationales de la Société belge de médecine du travail à Liège le 19 octobre 1963; la réunion de la Société d'ergonomie de langue française, à Strasbourg, les 11 et 12 octobre 1963; les journées de psychologie et sécurité, organisées par l'ENPI et l'APIL avec la collaboration de la Haute Autorité, à Rome, les 8 et 9 avril 1963; le Symposium international sur les greffes, organisé à Padoue les 6, 7 et 8 mai 1963; la réunion internationale d'experts sur la prothèse organisée par la Fédération mondiale des anciens combattants à Copenhague du 17 au 21 juin 1963; les journées d'étude

de l'Association pour le développement de la chirurgie réparatrice et orthopédique à Paris, le 22 octobre 1963; le congrès sur la prévention de la silicose organisé par l'ENPI à Sanremo les 6, 7 et 8 novembre 1963; le congrès organisé par la Société de médecine et protection du travail allemande à Düsseldorf, les 28 et 29 novembre 1963; le congrès sur la silicose organisé sous les auspices de la Bergbau-Berufsgenossenschaft de Bochum à Göttingen, les 5 et 6 décembre 1963.

Dans toutes ces réunions, des rapports spécialisés concernant l'avancement des travaux dans les différents secteurs du programme ont été présentés et discutés.

En 1964 la Haute Autorité a été également représentée aux journées d'études belges de médecine du travail (7 mars 1964), à la réunion organisée par l'institut belge des problèmes humains (24 avril 1964), à la réunion de la Société luxembourgeoise de médecine à Mondorf-les-Bains (16 mai 1964), aux journées de la Société d'ergonomie de langue française à Bruxelles (12-13 juin 1964), au congrès international de psychologie appliquée à Ljubljana (août 1964), aux journées internationales de médecine du travail à Lille (17-21 septembre 1964), aux journées de l'Institut belge des problèmes humains à Hasselt (8/9 septembre 1964), au congrès de médecine physique à Paris (11 septembre 1964), au congrès international d'ergonomie à Dortmund (22-26 septembre 1964), aux journées de la Société belge de médecine du travail à Eindhoven (6/7 novembre 1964), au colloque sur la silicose en Sardaigne (12-14 février 1965).

La Haute Autorité a accordé son patronnage aux journées sur les grands brûlés organisées par la sidérurgie française les 28 et 29 mai 1964.

Une autre modalité d'information, sur le plan bibliographique, est fournie par la collaboration de la Haute Autorité au fichier documentaire et bibliographique du Centre international d'information sur la sécurité et l'hygiène de Genève. Dans ce fichier, les travaux encouragés par la Haute Autorité font l'objet de fiches signalétiques qui les rendent accessibles à un cercle très large de spécialistes.

Il convient de signaler enfin le service régulier qui est fait aux médecins spécialisés dans les pneumoconioses d'un bulletin analytique sur les travaux parus, dans la littérature mondiale en matière de pneumoconioses.

Un bulletin analytique sur les brûlures est actuellement en voie de préparation.

Si la Haute Autorité a mis en oeuvre tant de moyens, c'est qu'elle est consciente de cette vérité première qu'on ne fait jamais assez pour l'information. Dans toutes les branches de la vie industrielle, économique, etc., l'information fait des efforts décuplés pour réaliser cette pénétration dans le milieu des utilisateurs. Cette information se perfectionne sans cesse et fait appel à l'expérience des psychologues de manière à favoriser le passage du message à ceux qui, en fin de compte, devront tirer profit des acquisitions nouvelles.

Mais la Haute Autorité a constaté que la tâche n'est pas simple et que l'application d'innovations intéressantes absorbe un temps de latence plus ou moins long. Dans beaucoup de cas l'acquisition nouvelle ne fait tâche d'huile qu'après qu'un praticien ou un petit groupe de praticiens ont hardiment fait l'essai de ces innovations. C'est alors ce petit groupe de praticiens qui à son tour se fait messager de l'intérêt pratique des innovations et la masse des praticiens, d'abord sceptiques, se laisse convaincre et passe elle-même à l'application.

b) Initiatives pour activer les études d'application

Pour favoriser les applications, la Haute Autorité s'adresse non pas aux chercheurs, mais à ceux qui font application pratique des résultats acquis.

Nombreux sont en effet les dispositifs nouveaux mis en place par des praticiens, curieux du progrès technique et faisant figure de pionniers. La Haute Autorité favorise les études d'application au sein d'un groupe d'information pratique composé de médecins-chefs d'entreprises qui se sont signalés par leur oeuvre pilote en médecine du travail. Grâce aux travaux de ce groupe qui tient périodiquement ses réunions, la Haute Autorité dresse l'inventaire des dispositifs de protection mis en place dans certaines entreprises et qui ont fait leurs preuves dans les entreprises qui les ont adoptés. Grâce aux activités de ce groupe de travail il a été possible de dresser l'inventaire de certains états de faits qui sont le prolongement, à plus ou moins long terme, d'innovations scientifiques. Ces états de faits offrent l'avantage d'une progression par rapport à la progression purement scientifique, en ce sens qu'ils ont donné la démonstration de la valeur pratique des mesures prises au niveau industriel ou au niveau hospitalier. Les études de ce groupe concernant l'organisation de la médecine du travail, les études de postes, les coups de chaleur, les dermatoses professionnelles, les premiers secours dans l'intoxication oxycarbonée, ont fait l'objet d'une très large diffusion. Des études plus récentes ont trait aux premiers secours aux brûlés, à l'équipement des centres médicaux d'entreprises, à l'état de santé des travailleurs migrants, au reclassement des travailleurs après absence pour longue maladie. Les conclusions de ces études feront l'objet de plaquettes de large diffusion, car dans les milieux des praticiens ces études sont riches en application pour la conduite des mesures préventives auxquelles tous les médecins praticiens sont confrontés.

Dans la présente brochure, il sera fait mention plus particulière de trois études d'application concernant

- le secours medico chirurgical aux brûlés

Répondant à un voeu des charbonnages néerlandais, la Haute Autorité a donné une nouvelle instruction à l'étude des problèmes posés par l'organisation du secours médico-chirurgical aux brûlés,

notamment en cas d'accidents collectifs. Les organisations professionnelles ont été invitées à fournir des indications sur les méthodes de secours et des traitements d'urgence dont l'application est prévue dans les entreprises. En vue d'ordonner et de compléter la documentation qui a été ainsi recueillie et qui doit être mise à la disposition des intéressés, la Haute Autorité a eu recours à la collaboration d'experts des charbonnages. Au cours d'une première réunion de travail, les experts ont commencé l'analyse comparative de la documentation, et ont accordé une attention particulière aux consignes d'urgence et aux mesures préventives introduites récemment dans certains charbonnages, notamment en Allemagne. Ils ont entre autres souligné l'opportunité de promouvoir l'application des normes internationales concernant les brancards et les autres moyens de transport des blessés. L'étude des aspects du même problème qui concernent la sidérurgie sera abordée incessamment.

- Etude de la structure et de l'équipement des services de médecine du travail

Les exigences actuelles de la protection sanitaire des travailleurs entraînent un développement considérable des tâches qui sont confiées aux services médicaux d'entreprise et les médecins du travail portent un intérêt de plus en plus grand à l'organisation rationnelle de ces services. A certaines occasions, comme lors de la création, de l'agrandissement d'un service médical, il peut être nécessaire de réétudier la conception générale de ce dernier et de se référer à des solutions déjà éprouvées. En vue de faciliter la documentation des personnes intéressées à ce problème et de mettre à leur disposition certaines données techniques pouvant avoir une valeur générale, la Haute Autorité a confié à un groupe d'experts la tâche de rédiger une série de monographies, dont chacune décrira les aspects originaux et typiques d'un service médical d'entreprise (ou inter-entreprise) des industries de la C.E.C.A.

Il convient de préciser que les praticiens des pays de la Communauté ont été mis en mesure, par des visites sur place, d'examiner le fonctionnement pratique des services de médecine du travail du bassin de Charleroi, des houillères du Bassin de Lorraine, des usines Fiat et de la Ruhr.

- Etude de la structure et de l'équipement des centres de recherche

La structure et l'équipement des centres de recherche ayant participé aux programmes de recherche encouragés par la Haute Autorité sont actuellement étudiés, en vue de la publication d'un répertoire d'instituts et centres qui font des recherches médicales dans les domaines qui intéressent les industries de la C.E.C.A.

Cette étude est réalisée sur la base d'informations fournies directement à la Haute Autorité par ces centres de recherche; elle a été entreprise en 1964 pour les instituts du groupe "médecine du travail", et sera commencée en 1965 pour les instituts du groupe "traumatologie-réadaptation-brûlures". Une étude semblable a été décidée pour les centres intéressés à la "physiologie et la psychologie du travail".

c) Initiatives en vue de l'information simplifiée des milieux intéressés à la médecine et à la sécurité du travail

La Haute Autorité est convaincue de la nécessité d'informer le personnel des entreprises dont le rôle pour le maintien de la sécurité et le développement de l'hygiène industrielle est en effet capital. En donnant des informations périodiques sur l'avancement des travaux de recherche, la Haute Autorité répond à un besoin qui est ressenti au niveau des entreprises et dont le Comité consultatif et la commission des producteurs et des travailleurs pour la sécurité et la médecine du travail se sont faits l'écho récemment. Le but de cette information consiste à donner au personnel des notions simplifiées sur les résultats des travaux et de développer par là même l'esprit de la prévention et l'intérêt pour l'application de

certaines mesures ou précautions que le travailleur lui-même observera mieux quand il en aura compris la véritable signification. Une série de brochures d'information de caractère populaire est actuellement en voie de préparation.

La Haute Autorité a aussi procédé à l'établissement de petites études monographiques illustrant l'intérêt des initiatives de la Haute Autorité et destinées à servir de source de référence aux services de presse des périodiques des organisations professionnelles. Un exemple récent de ce type d'information de presse est un document ayant pour objet le troisième programme de recherche "physiopathologie et clinique".

Indépendamment de ces brochures, la Haute Autorité favorise également la diffusion, dans la grande presse, ainsi que dans la presse professionnelle, d'informations sur son action de promotion des recherches médicales et techniques. Une première conférence de presse a eu lieu les 3 et 4 juillet 1963, essai de cette information "vulgarisée".

La Haute Autorité développe aussi l'information orale des milieux intéressés à la médecine et à la sécurité du travail. Déjà à l'occasion de visites à Luxembourg de groupes d'information des délégués d'associations professionnelles, les services compétents de la Haute Autorité ont eu l'occasion d'apporter des informations dans ce sens. L'aide de la Haute Autorité à l'organisation de journées d'information nationales ou régionales s'adressant au personnel et spécialement consacrées aux problèmes de médecine et de sécurité du travail, est également devenue une réalité.

A Heerlen (Pays-Bas) s'est tenue le 14 novembre 1964 une journée d'information consacrée aux problèmes posés par la silicose. A cette journée d'information participaient conjointement de hauts fonctionnaires de la C.E.C.A. et des délégués du personnel des charbonnages néerlandais.

Les 4 buts visés par cette rencontre étaient :

1. Informer le personnel sur les progrès des connaissances dans le domaine des pneumoconioses;
2. La part importante contributive de la Haute Autorité dans cette oeuvre de promotion;
3. Les aspects pratiques que ce progrès comporte;
4. Le contact personnel direct entre les chercheurs.

Ont participé à cette journée d'information :

Pour la C.E.C.A.

- M. ORIE, membre de la commission de recherche "physiologie et clinique" auprès de la Haute Autorité, spécialiste en affections pulmonaires.
- M. DEGUELDRE, spécialiste de la recherche sur la lutte technique contre les poussières dans les mines.
- M. MATLA, membre de la commission technique des recherches de la C.E.C.A., sur la lutte contre les poussières.

Pour les Pays-Bas

- M. MARTENS, inspecteur général des mines à l'administration des mines des Pays-Bas.
- Le Pr. de GROOT, spécialiste en physiologie et pathologie du travail.
- M. MEY, docteur, directeur du service médical des mines néerlandaises à Treebeek.

E.

LES NOUVEAUX PROGRAMMES DE RECHERCHES

1. Physiopathologie et clinique

Après avoir pu s'assurer que les travaux de recherche réalisés au cours des deux programmes de médecine du travail ont abouti à des acquisitions nouvelles offrant des aspects pratiques intéressants, la Haute Autorité a estimé nécessaire de prendre les avis des commissions consultatives professionnelles, scientifiques et gouvernementales pour établir dans quelles orientations l'action de promotion scientifique devrait être poursuivie.

La commission des producteurs et des travailleurs pour la sécurité et la médecine du travail a insisté sur la poursuite des recherches relatives aux affections respiratoires. Elle a estimé en outre que les effets de certaines émanations rencontrées dans les industries de la C.E.C.A. méritent d'être explorées d'une manière plus approfondie. Les avis des experts scientifiques et gouvernementaux ont été donnés et précisés dans la même orientation.

Sur la base des avis ainsi recueillis, la Haute Autorité a mis à l'étude un projet de programme relatif à deux domaines :

- les affections cardio-respiratoires
- certaines émanations toxiques.

Dans lesdeux domaines, les recherches sont centrées sur des thèmes encore mal connus mais d'un grand intérêt pratique.

Les recherches sur les pneumoconioses de type fondamental sont destinées à approfondir les facteurs conditionnant un fléchissement de l'épuration bronchique, une accumulation des poussières dans le poumon, le développement des phénomènes inflammatoires, humoraux et infectieux consécutifs à cette accumulation, le développement des masses pseudo-tumorales. Une importance toute particulière devra être attribuée aux poussières mixtes que l'on rencontre dans les ambiances minières.

Quant aux recherches cliniques touchant aux affections respiratoires, elles ont pour but de mieux préciser les facteurs exogènes qui affectent le fonctionnement du poumon; elles permettront d'intensifier la lutte contre les facteurs exogènes que l'on a reconnus nocifs. Les recherches visent également à rendre toujours plus nuancé et plus précoce le diagnostic des altérations organiques et les troubles fonctionnels, respiratoires et circulatoires survenant chez les mineurs et les sidérurgistes.

Les recherches sur les effets des gaz et substances nocives visent à être mieux éclairé sur la nature de l'action nocive des opérations de soudage, de l'opération de décriquage et de l'utilisation des substances servant au revêtement des coquilles et des poches. Les séquelles des intoxications aiguës ont été aussi jugées dignes de recherches.

Les recherches financées dans le cadre du nouveau programme seront soit des recherches sur invitation, soit des recherches entreprises après appel public.

La répartition entre ces deux types de recherches répond à un souci d'efficacité. Si, en effet, pour beaucoup de thèmes, l'intégration par un programme sur invitation se justifie amplement, il reste certain que la compétition publique présente, de son côté, des avantages : elle permettra sans doute de s'assurer des collaborations de centres ayant des possibilités plus amples de procéder à des comparaisons anatomo-cliniques ou à des mises au point d'ordre technologique.

Pour les recherches à promouvoir par appel public, la Haute Autorité, comme elle l'a fait précédemment, a publié le programme dans le Journal officiel des Communautés et dans les revues spécialisées de la Communauté.

En ce qui concerne les recherches à promouvoir par invitation directe d'instituts, une liste a été établie en collaboration étroite avec la commission des producteurs et des travailleurs et avec la commission des experts gouvernementaux. Les instituts dont la Haute Autorité demande la collaboration ont été invités à présenter des recherches intéressant des domaines déterminés.

Les projets, issus tant de l'appel public que de la procédure d'invitation, centralisés par les services de la Haute Autorité, sont soumis, sur le plan scientifique et financier, à l'examen des diverses instances d'experts.

2. Traumatologie et réadaptation

Les résultats exposés au chapitre 224 ci-dessus ouvrent la voie à d'utiles applications. Il faut noter cependant que certaines méthodes de diagnostic et de réadaptation, ayant reçu une première mise au point, méritent d'être ultérieurement expérimentées, que le travail d'approche aux problèmes de la réadaptation professionnelle déjà effectué devrait donner lieu à des recherches appliquées, tenant compte des exigences des industries de la C.E.C.A., et que de nombreuses questions relevant des recherches fondamentales et ayant une portée pratique considérable attendent encore une solution définitive.

Si l'effort de promotion entrepris par la Haute Autorité dans ce domaine n'était pas poursuivi et développé, une bonne partie des fruits de son action n'arriverait pas à maturité. Cependant, les fonds affectés au programme-cadre "Réadaptation des victimes d'accidents du travail et de maladies professionnelles" ont été complètement utilisés, aucune marge n'étant plus disponible pour la promotion de nouvelles recherches.

La Commission des producteurs et des travailleurs pour la sécurité et la médecine du travail a souligné les circonstances ci-dessus indiquées et a vivement recommandé que la Haute Autorité continue son action dans les domaines de la réadaptation par le moyen de nouveaux programmes de recherche à promouvoir dans les termes prévus par l'art. 55, point c du traité. Cette commission a noté en particulier que la réadaptation des victimes d'affections chroniques de l'appareil respiratoire pouvait trouver une place dans le nouveau programme "physiopathologie et clinique" (voir le chapitre 43), tandis que la réadaptation des traumatisés et des brûlés devrait être l'objet de programmes de recherches appropriés.

C'est donc sur la base des suggestions recueillies auprès de la "commission des producteurs et des travailleurs pour la sécurité et la médecine du travail" et avec l'aide de la commission d'experts gouvernementaux "médecine du travail et réadaptation" qu'un programme quadriennal de recherches "traumatologie du travail et réadaptation des victimes d'accidents du travail" a été élaborée.

Pour la réalisation de ce programme et en vertu de l'art. 55 du traité, la Haute Autorité a décidé le 24 juin 1964 d'utiliser 1,8 million d'unités de compte AME.

Les recherches à promouvoir devront :

- contribuer à faire mieux connaitre les modifications physiologiques, pathologiques et psychologiques intervenant chez les traumatisés du travail,
- contribuer à élaborer et à éprouver des méthodes de diagnostic, de thérapeutique, de réadaptation de plus en plus efficaces,

en vue de rendre possible une restauration plus complète des capacités physiques et professionnelles des travailleurs ayant subi un accident de travail.

Ces recherches seront effectuées :

- en partie à la suite de l'invitation directe de certains centres et instituts de recherches qualifiés,
- en partie à la suite d'un appel public aux chercheurs intéressés.

Les recherches encouragées "sur invitation" auront comme objet la réadaptation des traumatisés des membres et des amputés, d'une part, la réadaptation des traumatisés du crâne et de la colonne, d'autre part.

Les représentants des centres et instituts invités à réaliser cette partie du programme ont élaboré, au cours de deux réunions, les grandes lignes d'un plan de travail commun et ont commencé la préparation du travail à effectuer dans ce cadre par leurs instituts et centres respectifs.

Les recherches encouragées par "appel public" auront comme objet certains aspects particuliers de la thérapeutique et de la réadaptation, touchant aux lésions traumatiques du crâne, de la colonne cervicale, du thorax, des articulations et de la main. A la suite de la publication de cette partie du programme au Journal officiel des communautés européennes du 12 décembre 1964 de nombreux centres et instituts de recherche ont déjà manifesté le souhait de contribuer aux travaux par des recherches originales.

Une information détaillée sur les orientations des recherches et les premiers résultats de ces dernières pourra être donnée en 1967.

3. Brûlures

La suggestion émise par la commission des producteurs et des travailleurs pour la sécurité et la médecine du travail, de consacrer un programme de recherche exclusivement aux brûlures, a été justifiée par une mise au point sur les résultats obtenus et les perspectives ouvertes au cours des recherches précédemment encouragées par la Haute Autorité. Le 19 octobre 1963, un exposé très détaillé du Pr. P. DECOULX, a permis aux membres de la commission de faire cette mise au point et de proposer les orientations du nouveau programme. Les avis donnés ultérieurement par les commissions gouvernementales et scientifiques ont ensuite défini ultérieurement le contenu de ce dernier. Il a été ainsi mis en évidence que le problème des brûlures ne présente pas uniquement des aspects scientifiques, à éclairer par la recherche, mais aussi des aspects pratiques, touchant d'une part aux modalités du premier secours médical, notamment en cas d'accident collectif, d'autre part à l'information et à la documentation médicale, aspects que la Haute Autorité ne saurait négliger et qui sont par ailleurs évoqués au chapitre D.

En ce qui concerne le nouveau programme, la Haute Autorité dispose désormais des éléments nécessaires pour procéder à la consultation du Comité consultatif et du Conseil de ministres au cours de l'année 1965.

4. Physiologie et psychologie du travail

Un nouveau programme a été lancé qui comprend deux parties complémentaires par certains points; un crédit total de 3,2 millions u.c. lui a été affecté; la publication de ce programme a eu lieu dans le journal officiel du 7-4-1965.

41. Programme "facteurs humains et sécurité"

Ce programme partiel comprend deux groupes de thèmes.

a) D'une part les thèmes déjà abordés dans le premier programme, qui sont repris d'une manière plus approfondie :

- Les études de sélection et d'orientation concernent en particulier certains aspects physio-pathologiques, l'orientation et le reclassement des travailleurs handicapés, des travailleurs âgés, des travailleurs migrants.

- Les études sur la formation concernent spécialement : les aspects collectifs de la formation, l'influence de l'évolution technologique, les problèmes des travailleurs migrants.

- Les études sur les moyens de protection individuelle sont menées dans deux directions : aspects psychologiques et physiologiques des problèmes posés par l'utilisation des protections individuelles, études tendant à une meilleure adaptation à l'homme des moyens disponibles.

b) D'autre part l'étude des thèmes nouveaux, relatifs à l'organisation et aux conditions du travail

- D'abord ceux de l'influence de la charge de travail (rythme, surcharge, monotonie, vigilance), de la répartition des temps de travail et de repos et spécialement du travail continu.

- Cette dernière étude se justifie notamment par l'importance du travail en service continu dans les industries minières et sidérurgiques et par l'intérêt que les milieux professionnels atachent à connaître ses répercussions éventuelles sur la sécurité et à disposer d'éléments facilitant le choix et l'adaptation du personnel le plus apte à ces travaux continus.

- On a en outre abordé l'étude des relations entre l'homme et la situation du travail; en effet on considère qu'après avoir agi au maximum sur les dispositifs techniques de sécurité il est nécessaire d'adapter les méthodes et postes de travail, les processus eux mêmes, aux exigences physiologiques et psychologiques du personnel, d'une manière telle que les conditions de l'activité professionnelle rendent de plus en plus improbable les possibilités d'accident. Cette étude porte en particulier sur : les problèmes de la perception des signaux avertisseurs de danger en fonction des charges sensorielles dues à l'ambiance de travail, les problèmes de compatibilité des processus opératoires et des commandes, les problèmes de structure et d'organisation du travail (conception des postes, des équipements, des locaux), les problèmes psycho-sociologiques dans les groupes en collectivités de travail.

Enfin des travaux documentaires, en particulier l'étude des activités et des moyens d'action des services de psychologie du travail des entreprises minières et sidérurgiques, ainsi que l'établissement d'un répertoire des instituts de recherche, seront effectués.

42. L'étude et l'aménagement ergonomiques du travail.

On sait combien a été reconnue, au cours des dernières années, la nécessité de l'adaptation des exigences du travail aux possibilités humaines. Se basant sur les études fondamentales de la physiologie et de la psychologie du travail, sur l'expérience et les observations de la médecine du travail ainsi que sur les techniques de l'ingénieur, il s'agit d'améliorer le poste de travail, les méthodes et les processus, les conditions d'ambiance, dans le souci de créer les conditions les plus favorables à la santé et à la sécurité du travailleur. Cette recherche des conditions optimales, tenant compte de la rentabilité des aménagements proposés permet de trouver le compromis le plus satisfaisant concourant à l'amélioration du bien-être.

A la lumière des autres travaux qui ont largement exploré les divers aspects de la pathologie professionnelle il a été jugé nécessaire d'entreprendre une action préventive et correctrice qui comprend deux grands volets :

- d'une part des études d'applications ergonomiques, tendant à réaliser l'aménagement optimum de postes caractéristiques des industries minières et sidérurgiques dans lesquels se rencontrent des contraintes diverses : température, bruit, vibrations, pollutions, charge psychique ou mentale. Cette partie qui est la plus originale puisqu'elle se place sur le plan de l'application dans l'entreprise même, est menée en tenant compte tout spécialement de l'évolution technique : mécanisation, automatisation, procédés technologiques. Ainsi elle portera à la fois sur la correction de situations existantes et sur la conception de meilleurs équipements ou procédés nouveaux.
- d'autre part une partie plus fondamentale permettant d'approfondir la connaissance des relations entre l'homme et les conditions de son travail : exigences et effets physiologiques et psychologiques du travail à court et à long terme; relations entre l'âge et les possibilités du travail; réduction des contraintes thermiques, sonores, vibratoires et posturales; étude des activités mentales et adaptation des charges perceptives et sensorielles.

5. Lutte technique contre les poussières dans les mines.

Elaboration d'un nouveau programme de recherches.

1. Principes du programme

Au cours de la préparation du nouveau programme de recherches, il s'est dégagé quelques principes qui lui servent de base. Ils résultent d'une part de l'expérience acquise en ce domaine, lors de l'exécution du premier programme, et d'autre part, des avis exprimés par les différentes instances consultées par la Haute Autorité : Commission Technique de Recherches (+), Commission des Producteurs et des Travailleurs (++), Commission des Experts Gouvernementaux (+++).

Ces principes directeurs sont :

a) Principe de la continuité : le nouveau programme doit, dans toute la mesure du possible, continuer, en la dépassant, l'action entamée par le précédent, et profiter des enseignements qui ont été fournis par celui-ci.

b) Le nouveau programme est orienté dans une direction pratique. L'accent est mis principalement sur la lutte active contre les poussières. C'est ainsi qu'on tente de perfectionner au maximum les techniques qui ont pour but la lutte contre les poussières par l'infusion d'eau dans le massif, le développement des méthodes de prévention aux machines d'abattage ou lors du remblayage et du foudroyage.

(+) Novembre 1962
(++) Janvier 1963
(+++) Mars 1963

c) On raisonne suffisamment à long terme et on tient compte de l'évolution technique minière prévisible, de telle sorte qu'au moment où ils pourront être mis en oeuvre, les résultats des recherches s'adaptent aussi bien que possible aux méthodes d'exploitation appliquées à ce moment-là. Comme les travaux de recherches dureront de quatre à cinq ans, il faut, de toute évidence, penser à la mine de cette époque.

Or, l'observation des faits industriels montre que la production minière évolue dans le sens de la réduction du nombre de quartiers et de chantiers et que, d'autre part, les chantiers sont de plus en plus mécanisés. Il s'agit des tendances à la concentration et à la mécanisation.

d) On ne néglige pas pour autant les activités minières et chantiers traditionnels, car certains chantiers ne pourront pas être mécanisés suivant le schéma classique et d'autres procédés d'abattage, tels que le tir sous eau, par exemple, devront y être appliqués.

e) On veille, en outre, à ce que ce programme de recherches soit applicable pour résoudre les problèmes relatifs aux poussières dans les mines de fer.

2. Constitution du programme de recherches

Le programme nouveau vise à répondre au mieux aux souhaits généraux résultant de ces principes, on pourrait même dire de cette philosophie.

Ici encore, dégageant les enseignements à la fois de l'expérience du programme précédent et de la pratique industrielle, on a considéré l'ensemble de la lutte contre les poussières dans les mines comme un tout articulé et, dans un certain sens, indissociable.

Cet ensemble comprend 4 parties :

- La lutte technique contre les poussières dans l'abattage;
- la lutte technique contre les poussières en dehors de l'abattage;

(Dans ces deux premiers chapitres sont étudiées les

techniques propres à combattre l'émission de poussières au cours des phases de la production et des opérations subséquentes).

- la mesure des poussières et la détermination de leurs caractéristiques. On a pour but ici de déterminer l'efficacité technique des moyens de lutte contre les poussières tenant compte non seulement des quantités de poussières (concentrations) et de leur granulométrie, mais aussi de leurs constituants minéralogiques et de leurs propriétés physiques; la connaissance plus exacte des problèmes à résoudre qui résultera de ces mesures aidera en outre à mieux organiser à l'avenir la lutte contre les poussières;

- Les méthodes d'ordre statistique qui ont pour but de vérifier si les moyens de lutte utilisés préservent la santé des mineurs, dans quelle mesure ils la préservent, ainsi que pour aider à mieux concevoir la protection du personnel.

Ces quatre parties principales forment donc les quatre chapitres du programme de recherches proprement dit. A l'intérieur de ces quatre chapitres, différentes rubriques ont été délimitées - en vue de correspondre aux différentes subdivisions ou phases de la production minière :

- de telle sorte que chacune de ces subdivisions vaille tant pour les mines de fer que pour les mines de charbon;

- en vue de bien distinguer les recherches relatives aux mesures des poussières preprement dites et celles relatives à l'examen de leurs caractéristiques.

3. <u>Thèmes de recherches du nouveau programme</u>

L'exposé de ces thèmes suivra l'ordre des subdivisions du programme, à savoir :

Chap. I : Lutte contre les poussières dans les travaux d'abattage

Chap. II : Lutte contre les poussières en dehors des travaux d'abattage

Chap. III : Mesure des poussières et détermination de leurs caractéristiques

Chap. IV : Pneumoconioses et facteurs d'ambiance.

Chap. I : Lutte contre les poussières dans les travaux d'abattage

1. Infusion d'eau en veine

a) Enchaînant avec les travaux rapportés plus haut (2.4.) on a envisagé de poursuivre les recherches qui doivent permettre d'étendre l'infusion d'eau à différents charbons, dans différents gisements, dans des conditions variées, suivant différentes techniques (p.ex. par trous perpendiculaires ou trous parallèles au front). Les paramètres qui interviennent dans l'exécution efficace de cette technique sont relativement nombreux, et varient de plus suivant les conditions géologiques et la nature des gisements. Il s'ensuit la nécessité d'une expérimentation pratique suffisamment étendue. En fait, tous les bassins charbonniers de la Communauté ont manifesté leur intérêt pour des recherches dans ce domaine.

b) En outre, les chercheurs se sont fixé des objectifs nouveaux qui concernent principalement les méthodes d'infusion applicables dans des chantiers fortement mécanisés, à avancements journaliers importants, et activés à plusieurs postes par jour. Dans ces chantiers, on souhaite pouvoir rendre l'opération d'infusion d'eau indépendante dans une certaine mesure des cycles d'abattage.

Deux techniques répondent à cet impératif:

- opérer dans ces tailles une infusion suffisamment profonde pour que cette opération ne doive s'effectuer par exemple qu'une fois par semaine, à l'occasion d'un jour chômé;
- opérer l'infusion d'eau dans un panneau avant de procéder à son déhouillement.

Jusqu'à présent cette dernière technique n'a été expérimentée que dans des couches de charbon gras d'un gisement en plateurs faiblement inclinées, prises en seconde exploitation (+).

(+) C'est-à-dire dans des veines dont la voisine immédiate sus ou sous-jacente a déjà été exploitée, ce qui influe sur le dégazage de la couche.

On désire étendre l'expérimentation du procédé à des veines anthraciteuses plus inclinées ainsi qu'à des veines prises en première exploitation.

Ces techniques ne seront applicables couramment avec succès que si on dispose du matériel adéquat, adapté aux hautes pressions qu'il faut vaincre pour infuser à grande distance. Il faut donc développer conjointement des recherches pour améliorer le matériel de forage, les pompes, les flexibles, les sondes, les raccords, etc. et les dispositifs de sécurité s'y rapportant.

Ce matériel devra répondre aux exigences habituelles du fond : être puissant tout en restant maniable.

Les infusions à grande profondeur étant liées à un certain dégazage de la veine, il y aura lieu de recueillir toutes indications s'y rapportant.

Parmi les nouveaux thèmes de recherches envisagés, citons en outre ceux qui concernent :

- l'infusion d'eau pulsée dans des couches à dégagement instantané,
- l'infusion d'eau dans des couches irrégulières et à épontes friables, par trous parallèles au front,
- la protection des épontes des couches contre les effets de l'infusion d'eau en veine,
- l'écoulement de liquides dans le charbon, à l'aide de tracers chimiques ou radioactifs, afin de connaître l'étendue de la pénétration de l'eau dans un massif infusé.

A l'occasion de toutes ces recherches, il y aura intérêt pratique de noter divers facteurs en relation avec l'exploitation, tels que la tenue des épontes, les conditions climatiques, la vitesse d'avancement du front, la facilité d'abattage, etc.

2. Machines et engins d'abattage et de chargement

L'abattage par machines puissantes (haveuses à chaînes, haveuses intégrales, etc.) s'est développé dans les dernières années d'une manière considérable, en raison des avantages qu'elles présentent au point de vue productivité, et également parce qu'elles s'adaptent bien aux couches de charbons durs et qu'elles permettent le franchissement de certains dérangement en taille.

Cependant, ce développement est contrarié par le fait que ces machines provoquent un dégagement de poussières important.

Il convient donc dans le domaine des machines d'abattage de développer simultanément des recherches dans diverses directions, de façon à hâter au maximum la mise au point de procédés de lutte efficaces.

Les chercheurs se proposent de perfectionner l'abattement des poussières par la pulvérisation et par l'emploi de rideaux d'eau.

On compte aussi étudier la forme à donner aux pics des tambours, étudier le fonctionnement de ceux-ci.

La technique qui consiste à amener de l'eau à la pointe des pics semble prometteuse de résultats.

Il se pourrait cependant que ces méthodes ne soient pas suffisantes en elles-mêmes, et qu'il faille les compléter par la mise au point de capteurs de poussières, par voie sèche, humide ou même mixte.

D'autre part, l'emploi du rabot pose le problème de l'arrosage des produits abattus au moment du passage du rabot. Ce problème n'a pas encore été entièrement résolu au cours du premier programme, pour des raisons de technologie.

Enfin, l'abattage au marteau-piqueur restant le seul possible dans certaines conditions de gisement, il est prévu de mettre au point, à la demande d'un bassin charbonnier, un marteau à pulvérisation d'eau mieux adapté aux conditions d'exploitation de ce bassin.

3. Lutte contre les poussières en rapport avec les tirs d'abattage

Le tir sous eau est susceptible d'applications intensives dans des tailles où l'abattage du charbon n'est pas possible par des moyens mécaniques, soit que les couches soient trop dures, ou que leur allure interdise le passage du rabot ou de la haveuse, soit que l'on veuille ménager la granulométrie des produits abattus.

Ce procédé a prouvé son efficacité non seulement au point de vue abattage du charbon, mais aussi au point de vue lutte contre les poussières, car l'eau pulsée par l'explosif pénètre ainsi plus uniformément dans les fines fissurations du charbon et neutralise par conséquent plus parfaitement les poussières. Les difficultés qui restent à résoudre dans l'application de ce procédé sont relatives à la sécurité de l'emploi des explosifs vis-à-vis du grisou.

L'utilisation d'explosifs contenant une certaine proportion de nitroglycérine afin qu'ils ne soient pas altérés par l'eau entraîne comme conséquence l'obligation de s'assurer que l'explosion se produit bien dans un fourneau de mine intact et rempli d'eau.

Les objectifs de recherche portent principalement sur le perfectionnement des dispositifs qui assurent une bonne fixation des sondes dans les fourneaux de mines et sur d'autres qui empêchent le tir des mines lorsque le remplissage d'eau n'est pas suffisant.

Jusqu'à présent, la technique du tir sous eau a pris plus ou moins d'extension dans les différents pays, mais dans tous les cas son application est limitée à des chantiers classés sans grisou ou très peu grisouteux.

Sont donc exclus du champ d'application de cette technique très intéressante de nombreux chantiers à teneur grisoumétrique plus élevée.

L'intérêt de la recherche réside dans le fait que ses résultats favoriseraient l'extension du procédé à un plus grand nombre de tailles.

4. Lutte contre les poussières relatives au transport en taille, y compris le point de transbordement du pied de taille

La recherche mentionnée sous ce titre porte sur l'étude de la lutte contre les poussières produites dans les tubbings de dressants des Houillères du bassin de Lorraine, la préférence devant être donnée aux moyens de lutte par voie sèche. Elle concerne une grosse production.

Des problèmes particuliers se posent dans ce mode d'exploitation :

- émission de poussières provoquée par la chute du charbon dans le tubbing, dont l'intensité augmente au fur et à mesure que le dressant est avancé;
- émission de poussières au point de chargement et de transbordement.

Les résultats de recherches pourront être adaptables à tous autres endroits où le charbon est transporté par chute verticale.

Chap. II : Lutte contre les poussières en dehors des travaux d'abattage

1. Remblayage et foudroyage

L'importance du secteur de la lutte contre les poussières qui se rapporte au remblayage et au foudroyage résulte des deux raisons suivantes :

Ces opérations libèrent toutes deux des poussières de roches, où la proportion de quartz risque d'être élevée. Les problèmes posés par ces opérations ont justifié d'ailleurs la création d'une sous-commission spéciale du comité de recherche technique "Lutte technique contre les poussières dans les mines".

En outre, l'augmentation de la vitesse d'avancement des tailles et la généralisation de l'abattage à plusieurs postes ont modifié, au cours des récentes années, l'aspect des opérations de remblayage et de foudroyage. En effet, ces opérations ont tendance à s'effectuer de plus en plus au même poste que celui où on procède à l'abattage du charbon. Les poussières ainsi produites peuvent dès lors se combiner.

Cet aspect nouveau résultant de la modernisation des chantiers n'a pas échappé aux instituts, ils ont présenté une série de propositions qui en tiennent largement compte.

Sans entrer dans un exposé des méthodes d'exploitation des mines proprement dites, il convient de rappeler que, dans certaines régions minières, le remblayage pneumatique intervient à raison de 50 % parmi les procédés de remblayage des tailles. Il en est notamment ainsi pour les charbonnages qui exploitent sous des agglomérations ou sous des voies de navigation.

On comprend donc l'importance prise par ce sujet dans un plan général de lutte contre les poussières.

- Pour le remblayage, on a envisagé d'étudier :
  - la dégradation au cours du transport des matériaux utilisés et l'emploi de produits tensio-actifs pour l'imprégnation des poussières de roches;

- l'influence de l'humidité des roches sur la quantité des poussières produites, et la manière la plus adéquate de procéder à cette humidification;
- l'utilisation de produits spéciaux d'addition autres que l'eau aux matériaux utilisés pour le remblayage, en vue de provoquer la fixation des poussières (produits thixotropiques);
- les moyens pratiques de lutter contre le dégagement de poussières provoqué par l'opération de remblayage au moyen de scrapers.

- Pour le foudroyage, il a été généralement souhaité de commencer les recherches par des séries de mesures qui auront pour but de déterminer avec précision les conditions pratiques de l'émission de poussières au cours de cette opération. Ce n'est qu'après dépouillement de ces résultats, en provenance de chantiers de caractéristiques diverses (par la nature des terrains, le soutènement, le mode d'exploitation, etc.), qu'on pourra orienter les recherches, en un deuxième stade, vers la mise au point de dispositifs de prévention proprement dits.

  Cependant, dès à présent, on a pu envisager des dispositifs applicables aux tailles à soutènement marchant, ou équipées de rabots.

2. Lutte contre les poussières dans le transport en dehors des tailles

On a regroupé sous ce titre la recherche des moyens de lutte contre les poussières dans les voies de transport des chantiers.

Les voies de chantiers modernes sont dans la plupart des cas équipées de convoyeurs continus, qui laissent filtrer au cours de leur fonctionnement un dépôt de fines poussières sur le sol de la galerie. Ces fines poussières sont par la suite remises en suspension lors du passage du personnel, lors de déplacements de matériel; lors de tirs de mines. Outre les dangers qu'elles présentent au point de vue hygiène,

elles créent aussi un risque au point de vue explosions de poussières.

Il est donc souhaitable de pouvoir les éliminer.

Nous avons vu que le procédé qui consiste à les aspirer, puis les retenir dans des filtres, a déjà été expérimenté au cours du premier programme, mais le dispositif envisagé n'a donné jusqu'à présent que des résultats partiels.

On envisage la poursuite de ces recherches.

Dans le même ordre d'idées, il est envisagé d'aborder le problème à partir d'un principe nouveau : il s'agit de remettre d'abord les poussières en suspension dans un tronçon de galerie et ensuite de les capter par passage dans un ensemble de filtration. Cette manière de procéder aurait pour avantage de pouvoir traiter de plus grandes longueurs de galeries, du fait qu'il ne faudrait plus déplacer la tête d'aspiration en tous points des galeries à dépoussiérer. L'opération s'effectuerait évidemment aux postes où il y a absence de personnel.

Sous cette rubrique, deux autres propositions prévoient l'emploi de produits retardateurs d'évaporation à utiliser dans des chantiers où les conditions climatiques défavorables imposent de réduire l'utilisation d'eau au strict minimum. Des premières études de laboratoire on été menées à ce sujet à l'occasion du premier programme. L'une de ces applications doit être étudiée dans les chantiers chauds d'une mine de fer allemande. L'autre envisage le cas spécial des voies équipées de convoyeurs à écailles, où le nettoyage de l'infrastructure pose des problèmes particuliers, surtout lorsque les produits transportés ont été trop humidifiés.

3. Lutte contre les poussières dans le creusement des galeries à avancement rapide

Les recherches exposées sous cette rubrique du programme concernent principalement deux problèmes qui se posent à l'occasion du creusement des galeries à avancement rapide.

Le premier de ces problèmes est posé par la neutralisation des poussières et fumées de tir, en tenant compte également de l'émission des vapeurs nitreuses.

L'avancement rapide des voies impose un nombre plus élevé de tirs par jour, et supprime souvent la possibilité de procéder à ces tirs en l'absence de personnel. La réduction des vapeurs sera étudiée en particulier dans le cas des explosifs à ions échangés, dont l'emploi se répand dans tous les bassins houillers.

Le second problème provient de ce qu'on a récemment introduit dans les mines des machines destinées au creusement des galeries. Elles sont mécaniquement très développées, sont promises à un bel avenir, offrent la possibilité de creusement continu et entraînent la suppression de l'emploi des explosifs.

Leur développement est cependant contrarié actuellement par l'émission importante de poussières qu'elles provoquent et qui peuvent se répandre dans le circuit de ventilation d'un chantier.

Les recherches envisagées pour lutter contre les poussières et fumées nocives émises lors du tir comprennent :

- la détermination précise, dans les travaux du fond, des facteurs qui influent sur le dégagement des poussières en général lors du tir (p. ex. nature des roches, disposition, nombre et longueur des fourneaux de mines, quantité d'explosifs employée, nature du bourrage, débit d'air, etc.);
- des investigations relatives à des bourrages spéciaux et à des produits qui, additionnés à l'eau des rideaux de pulvérisation, contribueraient à l'absorption des vapeurs nitreuses;

- l'étude des conditions qui provoquent, durant l'explosion, la formation des oxydes d'azote, présents dans les vapeurs nitreuses.

Au sujet de la prévention des poussières lors de l'emploi des machines de creusement des galeries, il est envisagé une recherche concernant la machine du type "Joy" et dont les résultats seraient naturellement transposables aux autres machines fonctionnant suivant des principes similaires.

4. Autres procédés de lutte contre les poussières

Sous cette rubrique ont été considérées deux catégories de problèmes différents.

+ La première série se rapporte aux procédés de dépoussiérage par aspiration suivie de précipitation. Diverses sources de poussières susceptibles d'être neutralisées de cette manière sont, par exemple, les installations de broyage et de remblayage, les points de déversement et de chargement, les machines d'abattage, les ateliers de forage et de tir.
On a également envisagé le cas des voies de tête poussées en avant de tailles. Cette dernière pratique s'applique souvent aux chantiers à grand avancement journalier, car elle dégage la tête de taille et permet une utilisation plus rationnelle des équipes de creusement.

Une attention particulière sera donnée à l'aspiration des poussières aux points de chargement dans le cas particulier des mines de charbons subbitumineux, qui offrent des difficultés spéciales dues aux dimensions exiguës des galeries.

- La deuxième série traite de l'influence du courant d'air (son sens, sa vitesse, son débit ...) sur le soulèvement des poussières. C'est à cette série que se rattache l'importante question de l'aérage en rabat-vent et des répercussions de ce mode de ventilation sur l'intensité du dégagement de poussières.

Semblable étude doit évidemment tenir compte des répercussions de la méthode de ventilation envisagée, d'une part sur le climat, et d'autre part sur le régime grisoumétrique du quartier où elle est expérimentée.

Mais d'autre part, on envisage d'étudier aussi le comportement des poussières dans l'air de ventilation des mines, quand on fait varier les grandeurs qui interviennent dans la détermination de cette ventilation : débit, sens, turbulence, etc.

Lorsqu'on établit des plans d'exploitation pour de nouveaux quartiers d'une mine, il est d'usage de prévoir les moyens d'abattage et de transport qui permettront de réaliser la production prévue dans les meilleures conditions. On détermine également les caractéristiques de la ventilation, compte tenu, entre autres, du dégagement de grisou prévisible. D'importantes études sont en cours pour pouvoir prédéterminer ce dégagement de grisou.

De même, les études ici envisagées devraient permettre de livrer aux techniciens des mines des normes se rapportant au dégagement des poussières en fonction des opérations qui seront effectuées dans le chantier.

On espère ainsi conditionner au mieux les moyens de lutte contre les poussières, avant le démarrage même de l'exploitation (ce qui est, de beaucoup, plus efficace que de tenter de corriger en cours d'exploitation des situations défavorables).

5. Problèmes particuliers aux mines de fer

Lors de la rédaction du programme de recherches, il a été convenu de ne pas créer systématiquement de compartiments spéciaux pour les problèmes relatifs aux mines de fer. D'une manière générale, les sujets proposés valent aussi bien pour la lutte contre les poussières dans les mines de charbon que dans les mines de fer.

Pour des problèmes qui se poseraient en termes suffisamment différents dans les mines de fer, on a réservé une subdivision dans laquelle se trouvent citées deux séries de problèmes. L'une est relative aux mines de fer du bassin de Salzgitter et est présentée par la Bergbau-Berufsgenossenschaft de Bochum, et l'autre par la Clinica del Lavoro de Milan.

- Dans le bassin de Salzgitter, on exploite des couches puissantes, pour lesquelles les méthodes courantes de lutte contre les poussières sont restées insuffisamment efficaces jusqu'à présent.

  Profitant d'une galerie expérimentale proposée aux fins de recherches par la Société Montecatini, on compte y développer une série d'études relatives aux conditions particulières rencontrées dans les mines italiennes. Des travaux seront effectués tant dans les granits que dans les schistes, et se rapporteront aux domaines de la ventilation et de la perforation. On y étudiera aussi l'emploi de produits tensioactifs destinés à être mélangés à l'eau d'arrosage ou à l'eau d'infusion des perforateurs.

Chap. III : Mesure des poussières et détermination de leurs caractéristiques

1. Mesure des poussières

De grads efforts ont déjà été déployés dans tous les pays miniers en ce qui concerne la mesure des poussières. Dans le premier programme de recherches, une part relativement importante des aides financières avait été accordée à cette branche de la lutte contre les poussières (2.2.).

Il doit être dit dés le début que la mesure des poussières n'est pas considérée ici comme une fin en soi, mais qu'elle doit permettre, par l'exploitation des résultats qu'elle apporte, de tirer des conclusions essentiellement pratiques quant aux méthodes de préventions à appliquer.

Quel que soit le phénomène à étudier, il s'impose, si on veut bien le connaître et bien le situer, de mesurer correctement son importance et ses variations. Ceci est admis comme évident pour les phénomènes électripues. Il en est de même, depuis une date plus récente, pour les mesures grisoumétriques. Il n'en va pas différemment pour le dégagement des poussières, tant au fond de la mine que dans les installations industrielles ou dans les villes.

Dès qu'on a pu construire des appareils de mesures grisoumétriques d'une conception moins sommaire que ceux dont on disposait il y a quelques dizaines d'années, on a pu faire des constatations extrêmement fructueuses quant au mode de dégagement du grisou dans les travaux souterrains et, partant, en déduire des considérations relatives à la sécurité des mines.

On a ainsi construit, suivant les cas, des appareils à lecture immédiate, ou enregistreurs, ou déclencheurs, ou encore téléindicateurs.

En ce qui concerne la mesure des poussières, les difficultés résident dans le fait qu'on doit mesurer un dégagement de particules non seulement variables en concentrations au cours d'une période, mais aussi variables en composition minéralogique et en granulométrie.

Ajoutons que les tranches granulométriques qui intéressent la sécurité sont les plus fines, donc les plus difficiles à isoler. Il faudrait, de plus, que les appareils à utiliser soient d'un volume réduit, suffisamment légers, robustes, précis, antigrisouteux, pouvant être mis en oeuvre par un personnel pas trop qualifié, voire non qualifié en matière de mesures. L'appareil devrait encore, autant que possible, être autonome, c'est-à-dire ne pas nécessiter l'emploi d'air comprimé ou d'électricité du réseau.

On voit immédiatement qu'un appareil universel n'existera jamais. Il faut donc s'orienter vers des classes d'appareils spécialisés.

De gros progrès ont été réalisés au cours des dernières années en cette matière, et on dispose dès à présent d'appareils qui rendent de grands services dans la lutte pour l'hygiène et la sécurité des mines (voir 2.2.1).

Grâce à ces appareils on a pu, dans tous les pays, sortir de l'empirisme en ce qui concerne la lutte contre les poussières. On peut maintenant mieux contrôler les opérations de prévention, lors de l'infusion en veine, aux machines d'abattage, au remblayage, etc.

Que reste-t-il dès lors à faire dans ce domaine ?
On peut citer les problèmes suivants :

- Perfectionner les appareils existants, les rendre autonomes, plus simples, plus robustes et plus précis.
- Trouver des appareils permettant de fournir les échantillons sous la forme souhaitée pour l'observation au

microscope électronique. Actuellement, cet appareil est d'un emploi restreint à cause de la préparation longue et délicate que doivent subir les échantillons prélevés. On est ainsi privé d'une source de renseignements des plus souhaitées quant à la granulométrie des poussières.

- Trouver un appareil de prélèvement continu, simple, portatif et autonome, qui permettrait de représenter la quantité de poussières inhalées par le mineur au cours d'un poste de travail.
- Trouver un appareil de contrôle d'empoussiérage à lecture immédiate, lequel permettrait d'effectuer des réglages instantanés aux systèmes de prévention appliqués, par exemple, aux machines à tambour.
- Trouver un appareil enregistreur de l'empoussiérage au cours des postes de travail.
- Trouver un appareil téléindicateur de l'empoussiérage, permettant ainsi de transmettre la mesure enregistrée, par exemple à un poste central d'observation.

On retrouve donc, dans bien des cas, les mêmes préoccupations que pour la technique des mesures grisoumétriques.

Dans un but de synthèse, on envisage aussi d'effectuer une série de mesures à l'aide de différentes méthodes de prélèvements et d'analyses, pour préciser la correspondance entre les modes de classement au point de vue nocivité des poussières des différents chantiers.

Enfin, par des séries de mesures, on prévoit une recherche sur l'état actuel des empoussiérages dans les mines de fer du Luxembourg. Au terme de cette étude, on compte pouvoir proposer des moyens de prévention adéquats.

2. Détermination des caractéristiques des poussières (nature des poussières)

Les recherches relatives aux caractéristiques et à la physique des poussières ont été peu nombreuses lors du premier programme, en raison du coût élevé qu'elles représentaient. Il s'agit en effet de recherches qui font appel à des chercheurs très spécialisés et à un équipement scientifique particulier, destiné à explorer une branche nouvelle de la physique : la physique de la poussière.

Cependant, les études relatives au comportement physique et à l'analyse minéralogique des poussières ont revêtu une importance continuellement accrue au cours des dernières années. En effet, pour progresser dans la connaissance de l'action des poussières sur l'organisme et déterminer leur nocivité, les experts médicaux souhaitent investiguer de plus en plus profondément la structure et la nature des poussières qui pénètrent dans les poumons. On souhaite connaître le mieux possible les répartitions granulométriques dans les tranches les plus fines. Il importe de fixer la composition minéralogique détaillée des minéraux présents, non seulement le quartz, sous ses différentes formes cristallographiques, mais également les autres minéraux qui pourraient exercer une influence aggravante ou, au contraire, inhibitrice sur le développement des pneumoconioses.

On souhaite que des études se développent quant aux propriétés physiques des poussières des mines, dans le but de sortir de l'empirisme de certaines hypothèses concernant l'action silicogène des constituants des poussières, et ainsi d'éviter des tâtonnements expérimentaux coûteux. On souhaite disposer d'une corrélation permettant de prédéterminer les quantités de poussières émises et leur nature et composition minéralogique, en

rapport avec la composition des roches dont elles sont issues et en fonction de l'énergie mise en oeuvre pour opérer leur fractionnement. On compléterait ainsi les bilans de prévision qui permettront de choisir les modes de prévention les plus adéquats avant même le démarrage d'une exploitation. Pour que les observations optiques correspondent mieux à la réalité, on souhaite connaître mieux le rapport entre les dimensions observées au microscope et celles déduites de la vitesse de décantation.

Enfin, on souhaiterait être éclairés sur le sort des poussières fines inhalées dans les poumons, y compris des substances dont le rôle est encore extrêmement mal connu. Il faut ajouter que la détermination des caractéristiques et analyses minéralogiques doivent s'opérer sur des quantités très réduites de poussières, provenant d'appareils de prélèvement installés, par exemple, dans des endroits à faible concentration de poussières. De plus, il ne faut examiner que les tranches de granulométrie inférieures à 5 μ. On doit donc traiter des échantillons dont le poids est voisin du mg.

On est ainsi amené à développer des méthodes d'analyse qui doivent répondre aux objectifs suivants : être précises, traiter des échantillons de poids réduit, être rapides et bon marché.

C'est à cet ensemble de souhaits que répondent les thèmes de recherches proposés.

Chap. IV : Pneumoconioses et facteurs d'ambiance

La mesure des poussières ne peut pas apporter par elle-même la sauvegarde sanitaire du personnel des mines. Elle n'offre que des indications quantitatives sur les taux d'empoussiérages qui résultent des conditions de travail et des activités minières.

Il faut pouvoir juger si les moyens mis en oeuvre pour la lutte contre les poussières sont finalement efficaces au point de vue hygiène du personnel des mines; autrement dit, dans quelle mesure ils assurent une protection de ce personnel contre les pneumoconioses.

Depuis une dizaine d'années, des études d'ordre statistique ont été entamées dans les différents pays miniers en vue d'établir les relations qui peuvent exister entre, d'une part, les empoussiérages liés aux conditions de travail, au passé professionnel (anamnèse) et, d'autre part, la genèse et le développement des pneumoconioses.

Citons entre autres :

- "The National Coal Board's Pneumoconiosis Field Research" au Royaume-Uni. Cette recherche, qui a débuté en 1953 et qui est connue sous le nom de "Plan des 25 mines", intéresse un échantillon de 35 000 mineurs.
- Des études sur l'épidémiologie des pneumoconioses, entreprises par les Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais.
- Une enquête : "Proposal for the Study of chronic chest disease in bituminous coal miners", ordonnée par le "U.S. Department of Health, Education and Welfare".
- Une recherche dans un charbonnage du Bassin de Campine.
- Une recherche dans quelques sièges du bassin de la Ruhr.

Ces deux dernières recherches ont bénéficié de l'aide financière de la Haute Autorité au cours du premier programme de lutte technique contre les poussières dans les mines, et les méthodes utilisées ont été très harmonisées grâce au concours du groupe de travail spécialisé.

Au terme de ces recherches, on espère obtenir des renseignements tels que ceux-ci :

- Quels sont les facteurs qui, combinés aux empoussiérages, jouent un rôle dans le développement des pneumoconioses ? (conditions de travail, conditions géologiques ...)
- La détermination de ce risque par les méthodes de mesures utilisées est-elle suffisante ?
- Les seuils de nocivité des empoussiérages sont-ils judicieusement établis ?
- Quelles sont les raisons pour lesquelles certains chantiers présentent des fréquences anormales de cas de pneumoconioses ?
- La lutte contre les poussières telle qu'elle est entreprise est-elle réellement efficace quant à la protection du personnel ?
- Dans quelle mesure réduit-elle les risques encourus au point de vue des pneumoconioses par le personnel des mines ?
- Quels sont les endroits vers lesquels on peut diriger sans risque le personnel atteint d'un début de pneumoconiose ?
- etc.

La méthode d'étude employée repose sur la confrontation statistique de deux séries de données :

- d'une part, les données d'ordre technique fournies par les mesures des empoussiérages subis par la main-d'oeuvre au fond, la notation du travail effectué, ainsi que de l'ambiance professionnelle;
- d'autre part, les données d'ordre médical fournies par les examens périodiques auxquels sont soumis les ouvriers des charbonnages.

Il faut cependant considérer ici que les recherches financées par la Haute Autorité dans ce domaine ne concernent, en Belgique, qu'un seul siège d'exploitation dans un gisement en plateure et constitué de couches de charbons à coke et, en Allemagne, qu'une dizaine de sièges de la Ruhr.

On ne peut donc pas envisager cet échantillon comme représentatif de l'ensemble des mines de charbon des pays de la Communauté.

S'inspirant de l'exemple du "Plan des 25 mines" du Royaume-Uni, il y aurait utilité de bâtir un plan de recherches équivalent, sur le Continent, après travaux de préparation adéquats, et qui tiendrait compte de la diversité plus grande des gisements.

Avis recueillis auprès des commissions consultées

Les thèmes de recherches du nouveau programme ont été examinés au cours d'une deuxième consultation :

- La Commission Technique de Recherches (*) a tenu à signaler que le volume des travaux de recherches envisagés avait été estimé et distribué d'une manière adéquate, compte tenu des possibilités techniques, financières et de la vocation des instituts. Elle a pleinement approuvé les dispositions envisagées par la Haute Autorité pour assurer une bonne coordination des recherches et pour favoriser les échanges d'expériences entre chercheurs et praticiens non seulement au moment de la publication des résultats mais aussi au cours de la période de recherches.

- La Sous-Commission des Producteurs et Travailleurs (**) et la Commission des Producteurs et des Travailleurs (***) ont constaté avec satisfaction que les orientations pratiques qu'avaient souhaitées ces commissions se retrouvent exprimées dans les thèmes de recherches envisagés.

- La Commission des Experts gouvernementaux (****) a exprimé son adhésion aux modalités d'application du programme et s'est réjouie de constater que les thèmes des recherches retenus rencontrent bien les préoccupations actuelles des diverses instances nationales.

- D'autre part, les commissions consultées ont été unanimes pour exprimer les avis suivants :

  - Les crédits proposés pour la lutte contre les poussières dans les mines sont modestes si on les compare aux montants des rentes et pensions en matière de pneumoconioses dans les pays de la Communauté, et qui s'élèvent à un total atteignant plus du centuple.

(*) Réunion du 20 mai 1964
(**) Réunion du 25 mai 1964
(***) Réunion du 11 juin 1964
(****) Réunion du 18 juin 1964

- On ne peut oublier que les pneumoconioses constituent un problème humain et social qui influence considérablement les possibilités de recrutement des ouvriers mineurs.
- Il est de la plus haute importance que des moyens efficaces soient trouvés pour assurer périodiquement et pratiquement une information aux différents milieux intéressés en ce qui concerne le développement des recherches dans un domaine qui présente un intérêt tellement marqué en ce qui concerne l'état sanitaire des travailleurs des mines.

Décisions

En date du 22 juillet 1964, la Haute Autorité a proposé, pour permettre la réalisation de ce programme de recherches, l'ouverture d'un crédit de 6 000 000 d'unités de compte A.M.E.

Après consultation du Comité consultatif (*) et sur avis conforme du Conseil spécial de ministres (**), la Haute Autorité a décidé, le 21 décembre 1964 d'affecter, au titre de l'article 55 paragraphe 2 c) du traité, le montant de 6 000 000 d'unités de compte A.M.E. en faveur du deuxième programme de recherches relatives à la lutte technique contre les poussières dans les mines.

(*) 9 octobre 1964
(**) 10 décembre 1964

6. Lutte technique contre les poussières et gaz dans la sidérurgie.

Les milieux intéressés ont pris connaissance avec la plus grande satisfaction des résultats des recherches déjà effectuées sur la lutte technique contre les poussières dans la sidérurgie. Mais ils ont immédiatement souligné aussi la nécessité de poursuivre et d'étendre ces travaux de recherches. En particulier, il a semblé nécessaire de mettre davantage l'accent, en plus des poussières, sur les gaz et fumées émis par la sidérurgie et d'inclure dans le champ des recherches à subventionner la pollution atmosphérique non seulement au lieu de travail, mais encore au voisinage immédiat des entreprises sidérurgiques.

C'est pourquoi les services compétents de la Haute Autorité ont élaboré, en étroite coopération avec d'éminents représentants des organisations professionnelles, des services officiels nationaux, des milieux scientifiques et des techniciens, le programme cadre suivant, qui constitue le point de départ du programme de recherches définitif.

Remarque préliminaire

Par "polluants émis par la sidérurgie", on entend ici les poussières, fumées, vapeurs et gaz qui sont produits ou libérés par cette industrie et qui, sous les concentrations données, se révèlent nocifs pour les personnes, les animaux ou les plantes, ou bien gênantes pour les personnes.

Il s'agit, par exemple, de poussières silicogènes dégagées lors de travaux de démolition des fours, de "fumées rousses" des convertisseurs et des installations d'écriquage, du fluor se dégageant des fours électriques, des gaz nitreux produits dans les travaux de soudage, des fumées de plomb provenant du traitement métallurgique de minerais plombifères ou de la production d'aciers de décolletage, de poussières provenant des ateliers de granulation du laitier, des installations d'agglomération, des parcs de minerai fin, de la pollution atmosphérique par les cokeries, etc.

Pour lutter contre ces émissions, il faut aider des travaux d'études et de recherches qui peuvent porter sur la recherche appliquée comme sur la recherche fondamentale. Dans la mise au point de méthodes et d'appareils, on attachera le plus grand prix à l'utilisation pratique. Cela implique nécessairement que l'on songera avant tout à la sécurité du fonctionnement et à la facilité du maniement; toutefois la question du coût et de la rentabilité ne doit pas être perdue de vue. Il en va de même par analogie en ce qui concerne les installations et les matériaux à mettre au point.

A) Recherche appliquée

1. Détermination de la nature et de l'importance de la pollution atmosphérique à l'intérieur et à proximité de l'usine.

Une meilleure connaissance de la nature et de l'importance de la pollution atmosphérique et de son évolution dans le temps, tant aux postes de travail les plus variés à l'intérieur de l'usine que dans ses environs immédiats, est de la plus grande utilité pour l'adoption et la poursuite de mesures de prévention spéciales.

Comme postes de travail, on pense en particulier au services de la production de fonte brute et d'acier brut (par exemple, cokeries sidérurgiques, préparation du minerai, installations d'agglomération, hauts fourneaux, halles de mélangeurs, aciéries Thomas, Martin, à l'oxygène et électrique), mais aussi au stade du traitement ultérieur, y compris les services auxiliaires et annexes (moulins à scories Thomas, refroidissoirs garnis de matières granulées, mouleries d'acier, ateliers de décapage, nettoyage des chaudières, travaux de soudage et de découpage, etc.)

En dehors des halles de l'usine, la mesure de la pollution atmosphérique globale dans l'usine même et dans ses environs immédiats présente un intérêt particulier.

2. Elaboration de nouveaux procédés, installations, appareils ou produits - perfectionnement des procédés, installations, appareils ou produits existants - destinés à :

21 - éviter ou limiter la production de poussières, fumées, vapeurs ou gaz,

par exemple par la mise au point de procédés visant à la fabrication de l'acier avec dégagement minime ou même nul de poussières et fumées, procédés qui, cependant, ne devront pas, du point de vue de la rentabilité et de la qualité de l'acier, être inférieurs aux procédés usuels fonctionnant avec dépoussiérage.

22 - diminuer la nocivité des poussières, fumées, vapeurs ou gaz dont la production ne peut être évitée au cours de certaines opérations.

Par exemple, les constructions métalliques (ponts, conduites de gaz de gueulard, vannes d'écluses, etc.) sont nettoyées au sable de silice avec utilisation d'air comprimé avant d'être revêtues d'une peinture protectrice (jet à l'air libre). Il se produit alors des poussières fines dont l'inhalation risque de provoquer la silicose. Il faut par conséquent chercher des produits de décapage qui autant que possible ne soient pas plus onéreux ni plus difficiles à utiliser que le sable de silice employé jusqu'ici. Ils doivent en outre être disponibles en assez grandes quantités, et ne pas avoir, si possible, de propriétés délétères.

La même question d'un produit de remplacement se pose, entre autres, pour le spath fluor, qui est encore parfois indispensable pour rendre très fluide le laitier dans la fabrication de l'acier.

Il est bien évident qu'à côté de la recherche visant à remplacer les substances dangereuses par des substances inoffensives, des recherches grâce auxquelles on diminuera par des moyens chimiques ou physiques la nocivité des poussières, fumées, vapeurs ou gaz produits, méritent également d'être encouragées.

23 - capter et abattre les poussières, fumées, vapeurs ou gaz à l'endroit de leur production ou à proximité de celle-ci, par exemple, pour éliminer les gaz nitreux dans les travaux de soudage ou les fumées rousses des convertisseurs soufflés par le fond avec du vent enrichi à l'oxygène.

24 - supprimer les impuretés en suspension dans les halles d'usine, ainsi que les poussières qui y sont déposées, par exemple, par des aspirateurs industriels adéquats,

25 - assurer la protection individuelle des travailleurs occupés dans une atmosphère qui, en raison de sa teneur en poussière, fumées, vapeurs ou gaz, pourrait constituer un danger ou une gêne pour ces travailleurs.

On peut par exemple penser ici au perfectionnement de masques à air frais.

B) Recherche fondamentale

1. Etudes et recherches tendant à l'amélioration et à l'harmonisation de la technique des mesures (méthodes et appareils) concernant la prise d'échantillons et l'analyse des poussières, fumées, vapeurs et gaz à l'intérieur et à l'extérieur de l'usine.

Des mesures conimétriques comparatives ayant déjà été effectuées avec de nombreux appareils différents dans le cadre du précédent programme de recherches sur la lutte contre les poussières, on devrait maintenant se préoccuper particulièrement de la prise des échantillons et de l'analyse des vapeurs et des mélanges gaz-poussières ou gaz-fumées. A cet égard, la mise au point et l'essai d'appareils quantitatifs à grand débit pour les vapeurs et la séparation analytique des substances déposées pour les mélanges poussières-gaz présentent le plus vif intérêt.

2. Etudes et recherches tendant à l'amélioration des connaissances concernant :

21 - les principes de la captation et de la précipitation des poussières, fumées, vapeurs et gaz;

par exemple, on doit procéder à des recherches sur l'efficacité des divers agents filtrants et à des travaux tendant à l'harmonisation des méthodes de mesure du pouvoir séparateur des dépoussiéreurs ou des filtres.

22 - les principes de la protection individuelle contre les poussières et les gaz,

par exemple, étude de la protection corporelle en cas de présence simultanée de gaz ou vapeurs nocifs d'une part et de poussières ou fumées nocives, d'autre part.

23 - les principes de la propagation des impuretés atmosphériques à l'intérieur et à proximité de l'usine.

Il s'agit ici d'études théoriques et d'enquêtes à l'aide de statistiques, ainsi que de la mise au point de méthodes pour déterminer l'origine de la pollution atmosphérique.

Le lecteur, même s'il n'est pas spécialisé dans ce domaine, se rendra aisément compte, en parcourant les divers points du programme, que, lorsqu'on l'a établi, on a attaché une importance particulière aux nécessités pratiques de la lutte contre les poussières et les gaz résiduels, sans pour autant négliger la recherche scientifique fondamentale.

Au moment où l'on rédige ces lignes, on se préoccupe précisément de rassembler et d'étudier les propositions de recherches entrant dans ce cadre, que la Haute Autorité pourrait, après avoir consulté à nouveau les instances compétentes, prendre en considération pour le programme de recherche définitif.

F

COOPERATION AVEC LES INSTITUTIONS EUROPEENNES, LES ORGANISATIONS INTERNATIONALES, AINSI QU'AVEC L'ORGANE PERMANENT POUR LA SECURITE DANS LES MINES DE HOUILLE, COOPERATION AVEC LES UNITES SPECIALISEES DES PAYS TIERS

Coopération avec la C.E.E.

La Haute Autorité a informé les services compétents de la C.E.E. d'une manière détaillée sur l'ensemble des thèmes traités dans les différents programmes de recherche, ces divers points ayant d'une part donné lieu à des investigations dans les centres et d'autre part à des échanges d'expériences entre experts et experts et praticiens. De même, la C.E.E. a été informée sur les différents points particuliers qui sont intégrés dans des programmes de recherche en préparation. Inversement, la Haute Autorité a pu recueillir des services compétents de la C.E.E. des informations sur les études que cette institution a favorisées. La Haute Autorité a participé à diverses réunions techniques et scientifiques de la C.E.E., notamment au sujet de la mise en pratique de la recommandation aux gouvernements concernant la liste des maladies professionnelles, recommandation à laquelle la Haute Autorité avait d'ailleurs officiellement donné son appui.

Coopération avec l'EURATOM

Les services de la Haute Autorité ont mis à l'étude les documents issus du symposium organisé par l'Euratom à la fin de l'année 1962 à Munich au sujet de la contamination radio-active des travailleurs, symposium auquel la Haute Autorité avait été représentée.

Coopération avec le B.I.T.

Les services de la Haute Autorité ont eu des contacts et des échanges avec les services du B.I.T. Ces échanges ont concerné notamment la documentation relative au diagnostic radiologique et à la classification internationale des pneumoconioses.

La collaboration de la Haute Autorité au fonctionnement du Centre international de sécurité (C.I.S.) a été poursuivie; les échanges de documents, notamment la fourniture au C.I.S. des fiches bibliographiques du pool de documentation médicale minière de la Haute Autorité et des tirés-à-part relatifs aux travaux scientifiques réalisés avec l'aide de la C.E.C.A. ont été mesurés régulièrement. La Haute Autorité a été représentée à la réunion annuelle du C.I.S. en juillet 1963.

Coopération avec le bureau régional de l'Europe de l'O.M.S.

La Haute Autorité a été représentée à la 13e session du comité régional de l'Europe qui s'est tenue à Stockholm du 17 au 20 septembre 1963 pour étudier les problèmes techniques sur l'organisation des services de réalisation et de traitement des accidentés. A cette occasion, des échanges d'information entre les deux institutions ont pu être réalisés.

Coopération avec l'O.C.D.E.

Les contacts avec cette institution se poursuivent; en particulier, une délégation de l'O.C.D.E. a rendu visite en juin 1963 aux différents services compétents de la Haute Autorité pour s'informer des méthodes de promotion scientifique appliquées.

Collaboration avec l'Organe permanent pour la sécurité dans les mines de houille

Un groupe d'experts de la Haute Autorité, spécialisé dans les recherches sur le travail aux hautes températures, a été informé par un expert sur les activités d'un groupe de travail relevant de l'Organe permanent à propos des limites climatiques susceptibles

d'être proposées pour le travail dans les chantiers chauds des charbonnages. Le groupe d'experts de la Haute Autorité n'a pas exprimé d'avis unanime, estimant qu'il convenait de poursuivre les recherches notamment sur les réactions individuelles de tolérance et d'acclimatation des travailleurs.

Dans le cadre des activités des membres du groupe "information pratique des médecins d'entreprises" dont il a été fait mention plus haut (visite des réalisations en vue de la prévention des risques professionnels dans les entreprises), la participation d'une délégation de l'Organe permanent a été assurée.

Coopération avec les unités spécialisées des pays tiers

Sans évoquer dans le détail les contacts individuels qui ont été pris par les chercheurs des pays européens et des autres continents, il convient de signaler les rapports officiels qui se sont instaurés entre le Department of Health, Education au Welfare (Public Health Service) à Washington et les services de la Haute Autorité. Des prises de contacts personnels ont eu lieu à Luxembourg et ont donné lieu à des échanges importants d'informations.

D'autre part, le Pneumoconioses research unit du South African Council for scientific and industrial research est également entré en relation avec la Haute Autorité en vue d'une information réciproque dans le domaine des pneumoconioses.

LISTE DES RECHERCHES

encouragées

dans le cadre des nouveaux

programmes

Programme

Physiopathologie et Clinique

A. Recherches fondamentales
sur les pneumoconioses.

21	Silikose Forschungsinstitut der Bergbauberufsgenossenschaft, BOCHUM Pr ULMER	Substances susceptibles d'inhiber l'action toxique des poussières.
23	d°	Epuration et rétention des poussières dans les poumons avec étude spéciale des macrophages alvéolaires en fonction d'aérasols protecteurs.
24	Medizinisches Institut für Lufthygiene und Silikoseforschung an der Medizinische Akademie, DUSSELDORF Pr SCHLIPKÖTER	Substances susceptibles d'inhiber l'action toxique des poussières.
25	Pr SCHLIPKÖTER - Dr BROCKHAUS	Epuration des poumons et rétention des poussières dans le poumon.
63	Staatsinstitut für Staublungenforschung beim Hygiene-Institut, Universität MUNSTER/Westfalen Pr REPLOH - Pr KLOSTERKÖTTER	Influence nocive des poussières de silice et des poussières mixtes sur les cellules et les tissus.
65	d°	Substances capables d'inhiber l'action toxique des poussières.
66	Medizinische Forschungsanstalt der Max Plank Gesellschaft, Göttingen Pr THOMAS	Epuration pulmonaire et rétention des poussières dans le poumon.
67	d°	Influence nocive des poussières siliceuses et des poussières mixtes dans les cellules et les tissus.
72	Medizinische Klinik und Poliklinik der Bergbauberufsgenossenschaftlichen Krankenhaushalten Bergmannsheil BOCHUM Pr FRITZE	1) Sur la pyrogénicité du quartz dans l'expérimentation animale et sur le rôle du S.R.E. ainsi que des substances bactériennes déposées à ce niveau dans les propriétés pyrogènes du quartz. 2) Sur les substances qui inhibent le pouvoir pyrogène du quartz.

73	Medizinische Klinik und Poliklinik der Bergbauberufsgenossenschaftlichen Krankenhaushalten Bergmannsheil BOCHUM Pr FRITZE	Le tableau des albumines sériques dans les analyses quantitatives immunologiques et le titre du complément du sérum chez les mineurs exposés aux poussières et chez les silicotiques.
75	d°	Analyse immuno-électrophorétique des masses pseudotumorales de la silicose humaine par comparaison avec le poumon normal.

35	Institut d'Hygiène des Mines, HASSELT Pr LAVENNE	Silicose expérimentale du chien. Etude de la composition protéique du sérum et du nodule silicotique. Etude des modifications vasculaires pulmonaires

33	Institut Charles Nicolle Centre d'immuno-pathologie Hôpital Saint-Antoine Paris 12e Dr VOISIN Guy André	~~Immuno-pathologie de la silicose.~~
49	Institut Pasteur Lille Dr GERNEZ-RIEUX Pr VOISIN	Action des poussières de silice et des poussières mixtes sur les macrophages alvéolaires (in vitro et in vivo). Etude des facteurs susceptibles de modifier le comportement cellulaire.
53	C.E.R.C.H.A.R. Laboratoire à Verneuil-en-Halatte	Rôle des infections dans le développement des pneumoconioses.

3	Istituto di Anatomia e Istologia Patologica dell'Università di Torino TORINO Pr Giacomo MOTTURA	Etude du développement de la silicose expérimentale consécutivement à l'action de minimes quantités de silice.
12	Clinica del Lavoro "Luigi Devoto" dell'Università di Milano Pr E. VIGLIANI	Prévention de la silicose à l'aide des polymères de synthèse.
39	Clinica del Lavoro "Luigi Devoto" dell'Università di Milano Pr B. PERNIS	Etude de la pathogénie de la fibrose massive progressive par poussières mixtes.

7	Laboratoires d'Etat de Luxembourg Dr MOLITOR/Pr MOSINGER LUXEMBOURG/**MARSEILLE**	Recherches sur les substances capables d'inhiber l'action toxique des poussières et d'influencer l'épuration pulmonaire et le mécanisme d'action des poussières.

B . Recherches cliniques

1. Etudes physiopathologiques, cliniques et thérapeutiques des affections respiratoires des travailleurs de la C.E.C.A. (notamment pneumoconioses)

14	Krankenhaus Bethanien für die Grafschaft Moers MOERS/Niederheim Pr WORTH	Etudes communautaires (épidémiologique, clinique, radiologique et fonctionnelle). Etude sur la normalisation des épreuves fonctionnelles cardio-respiratoires (volume résiduel, fonction cardio-respiratoire).
15	d°	Etude communautaire sur les divers procédés thérapeutiques des pneumoconioses. Etude sur l'étio-pathogénie. Etude communautaire sur l'épidémiologie.
16	Silikose-Forschungsinstitut der Bergbauberufsgenossenschaft. Medizinische Abteilung Pr ULMER	Etude communautaire (épidémiologique, clinique, radiologique et fonctionnelle) sur des échantillons de collectivités choisis selon des critères précisés en commun en vue de préciser le degré de capacité respiratoire et l'évolution de cette capacité chez les travailleurs de la C.E.C.A.
17	d°	Etudes sur la normalisation des épreuves fonctionnelles cardio-respiratoires (volume résiduel, fonction cardio-respiratoire).
30	Seminar für Silikose-Begutachtung , BOCHUM Dr ZORN	Poursuite de l'étude des coupes de Gough dans les cas de silicose et de tuberculose, en essayant de déterminer les diverses possibilités de résolution par clichés spectraux et par un compensographe.
76	Medizinische Klinik und Poliklinik der Berufsgenossenschaftlichen Krankenanstalten Bergmannsheil, BOCHUM Pr FRITZE	Sur la fréquence et le rôle de l'infection tuberculeuleuse d'une part et de la présence de facteurs rhumatoïdes d'autre part avant l'activité professionnelle de mineur et après des durées variables de cette activité.
79	d°	Sur la normalisation des épreuves fonctionnelles cardiaques et leur valeur de prédiction chez des sujets sains, des entraînés, ainsi que chez des silicotiques, bronchitiques et emphysémateux

34	Institut d'Hygiène des Mines HASSELT Pr LAVENNE	Comparaison entre les gradients alvéolo-artériels d'oxygène et d'anhydride carbonique et la capacité de diffusion pour le CO (D_{CO}) dans la pneumoconiose des houilleurs - application de la D_{CO} à la détermination de l'invalidité.
36	"	Normalisation de l'hémodynamique pulmonaire - Etude de l'influence de la pneumoconiose sur la circulation pulmonaire et application à l'invalidité.
71	Institut médical Sainte-Barbe LANAKEN Dr MINETTE	Résultats des thérapeutiques antituberculeuses dans la prévention de la pneumoconiose confluente progressive.
80	Centre Médico-technique Bierset-Awans Dr TOUSSAINT	Etude systématique des méthodes objectives de diagnostic et de traitement de la pneumoconiose des houilleurs, en particulier de ses répercussions circulatoires.

55	CERCHAR - Centre d'études et de recherches des charbonnages de France CREHANGE (Moselle) Dr DECHOUX	Evaluation des troubles respiratoires des mineurs de charbon par les méthodes étudiant la diffusion alvéolo-capillaire du CO en régime stable et en apnée inspiratoire.
85	Laboratoire d'hygiène de l'Assistance publique PARIS Pr CARA	Normalisation des épreuves respiratoires, exploitation des résultats et normalisation des techniques (volume résiduel, épreuve d'effort).
90	Institut de physiopathologie respiratoire de la Faculté de médecine NANCY Pr SADOUL	Epidémiologie et évolution de la pneumoconiose et des affections bronchopulmonaires des mineurs de fer.
91	Laboratoire de physiopathologie respiratoire Hôpital Ed. Herriot LYON Pr GALY	Etude communautaire (épidémiologique, clinique, radiologique et fonctionnelle) sur des échantillons de collectivités choisis selon des critères précisés en commun en vue de préciser le degré de capacité respiratoire et l'évolution de cette capacité chez les travailleurs de la C.E.C.A. (y compris les pneumoconioses observées dans l'industrie sidérurgique).

102	Istituto di Medicina del Lavoro dell'Università di PAVIA Pr S. MAUGERI	Etude des troubles fonctionnels en rapport avec la distribution et la diffusion chez les travailleurs des industries sidérurgiques de la C.E.C.A.

42	Afdeling Longziekten Academisch Ziekenhuis UTRECHT Pr DEENSTRA	Différenciation entre causes cardiovasculaires et respiratoires de la capacité professionnelle amoindrie / troubles de diffusion.

2. Etudes épidémiologiques, cliniques et thérapeutiques concernant spécialement la bronchite et l'emphysème

5	Pathologisches Institut der Universität Münster Pr Giese	Etude épidémiologique sur l'emphysème, la bronchite et le dépôt de poussière dans le poumon, dans la population générale et chez les mineurs; le rôle de la bronchite et de la poussière dans la pathogénie de l'emphysème focal; formes asymétriques et infectieuses de la pneumoconiose.
9	Institut für Arbeitsmedizin der Universität des Saarlandes Saarbrücken Pr Symanski	Etude communautaire (épidémiologique, clinique, radiologique et fonctionnelle) de l'emphysème.
32	Knappschaftskrankenhaus Recklinghausen Dr Carstens	De la recherche, extraite "Y a-t-il, à côté des réactions pulmonaires spécifiques à l'égard de la poussière, des pneumopathies généralisées obstructives provoquées par des facteurs externes ?"
61	Institut für Arbeits-und Sozialmedizin für Berufskrankheiten der Universität Erlangen-Nürnberg Pr Valentin	Etude communautaire sur l'épidémiologie et la prophylaxie de la bronchite et de l'emphysème chez les travailleurs de la C.E.C.A.

77	Medizinische Klinik und Poliklinik der Bergbauberufsgenossenschaftlichen Krankenanstalten Bergmannsheil Bochum Pr Fritze	Le rôle de réactions allergiques dans l'étio-pathogénie et l'épidémiologie de la bronchite chronique et de l'emphysème.
82	Institut médical Ste Barbe Lanaken Dr Minette	Intérêt de la vaccination antigrippale au cours de la bronchite des houilleurs.
83	id.	Problèmes relatifs aux bronchodilatateurs et à leurs modes d'administration au cours de la bronchite des houilleurs.

37	Centre de physio-pathologie respiratoire Hôpital St. Antoine Paris XIIe Dr Brille	Etio-pathogénie et thérapeutique physique de la bronchite chronique et de l'emphysème pulmonaire.
50	Institut Pasteur de Lille Pr Gernez-Rieux Pr Voisin	Etude biochimique des sécrétions bronchiques des mineurs de charbon. Influence de leur structure macro-moléculaire sur le développement des infections microbiennes et virales. Application à l'étio-pathogénie, au traitement et à la prophylaxie de la bronchite des mineurs de charbon.
86	Institut de physiopathologie respiratoire Fac. de médecine de Nancy Pr Sadoul - Dr Pham	Epidémiologie de la bronchite chronique chez les ouvriers de la sidérurgie lorraine et recherches sur les facteurs étiologiques en vue d'une prophylaxie.
87	id. Pr Sadoul	Thérapeutique de l'insuffisance respiratoire des bronchiteux chroniques.

40	Clinica del lavoro "Luigi Devoto" Università di Milano Pr Vigliani	Etude clinique et pathologique de la bronchite chronique et de l'emphysème pulmonaire chez les ouvriers des industries minières.
45	Istituto di Medicina del lavoro, Università di Padova Padova Pr Crepet	Recherche sur le rôle de la constitution dans la bronchite chronique et sur l'effet de médicaments mucolytiques sur la bronchite et l'emphysème
103	Istituto di Medicina del Lavoro dell'Università di Cagliari, Cagliari Pr Casula	Etude communautaire sur l'étiopathogénèse, l'épidémiologie, la prophylaxie et la thérapeutique de la bronchite et de l'emphysème - étude des fonctions respiratoires et l'évolution de ces fonctions chez les travailleurs de la C.E.C.A.

81	Afdeling Longziekten, Academisch Ziekenhuis, Groningen Pr Orie	Etudes sur l'étiopathogénie, y compris la constitution, et sur les différentes formes de la thérapeutique de la bronchite et de l'emphysème chez les travailleurs de la C.E.C.A.
96	Geneeskundig Centrum voor de Steenkolenmijnindustrie Treebeek - Heerlen Dr Mey - Dr Kutgers	Recherche sur les résultats de l'orientation du travail des bronchitiques, emphysémateux et des personnes prédisposées en tenant compte spécialement des fonctions cardiopulmonaires et de l'absentéisme.

3. Etudes sur les affections respiratoires dues à l'utilisation des briques réfractaires

10	Istituto di Medicina del Lavoro dell'Università di Genova - Ospedale San Martino, Genova Dr Zannini	Etude des affections respiratoires provoquées par l'emploi de briques réfractaires dans les hauts fourneaux et dans les aciéries.

4. Etudes sur les affections respiratoires dues aux agglomérés

11	Istituto di Medicina del Lavoro dell'Università di Genova Ospedale San Martino - Genova Dr Zannini	Etudes des affections respiratoires provoquées par les agglomérés dans les installations d'agglomération et aux hauts fourneaux.

Liste des recherches

concernant le programme

"TRAUMATOLOGIE ET READAPTATION"

Cette liste ne peut être incluse dans la présente brochure, car elle n'est pas encore définitivement arrêtée.

Elle sera diffusée dans un document à établir ultérieurement.

Liste des recherches concernant les
nouveaux programmes
"FACTEURS HUMAINS-SECURITE"
et
"ERGONOMIE"

La publication de ces programmes a eu lieu au journal officiel le 7-4-1965; les listes des recherches de ces programmes ne sont donc pas encore connues. Elles seront publiées ultérieurement.

Programme

Lutte technique contre les poussières dans les mines.

DEUXIEME PROGRAMME DE RECHERCHES

"LUTTE TECHNIQUE CONTRE LES POUSSIERES DANS LES MINES"

ENUMERATION DES RECHERCHES (*)

Désignation des instituts de recherche demandeurs (bénéficiaires de l'aide financière)	Objet des recherches
Steinkohlenbergbauverein, Essen	Lutte contre les poussières lors du foudroyage par la mise au point d'un dispositif de pulvérisation pour tailles équipées de soutènement marchant.
d°	Recherches sur les différents facteurs qui provoquent le soulèvement de poussières lors du tir des mines. Mise au point de nouveaux procédés destinés à réduire l'émission des poussières et à les précipiter.
d°	Comportement de la poussière dans l'air de ventilation Recherches sur : a) la répartition de la poussière dans l'air de ventilation; b) la sédimentation de la poussière; c) l'influence du débit, de la vitesse, de la turbulence et du sens de l'aérage sur la concentration de la poussière; d) le comportement de la poussière dans un courant d'air turbulent (étude théorique et expérimentale)

(*) 1ère tranche

Désignation des instituts de recherche demandeurs (bénéficiaires de l'aide financière)	Objet des recherches
Steinkohlenbergbauverein, Essen	Perfectionnement et essai de nouveaux procédés de dépoussiérage par aspiration et précipitation a) aux machines d'abattage et aux machines de creusement de galeries; b) dans les opérations du remblayage; c) aux points de déversement mobiles ou fixes; d) lors des tirs; e) dans les galeries poussées en ferme par rapport à des tailles à fort empoussiérage.
d°	Perfectionnement et mise au point d'appareils de mesure pour fines poussières destinés à des mesures couvrant une longue période et faisant appel à la séparation fractionnée des poussières.
d°	Recherches sur les rapports existant entre les quantités et les compositions minéralogiques des poussières en suspension qui pénètrent dans les poumons et la nature et la structure du matériau dont elles sont originaires ainsi que leur mode de fractionnement.

Désignation des instituts de recherche demandeurs (bénéficiaires de l'aide financière)	Objet des recherches
Steinkohlenbergbauverein, Essen	Infusion d'eau en veine, en particulier dans des tailles fortement mécanisées et à grande vitesse d'avancement, en considérant particulièrement l'infusion profonde ou la téléinfusion, de même que la mise au point des appareils, flexibles à hautes pressions et armatures nécessaires à ces usages.
d°	Lutte contre les poussières relative aux machines d'abattage et de chargement.
d°	Tir sous eau.
d°	Principes physiques et mise au point d'appareils destinés à la détermination des concentrations et à l'analyse granulométrique des poussières de mines.
d°	Mise au point d'appareils mesureurs de poussières enregistreurs. - pour transmission des valeurs mesurées vers un poste central de contrôle; - pour indication à distance du rejet en poussières après une installation de dépoussiérage.

Désignation des instituts de recherche demandeurs (bénéficiaires de l'aide financière)	Objet des recherches
Steinkohlenbergbauverein, Essen	Mise au point de l'appareil préleveur filtrant pour fines poussières B.A.T.I. en tant qu'appareil préleveur d'échantillons travaillant sans source d'énergie étrangère.
d°	Recherches sur les propriétés physiques des charbons et des roches ainsi que sur le comportement de leurs poussières.
d°	Recherches sur la détermination spectroscopique des constituants anorganiques des poussières de mines et des poussières qui pénètrent dans les poumons.
d°	Mise au point d'un procédé d'analyse quantitative de routine à l'aide des rayons X, pour la détermination des minéraux présents dans les poussières des mines de charbon.
d°	Recherches sur les relations entre les pneumoconioses et les empoussiérages.
d°	Recherches sur l'influence qu'exercent l'activité, les conditions géologiques et d'occupation sur le développement des pneumoconioses.

Désignation des instituts de recherche demandeurs (bénéficiaires de l'aide financière)	Objet des recherches
Steinkohlenbergbauverein, Essen	Recherches particulières dans certains chantiers de mines, qui indiquent des anomalies quant à la fréquence et à la gravité des pneumoconioses.
Istituto di Arte Mineraria del Politecnico di Torino	Lutte technique contre les poussières pendant le remblayage pneumatique.
Musée d'Histoire Naturelle, Luxembourg	Mesure des poussières dans les mines de fer et détermination de leurs caractéristiques.
Clinica del Lavoro, Milano	Emploi de produits tensioactifs pour réduction des empoussiérages.
d°	Recherche sur le pouvoir séparateur des microscopes utilisés pour le comptage des particules de poussières.
d°	Recherches sur la ventilation du front de creusement.
d°	Etude comparative des empoussiérages produits par les perforatrices.

Désignation des instituts de recherche demandeurs (bénéficiaires de l'aide financière)	Objet des recherches
Institut National de l'Industrie Charbonnière (INICHAR), Liège	Mise au point d'un dispositif adéquat de lutte contre les poussières à une machine de creusement et de chargement mécaniques pour tailles à grand avancement.
Faculté Polytechnique de Mons	La protection des épontes des couches de houille contre les effets de l'injection d'eau en veine.
Institut d'Hygiène des Mines, Hasselt	Enquête sur les conditions d'empoussièrage pendant le foudroyage.
d°	Mesures comparatives des empoussiérages produits dans les travaux souterrains. Comparaison des "critères d'appréciation" de la nocivité des empoussiérages adoptés dans différents pays de la Communauté.
d°	Etude des empoussiérages en relation avec l'activité professionnelle et l'anamnèse médicale d'ouvriers mineurs.
d°	Infusion d'eau en veine au-delà de la zone de macrofissurations - par trous perpendiculaires au front de taille dans les chantiers mécanisés - par trous parallèles au front dans les couches de composition irrégulière, à épontes friables.

Désignation des instituts de recherche demandeurs (bénéficiaires de l'aide financière)	Objet des recherches
Institut d'Hygiène des Mines, Hasselt	Injection d'eau combinée au tir dans les couches à dégagements instantanés de grisou.
d°	Injection d'eau dans un panneau avant sa mise en exploitation, en opérant à distance à partir de galeries existantes ou éventuellement creusées à cette fin (prétéléinjection).
d°	Contribution à l'étude des empoussiérages produits par les opérations de remblayage mécanique en taille. Remblayage par scrapers. Moyens de prévention.
d°	Etude de la pulvérisation d'eau sous carters, additionnée de produits retardateurs d'évaporation. Répercussions sur le nettoyage de l'infrastructure des convoyeurs.
d°	Influence du transport des produits et du sens de l'aérage sur la production de poussières en taille et dans les voies d'accès au gisement.
Institut National des Mines, Pâturages	Réduction des vapeurs nitreuses dans les fumées de tir.

Désignation des instituts de recherche demandeurs (bénéficiaires de l'aide financière)	Objet des recherches
Institut National des Mines, Pâturages	Nettoyage de l'infrastructure des convoyeurs et élimination des poussières sédimentées dans les galeries de chantier.
Silikose-Forschungsinstitut der Bergbau-Berufsgenossenschaft, Bochum	Addition au matériau du remblayage pneumatique de produits réduisant le dégagement de poussières.
d°	Lutte contre les poussières lors de l'abattage et du transport dans les couches puissantes de minerais de fer.
d°	Recherche de moyens de bourrages nouveaux pour le tir des mines.
d°	Dépoussiérage de stations de chargement.
d°	Mise au point d'un procédé destiné à séparer les granulométries des poussières respirables par la sédimentation. Comparaison du diamètre projeté au microscope et du diamètre de Stokes.
d°	Mise au point d'une pulvérisation automatique pour la précipitation des poussières provoquées par le déhouillement au rabot.

Désignation des instituts de recherche demandeurs (bénéficiaires de l'aide financière)	Objet des recherches
Silikose-Forschungsinstitut der Bergbau-Berufsgenossenschaft, Bochum.	Lutte contre les poussières produites par les haveuses.
d°	Mise au point de l'infusion d'eau pratiquée dans des forages de grande longueur.
d°	Emploi de produits retardateurs d'évaporation dans le cas de conditions climatiques défavorables.
d°	Recherches sur les compositions minéralogiques des poussières "respirables" avant et après leur inhalation, en vue de déterminer leur action pathogène sur les pneumoconioses. Recherches sur la possibilité d'une séparation sélective des poussières dans les filtres et dans les voies aériennes.
d°	Elimination de la poussière sédimentée par des dispositifs d'aspiration de poussières de charbon.
d°	Relations entre la lumière diffusée et les grandeurs indiquées par le tyndalloscope pour les surfaces des poussières. Comparaison des indications du tyndalloscope - compte tenu des grandeurs indiquées pour les surfaces des poussières - et des indications d'autres appareils de mesures.

Désignation des instituts de recherche demandeurs (bénéficiaires de l'aide financière)	Objet des recherches
De Gezamenlijke Steenkolenmijnen in Limburg	Etablissement de comparaisons entre différents prodédés de mesures des poussières en vue de la détermination de seuils d'empoussiérage.
d°	Lutte contre les poussières dans les tailles mécanisées, lors de l'opération du foudroyage.
d°	Comparaison des critères d'appréciation des empoussiérages, à l'aide de mesures effectuées dans les travaux souterrains des mines.
d°	Mise au point d'un mesureur de poussières enregistreur.
d°	Recherches sur les gaz émis en même temps que les poussières à l'occasion du tir des mines, en particulier l'oxyde de carbone et les vapeurs nitreuses.
d°	Etude de l'influence de l'intensité et du sens de la ventilation sur le degré de soulèvement de poussières par le courant d'air aux sources de poussières.

Désignation des instituts de recherche demandeurs (bénéficiaires de l'aide financière)	Objet des recherches
De Gezamenlijke Steenkolenmijnen in Limburg	Influence de pulvérisateurs installés sur la colonne de remblayage. Influence de l'humidité des roches de remblayage sur la quantité de poussières produites lors du remblayage pneumatique.
d°	Infusion d'eau dans un panneau non encore exploité.
d°	Etude de l'infusion d'eau lors de l'apparition de très hautes contrepressions.
d°	Etude de l'écoulement de liquides dans le charbon.
CERCHAR, Paris	Lutte contre les poussières dans les transports verticaux.
d°	Recherche relative à la mise au point d'un appareil de contrôle d'empoussiérage à lecture immédiate donnant des résultats valables en atmosphère humide et permettant une utilisation au chantier.
d°	Etudes pratiques sur l'infusion d'eau.

Désignation des instituts de recherche demandeurs (bénéficiaires de l'aide financière)	Objet des recherches
CERCHAR, Paris	Etude sur la pulvérisation d'eau dans l'abattage au marteau-piqueur.
d°	Etude de l'abattage et de la captation des poussières en taille.
d°	Assainissement des fumées de tir en taille et lors du creusement des galeries à avancement rapide.
d°	Etude des meilleures conditions d'infusion d'eau dans les massifs de charbon.
d°	Mise au point d'un appareil de prélèvement continu de poussières, simple, portatif et autonome.

Liste des recherches concernant le
nouveau programme

"LUTTE TECHNIQUE CONTRE LES POUSSIERES ET
GAZ DANS LA SIDERURGIE"

Ce programme est actuellement en préparation, il n'est donc pas possible de présenter une liste des recherches.

H.

LISTE DES COMMISSIONS CONSULTATIVES.

COMMISSION DES PRODUCTEURS ET DES TRAVAILLEURS POUR LA SECURITE ET LA MEDECINE DU TRAVAIL.

REPRESENTANTS DES ORGANISATIONS DES PRODUCTEURS

Pays et Nom	Adresse	Organisation patronale
ALLEMAGNE.		
Charbon.		
Bergassessor a.D. Rolf HARTMANN	Unternehmensverband Ruhrbergbau 2, rue du Fort Elisabeth, LUXEMBOURG Tél.: 28828	Unternehmensverband Ruhrbergbau Glückaufhaus ESSEN Postschliessfach 806 (Tél. 20711)
Bergassessor Karl NOTTHOFF		Unternehmensverband Ruhrbergbau Glückaufhaus ESSEN Postschliessfach 806 (Tél. 20711)
Bergwerksdirektor Bergassessor a.D. Albert VAHLE	Gewerkschaft Carl-Alexander BAESWEILER - Kreis Aachen Tél. Aachen 379.37	Unternehmensverband des Aachener Steinkohlenbergbaus e.V. Goethestrasse 5, AACHEN
Mines de Fer.		
Dipl.-Ing. Jochen DIETRICH	Geschäftsführer des Unternehmensverbandes Eisenerzbergbau Breite Str. 69/P[illegible] DUESSELDORF Tél. 6291/1	Unternehmensverband Eisenerzbergbau e.V. Breite Str. 69/P[illegible] DUESSELDORF Tél. 6291/1
Sidérurgie.		
Direktor Bernhard KRAPFL	Vorstandsmitglied der Gusstahlwerke Witten AG, Auestrasse 4 5810 WITTEN/Ruhr	Wirtschaftsvereinigung Eisen- und Stahlindustrie Breite Strasse 69 (Stahlhochhaus) DUESSELDORF
Heinz-Siegfried HEIDBERG	Geschäftsführer der Abt. Sozialwirtschaft der Wirtschaftsvereinigung Eisen- und Stahlindustrie Breite Strasse 69 (Stahlhochhaus) DUESSELDORF (Tél. 204.31)	Wirtschaftsvereinigung Eisen- und Stahlindustrie Breite Strasse 69 (Stahlhochhaus) DUESSELDORF

Direktor Wilhelm ZIMBEHL	Vorstandsmitglied der Hütten- und Bergwerke Rheinhausen AG. Hüttenwerk Rheinhausen RHEINHAUSEN	Wirtschaftsvereinigung Eisen- und Stahlindustrie Breite Strasse 69 (Stahlhochhaus) DUESSELDORF
Dipl.-Ing. Kurt WUHRMANN	in Fa. Röchlingsche Eisen- und Stahlwerke VOELKLINGEN/Saar Tél. 35	Wirtschaftsvereinigung Eisen- und Stahlindustrie Bahnhofstrasse SAARBRUECKEN

BELGIQUE:

Charbon.

Jean LIGNY	Directeur Gérant de la S.A. des Charbonnages de Monceau-Fontaine MONCEAU-SUR-SAMBRE (Hainaut) Tél. Charleroi 320197	FEDECHAR 31, avenue des Arts BRUXELLES Tél. 132910
Ir. G. DEGUELDRE	Institut d'Hygiène des Mines 22, Havermarkt HASSELT	FEDECHAR 31, avenue des Arts BRUXELLES

Sidérurgie.

G. BAUDELET	Délégué général aux Affaires Sociales de la S.A. des Forges de la Providence, MARCHIENNE-AU-PONT Tél. Charleroi 314.477	Groupement des Hauts Fourneaux 47, rue Montoyer BRUXELLES
E. JACQUEMART	Chef du Département Social, Comité de la Sidérurgie Belge, 47, rue Montoyer BRUXELLES Tél. 133.820	Groupement des Hauts Fourneaux 47, rue Montoyer BRUXELLES

FRANCE:

Charbon.

Dr. Jean-Jacques JARRY	Médecin-Chef des Charbonnages de France 9, Avenue Percier, PARIS VIIIe Tél. Balzac 95.00	Charbonnages de France, 9, Avenue Percier, PARIS VIIIe
N. BERNARD	Directeur Général, Service Technique,	Charbonnages de France, 9, Avenue Percier, PARIS VIIIe
Mines de Fer. R. RICHARD	Président, Directeur Général de la Société des Mines de Fer de Bazailles, BAZAILLES	Chambre Syndicale des Mines de Fer, 15 bis, rue de Marignan, PARIS VIIIe

Sidérurgie.

E. LEPOYVRE	Secrétaire de l'Association des Producteurs des Industries Sidérurgiques Françaises, 56, avenue de Wagram, PARIS XVIIe Tél. Wagram 89.00	Union des Industries Métallurgiques et Minières de la Construction Electrique et Métallique, 56, avenue de Wagram, PARIS XVIIe
G. PASSE	Chef de Division à la Chambre Syndicale de la Sidérurgie Française, 5 bis, rue de Madrid, PARIS VIIIe Tél. EUR. 53.59 LAB. 83.00	Chambre Syndicale de la Sidérurgie Française, 5 bis, rue de Madrid, PARIS VIIIe
Jean-Marie CAVE		Union des Industries Métallurgiques et Minières de la Construction Electrique et Métallique, 56, avenue de Wagram, PARIS XVIIe

ITALIE:

Charbon.

Ing. Dott. Giorgio CARTA	Direttore Generale della Società Mineraria Carbonifera Sarda CARBONIA (Sardegna)	Società Mineraria Carbonifera Sarda, Via Leonida Bissolati ROMA

Mines de Fer.

Prof. Dott. Virgilio D'ONOFRIO	Via Pisa 23, GENOVA Tél. 59.99	FERROMIN Via Castro Pretorio, 22 ROMA

Sidérurgie.

Ing. Paolo BOLLINI	Corso Mortara 7, TORINO	ASSIDER Piazza Velasca 8, MILANO
Prof. Fortunato CRICENTI	Via Vipacco, 6 MILANO	ASSIDER Piazza Velasca, 8 MILANO

LUXEMBOURG:

Sidérurgie.

Ing. E. SCHMIT	Administration Centrale de l'ARBED, Avenue de la Liberté, LUXEMBOURG Tél. 239.71 239.81	Groupement des Industries Sidérurgiques Luxembourgeoises, 31, Boulevard Joseph II, LUXEMBOURG Tél. 239.37 220.41

PAYS-BAS:

Charbon.

Ir. A. PAULEN	Hoofdbedrijfsingenieur bij de Gezamenlijke Steenkolenmijnen in Limburg, Dr. Poelstraat,16 HEERLEN	Gezamenlijke Steenkolenmijnen in Limburg, Dr. Poelstraat, 16 HEERLEN
Ir. A.M. DECKERS	Directeur, N.V. Oranje-Nassau-Mijnen, Klosterweg 1 HEERLEN Tél. 5030	Gezamenlijke Steenkolenmijnen in Limburg, Dr. Poelstraat, 16 HEERLEN

Sidérurgie.

Prof. Dr. Jan de GROOT	Hoofd Bedrijfsgeneeskundige Dienst, Koninklijke Nederlandse Hoogovens en Staalfabrieken N.V. IJMUIDEN Tél. 6611	Nederlandse Vereniging der IJzer- en Staalindustrie, (N.IJ.S.I.) p.a. Hoogovens, IJMUIDEN

REPRESENTANTS DES ORGANISATIONS DES TRAVAILLEURS.

ALLEMAGNE:

Charbon.

Rudolf NICKELS	Alte Hattingerstrasse 19 463 BOCHUM Tél. Bochum 37141	I.G.-Bergbau und Energie Alte Hattingerstrasse 19 463 BOCHUM
Herbert BULLA	Alte Hattingerstrasse 19 463 BOCHUM Tél Bochum 37141	I.G.-Bergbau und Energie, Alte Hattingerstrasse 19 463 BOCHUM
Helmut SCHUESSLER	Deutscher Gewerkschaftsbund Stromstrasse 8 DUESSELDORF	Deutscher Gewerkschaftsbund, Stromstrasse 8 DUESSELDORF
Josef GANSTER		
Josef KESSLER	Alte Hattingerstrasse 19 I.G.-Bergbau 463 BOCHUM	

Mines de Fer.

F. POTT	I.G.-Bergbau und Energie, Alte Hattingerstrasse 19, 463 BOCHUM	I.G.-Bergbau und Energie Alte Hattingerstrasse 19 463 BOCHUM

Sidérurgie.

Wilhelm HENNE	Sachbearbeiter des Zweigbüros des Vorstandes der I.G.-Metall, Pionierstrasse 12 DUSSELDORF	I.G.-Metall Pionierstrasse 12 DUESSELDORF

Dr. GRUSS	Am Wittenstein 432 WELPER/Ruhr	I.G.-Metall Pionierstrasse 12 DUESSELDORF
Willy MICHELS	Vorstandsmitglied des Zweigbüros der I.G.-Metall, Pionierstrasse 12 DUESSELDORF	I.G.-Metall Pionierstrasse 12 DUESSELDORF
R. WEBER	Dillingerstrasse 36 DIEFFLEN (Saar)	I.G.-Metall Pionierstrasse 12 DUESSELDORF

BELGIQUE

Charbon.

Robert BALESSE	7, rue Désiré Rondeau CHATELINEAU	Centrale Syndicale des Travailleurs des Mines, 80, rue J. Stevens, BRUXELLES
Emile VANDENDRIESSCHE	Secrétaire Général de la Centrale des Francs-Mineurs, 5, rue de Trazegnies COURCELLES	Centrale des Francs-Mineurs de Belgique, 145, rue Belliard BRUXELLES

Sidérurgie.

M. GRANDJEAN		Centrale Chrétienne des Métallurgistes de Belgique, 17, rue Bara, BRUXELLES
R. VANDEPERRE	Sec. Gén. adjt. Centrale des Métallurgistes F.G.T.B., 17, rue Jacques Jordaens BRUXELLES	Centrale des Métallurgistes de Belgique, 17, rue Jacques Jordaens BRUXELLES

FRANCE:

Charbon

Louis CHAUVEAU	8, rue de Navarre, PARIS Ve	Fédération Française des Syndicats Chrétiens des Mineurs 26, rue de Monthoulon, PARIS IXe
Charles MOREL	Route de St. Genon la Justice Buzançais (Indre)	Fédération Nationale Force Ouvrière des Mineurs et Similaires 129, Av. de Choisy PARIS XIIIe Tél. JUSieu 10-98 ou 587 10-98

Mines de Fer.

A. STORHAYE	678, rue de l'Yzer MANCIEULLES (M. & M.)	Fédération Nationale Force Ouvrière des Mineurs et Similaires 129, Av. de Choisy PARIS XIII e

Sidérurgie.

Hubert AUBRION	8, Square Mon Logis JOEUF (Moselle)	Fédération de la Métallurgie CFTC 5, rue Meynan PARIS IXe
Jean SIMONNOT	MONTCOY-LE-CREUSOT (S. & L.)	Fédération de la Métallurgie CFTC 5, rue Meynan PARIS IXe
Mathias KROMPHOLTZ	Secrétaire adjoint de la Fédération confédérée Forces Ouvrières de la Métallurgie, 15, rue des Hinrondelles BASSE-YUTZ (Moselle)	Fédération Confédérée Force Ouvrière de la Métallurgie, 83, rue de la Victoire PARIS IXe

ITALIE:

Charbon.

Giorgio CRAVIOTTO	Segretario della Federestrattiva C.I.S.L. Via Po, 22 ROMA Tél. 86.90.15 86.50.12	Libera Federazione Italiana Via Po,22 ROMA

Mines de Fer.

Prof. Ferdinando ANTONIOTTI	Via Anneo Lucano, 51 ROMA	Unione Italiana Lavoratori Miniere e Cave, Via Sicilia 154 ROMA Tél. 461.974

Sidérurgie.

Piero CARNITI	Via Tadino 21, MILANO	Federazione Italiana Metalmeccanici, Via Pofilo Castaldi 24 MILANO
Dott. Vero VERZOLINI	Via Archimede 35 ROMA Tél. 80.00.92	UILM Via Piemonte 39 ROMA Tél. 48.13.47

LUXEMBOURG:

Mines de Fer.

René HARTMANN	Maison Syndicale, DUDELANGE Tél. 17.97	Fédération Nationale des Ouvriers du Luxembourg, 14, rue du Canal ESCH-SUR-ALZETTE
Pierre SCHOCKMEL	Secrétaire général de la Confédération Luxembourgeoise des Syndicats Chrétiens, 7, rue Bourbon, LUXEMBOURG	Confédération Luxembourgeoise des Syndicats Chrétiens, 7, rue Bourbon, LUXEMBOURG

PAYS-BAS:

Charbon.

Cornelis FEENSTRA	Protestants-Christelijke Mijnwerkers-Bond de Hesseleplein 26 HEERLEN Tél. 4412	Protestants-Christelijke Mijnwerkers-Bond, Burgemeester de Hesseleplein 26 HEERLEN
Johannes KRAMER	Voorzitter van de Algemene Ned. Bedrijfsbond in de Mijnindustrie Valkenburgerweg 18 HEERLEN Tél. 3319	Alg. Ned. Bedrijfsbond in de Mijnindustrie, Valkenburgerweg 18 HEERLEN
W. DIRX	Ned. Katholieke Mijnwerkersbond Schinkelstraat 13 HEERLEN	Nederlandse Katholieke Mijnwerkersbond, Schinkelstraat 13 HEERLEN

Sidérurgie.

H. PETERS	Voorzitter v.d. Christelijke Metaalbedrijfsbond, Nijenoord, 2 UTRECHT	Christelijke Metaalbedrijfsbond voor de Metaalnijverheid en Electrotechnische Industrie (M.M.B.) Nijenoord, UTRECHT Tél. 42255

Commission de recherches

"Physiopathologie et Clinique".

pour l'Allemagne:

- le Pr. E. FRITZE, médecin-chef de la Clinique Médicale du Krankenhaus "Bergmannsheil" de la Bergbau-Berufsgenossenschaft à BOCHUM Hunscheidtstr. 13

- le Pr. G. WORTH, médecin-chef du Bethanienkrankenhaus à MOERS/Niederrh.

pour la Belgique:

- le Pr. H. BASTENIER, Directeur des travaux du Laboratoire de Physiopathologie du Travail Université Libre de Bruxelles 115, Boulevard de Waterloo BRUXELLES

- le Pr. F. LAVENNE, Directeur des recherches à l'Institut d'Hygiène des Mines 22, Marché aux Avoines HASSELT

pour la France:

- le Pr. Ch. GERNEZ-RIEUX Directeur de l'Institut Pasteur 28, rue du docteur Roux PARIS XVe

- le Pr. P. SADOUL, [illegible] Chaire de Physiopathologie respiratoire de la Faculté de Médecine de Nancy 30, rue Lionnois NANCY (M.et Mos.)

pour l'Italie:

- le Pr. D. CASULA, Directeur de l'Institut de Médecine du Travail de l'Université de Cagliari via San Giorgio CAGLIARI /Sardegna

pour les Pays-Bas:

- le Pr. N.G.M. ORIE, Directeur de la Clinique Médicale Universitaire de Groningen Algemeen Provinciaal-, Stads- en Academisch Ziekenhuis Oostersingel 59 GRONINGEN

- le Pr. H. DEENSTRA, Professeur à la Clinique Médicale Universitaire Catharinesingel 101 UTRECHT

[illegible]

Commission de recherches
"TRAUMATOLOGIE et READAPTATION".

La composition de cette commission est sur le point d'être établie.

Elle sera donnée dans un document à diffuser ultérieurement.

Commission de recherches
"FACTEURS HUMAINS-SECURITE"
(2e programme)

La composition de cette nouvelle commission n'est pas encore définitivement arrêtée. Elle sera portée à la connaissance des milieux intéressés dans une documentation séparée.

Commission de recherches "Ergonomie"

Forschungsausschuss "Ergonomie"

(1964)

Experts scientifiques
Wissenschaftliche Sachverständige

Nom et prénom Name und Vorname	Adresse professionnelle Dienstanschrift
1	2
Belgique	
Pr BRISON, Léon	Professeur à la Faculté polytechnique de Mons, Administrateur du Centre de formation post-universitaire pour ingénieurs de charbonnages M O N S
Dr MIGNOLET, F.	Chef du service médical à la S.A. métallurgique d'Espérance-Longdoz L I E G E
Deutschland	
Pr MULLER, E.A.	Max-Planck Institut für Arbeitsphysiologie 201, Rheinlanddamm 46 D O R T M U N D
Pr SCHMIDTKE, H.	Institut für Arbeitspsychologie und Arbeitspädagogik der Technischen Hochschule, Arcisstrasse, 21 8 M U N C H E N 2
Dr Ing. STEFFENHAGEN, Alfred	Bergassessor a.D. Geschäftsführer der Versuchsgrubengesellschaft mbH Tremoniastrasse, 13 46 D O R T M U N D

1	2
France	
M. LEPLAT, J	Centre d'études et de recherches psychotechniques (C.E.R.P.) 13, rue Paul Chautard P A R I S (15e)
Ing. TISSERAND, André	Chef des services hygiène et sécurité de la société USINOR Services centraux BP 177 V A L E N C I E N N E S (Nord)
Dr WISNER, Alain	Centre national de la recherche scientifique Laboratoire de physiologie du travail 41, rue Gay-Lussac P A R I S (5e)
Italie	
Pr MAUGERI, Salvatore	Direttore dell'Istituto Medicina del Lavoro Università degli Studi di Pavia Via S. Bozio, 24 P A V I A
Dr Ing. MERCADANTE, B.	Vice Direttore Centrale ITALSIDER Via Corsica, 4 G E N O V A
Nederland	
Dr KALSBEEK J	Coronel Laboratorium voor Arbeidshygiëne Binnengasthuis T.N.O. A M S T E R D A M

COMMISSION DE RECHERCHES LUTTE TECHNIQUE
CONTRE LES POUSSIERES - MINES

FORSCHUNGSAUSSCHUSS TECHNISCHE STAUBBEKAEMPFUNG BERGBAU

ALLEMAGNE - DEUTSCHLAND

Charbon - Kohle

Herrn Dr. Ing. J. REUSCH
Hütten- und Bergwerke Rheinhausen A.G.
Bergbau
Zeche Hannover
463 BOCHUM-HORDEL - Hannoverstr. 29

Herrn Bergassessor a.D. K. SCHULTE
Steinkohlenbergbauverein
Hauptstelle für Staub- und Silikosebekämpfung
(43) E S S E N - K R A Y
Frillendorferstr. 351

Herrn Fritz POTT
Industriegewerkschaft Bergbau und Energie
(463) B O C H U M
Alte Hattingerst. 19

Mines de Fer - Eisenerzbergbau

Herrn Dr. Ing. Martin LANDWEHR
Technischer Leiter des Silikose-Forschungsinstituts
der Bergbau-Berufsgenossenschaft
(463) B O C H U M
Hunscheidtstr. 12 Tél. 37 5 21

BELGIQUE - BELGIEN

Charbon - Kohle

Monsieur Robert DELTENRE
Administrateur-Directeur
Gérant de la S.A. des Charbonnages de Houthalen
H O U T H A L E N

Monsieur C. REMANS
Chef du Service de la Sécurité à la
S.A. des Charbonnages André Dumont
Waterbleek 38 b
WATERSCHEI / Genck

FRANCE - FRANKREICH

Charbon - Kohle

CUCHET Paul
Directeur Adjoint
Houillères du Bassin de la Loire
2, Place Jean Jaurés
ST. ETIENNE (Loire)

Monsieur Eugène QUINOT
Centre d'Etudes Médicales Minières
20, rue des Minimes
D O U A I (Nord)

Mines de fer - Eisenerzbergbau

Monsieur J. CHARBONNIER
Chef du groupe de Recherches
sur la Silicose au CERCHAR
VERNEUIL-EN-HALATTE/Oise (par CREIL) Tél.CREIL 85

Monsieur Léon TERRIER
Directeur des Mines de Valleroy
V A L L E R O Y (Meurthe & Moselle)

ITALIE - ITALIEN

Charbon - Kohle

Egr. Prof.Dr. Mauro BARNI
Via S. Pietro, 25
S I E N A

Mines de fer - Eisenerzbergbau

Egr. Prof. ENEA OCCELLI
Istituto di Arte
Mineraria del Politecnico di Torino
Corso Duca degli Abruzzi, 24
T O R I N O

LUXEMBOURG — LUXEMBURG

MAYER Robert
Ing. Dipl. à la Sécurité
Exploitation des Mines
ARBED-MINES Tél. 529 01

PAYS-BAS - NIEDERLANDE

Charbon - Kohle

De Hooggeleerde Heer
Prof.Dr. W. MAAS,
Chef van de Physisch-mijnbouwkundige
afdeling van het
Centraal Proefstation der Staatsmijnen
HOENSBROEK - TREEBEEK (L) Tél. (04440) 8111
Postbus 2

De Weledelzeergeleerde Heer
Dr. W.P.M. MATLA,
Chef van het Stofinstituut der
Gezamenlijke Steenkolenmijnen
in Limburg
TREEBEEK (L)

DELEGUES DU COMITE DE RECHERCHES POUR L'HYGIENE ET LA MEDECINE DU TRAVAIL

DELEGIERTE DES FORSCHUNGSAUSSCHUSSES FUER HYGIENE UND ARBEITSMEDIZIN

Monsieur le Professeur A. HOUBERECHTS
Directeur de l'Institut d'Hygiène des Mines
22, Hartmarkt
HASSELT / BELGIQUE — Tél. HASSELT 22 1 75

Herrn Dr. med. O. ZORN
Chefarzt der medizinischen und
neurologischen Klinik der
berufsgenossenschaftlichen
Krankenanstalten Bergmannsheil
(463) BOCHUM
Hunscheidtstr. 18

OBSERVATEURS - BEOBACHTER

a) Pays tiers - Dritte Länder

AUTRICHE - OESTERREICH

Herrn Dipl.Ing. Walter KITZLER
LEOBEN (Oesterreich)
Franz Josefstr. 19

GRANDE BRETAGNE - GROSSBRITANNIEN

Dr. A. CRITCHLOW
Safety in Mines Research
Establishment
Portobello Street
SHEFFIELD, 1

b) Organisations Internationales - Internationale Organisationen

Bureau International du Travail (BIT)
154, rue de Lausanne
GENEVE — Tél. 32 62 00

OBSERVATEURS SIDERURGIQUES - BEOBACHTER EISEN- UND STAHLINDUSTRIE

Monsieur A.P. AVY
Ingénieur Général
Directeur de l'Institut National
de Recherche Clinique appliquée
12, Quai Henri IV
PARIS IVe Tél. Archives 827079

Herrn Dr. Ing. K. GUTHMANN
(4000) DUESSELDORF 1 Tél. 10151
Breite Strasse 27
Postfach 8209

Commission de recherches

"Lutte technique contre les poussières et gaz dans la sidérurgie".

La composition de cette nouvelle commission n'est pas encore définitivement arrêtée. Elle sera portée à la connaissance des milieux intéressés dans une documentation séparée.

Commission des Experts Gouvernementaux pour la Médecine du Travail et la Réadaptation

ALLEMAGNE

Regierungsdirektor Dr. CZERMAK	Bundesministerium für Wirtschaft 53 B O N N
Regierungsmedizinaldirektor Dr. Rolf WAGNER	Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung 53 B O N N
Ministerialrat Dr. MEYERINGH	Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung 53 B O N N
Oberbergrat SCHNASE	Leiter des Referates Grubensicherheit Bundesministerium für Wirtschaft Rheindorferstrasse 53 B O N N

BELGIQUE

M. TONDEUR	Ingénieur principal divisionnaire des Mines 6-8, rue de la Science B R U X E L L E S
M. UYTDENHOEF	Directeur Générale de l'Administration de l'Hygiène et de la Médecine du Travail, Ministère de l'Emploi et du Travail, 53, rue de la Loi, B R U X E L L E S

FRANCE

Dr. GILLON	Médecin Inspecteur Général du Travail et de la Main-d'Oeuvre, Ministère du Travail, 1, place Fontenoy, P A R I S 7e
M. REBIERE	Chef du Service Hygiène et Sécurité Minières, Direction des Mines, Ministère de l'Industrie, 99, rue de Grenelle, P A R I S 7e

FRANCE (suite)

M. le docteur FONROGET	Direction Générale de la Santé, Ministère de la Santé Publique et de la Population, 7, rue de Tilsitt, P A R I S 8e

ITALIE

Dott. Carlo BESSERO	Ispettorato Medico Centrale del Lavoro Via Aureliana, 7 R O M A
Dr. MARRA	Ingegnere Superiore del Corpo delle Miniere, Ministero dell'Industria, R O M A

LUXEMBOURG

Dr. Léon MOLITOR	Directeur du Ministère de la Santé Publique, 3, rue Auguste Lumière, L U X E M B O U R G
Dr. Roger NOESEN	Médecin-Inspecteur du Travail, Ministère du Travail et de la Sécurité Sociale, L U X E M B O U R G

PAYS-BAS

Dr. J.L.J. van de KAMP	Hoofd v.d. Afdeling Arbeidersbescherming van het Ministerie van Sociale Zaken en Volksgezondheid Willem de Zwijgerlaan, 149 Voorburg 's-GRAVENHAGE
Dr. W.B. GERRITSEN	Medisch Adviseur bij de Arbeidsinspectie, Nieuwe Uitleg, 12 's-GRAVENHAGE

Commission d'experts gouvernementaux
"Facteurs humains - Ergonomie" (a)

Ausschuss der Regierungsexperten
"Menschliche Fakteur - Ergonomie" (a)

(1964)

Représentants des gouvernements
Stellvertreter der Regierungen

Nom et prénom Name und Vorname	Adresse professionnelle Dienstanschrift
1	2
Belgique	
M. LOGELAIN	Inspecteur général des mines, administration des mines 6-8, rue de la Science B R U X E L L E S Tel. : 13 61 35
M. van MALDEREN	Ingénieur en chef, directeur des mines, administration des mines 6-8, rue de la Science B R U X E L L E S
M. TONDEUR	Ingénieur principal divisionnaire des mines 6-8, rue de la Science B R U X E L L E S
Deutschland	
Regierungsdirektor CZERMAK	Bundesministerium für Wirtschaft Referat III C 2 53 B O N N
Ministerialrat Dr med. MEYERINGH	Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung 53 B O N N
Oberbergrat SCHNASE	Leiter des Referates Grubensicherheit, Bundesministerium für Wirtschaft 53 B O N N

(a) Remplace la commission d'experts gouvernementaux "Sécurité" créée en 1958

Ersetzt den Ausschuss der Regierungsexperten "Arbeitssicherheit" die im 1958 gegrundet wurde

Regierungsmedizinaldirektor Dr WAGNER	Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung 53 B O N N

France

M. DAMIAN	Ingénieur général des mines, Ministère de l'industrie 99, rue de Grenelle P A R I S (7e)
Dr GILLON	Inspecteur général du travail, Ministère du travail 1, place Fontenoy P A R I S (7e)
M. de WISSOCQ	Ingénieur des mines, Ministère de l'industrie 97, rue de Grenelle P A R I S (7e)

Italie

Dr BESSERO, Carlo	Ispettore Generale del Lavoro e Capo dell'Ispettorato Medico Centrale del Lavoro Ministero del Lavoro e Providenza Sociale R O M A
Ing. GUALTIERI. Roberto	Ispettore Générale del Corpo delle Miniere, Ministero dell'Industria e Commercio R O M A
Ing. MARRA, Massimo	Ingegnere Capo del Corpo delle Miniere, Ministero dell'Industria e Commercio R O M A

1	2
Luxembourg	
BIRDEN, Jean	Ingénieur-inspecteur, Inspection du travail et des mines 19, avenue G. Diderich L U X E M B O U R G
Dr KOHL, Joseph	Médecin-conseil, Caisse régionale de maladie 10, rue de Strasbourg L U X E M B O U R G
Dr NOESEN, Roger	Médecin-inspecteur du travail, Ministère de la santé publique, du travail et de la sécurité sociale 55, Bd de la Pétrusse L U X E M B O U R G
Nederland	
ETALIE, H	Staatsoozicht op de Mijnen, Apollolaan, 9 H E E R L E N
Ir. KNUTTEL, D.J.	Staatsoozicht op de Mijnen, Apollolaan, 9 H E E R L E N
MULDER, E.H.	Hoofdgenooskundige Ministerie van Sociale Zaken en Volksgezondheit Zeestraat, 73 's GRAVENHAGE

COMMISSION DES EXPERTS GOUVERNEMENTAUX
POUR LES RECHERCHES "LUTTE TECHNIQUE CONTRE LES POUSSIERES"

AUSSCHUSS DER REGIERUNGSEXPERTEN
FÜR DIE FORSCHUNGEN BETREFFEND DIE "TECHNISCHE STAUBBEKÄMPFUNG"

ALLEMAGNE - DEUTSCHLAND

Herrn Regierungsdirektor CZERMAK
Bundesministerium für Wirtschaft
B O N N

Herrn Regierungsrat Dr. PRITZKOW
Referent im Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung
B O N N

Herrn Oberbergrat SCHNASE
Bundeswirtschaftsministerium
Abteilung III D
B O N N 11

BELGIQUE - BELGIEN

M. DEMELENNE
Directeur divisionnaire des Mines
Administrateur-Directeur de l'Institut National des Mines
60, rue Grande
PATURAGES

M. Robert STENUIT
Directeur divisionnaire des Mines
6-8, rue de la Science
BRUXELLES 4

FRANCE - FRANKREICH

M. DAMIAN
Ingénieur général des Mines
Ministère de l'Industrie et du Commerce
97, rue de Grenelle
P A R I S - 7e

M. VAYSSIERES
Inspecteur général du Travail et de la Main-d'oeuvre
Ministère du Travail
1, place Fontenoy
P A R I S - 7e

./.

Mlle le Dr LAPORTE
Chef du Bureau de la Réadaptation à la
Direction Générale de la Santé
Ministère de la Santé Publique et de la Population
7, rue de Tilsitt
P A R I S - 8e

M. F. MORIN
Secrétaire général adjoint
Comité Interministériel pour les Questions de
Coopération Economique Européenne
216, rue de l'Université
P A R I S - 8e

ITALIE - ITALIA

Dottore Ing. MARRA
Ingegnere Superiore del Corpo delle Miniere
Ministero dell'Industria
R O M A Tel. 489081

Dottore G. FRACASSI
Ispettore Generale del Lavoro
via Arcivescovado, 2
T O R I N O

LUXEMBOURG - LUXEMBURG

M. Georges THYES
Ingénieur-Conseil de l'Association d'Assurance
contre les Accidents
1, rue Ste-Zithe
LUXEMBOURG Tél. (0) 205.11

M. Hugues HEYART
Professeur au Lycée de Garçons
LUXEMBOURG

PAYS-BAS - NIEDERLANDE

Ir. A.H.A. MARTENS
Inspecteur-generaal der Mijnen
Staatstoezicht op de Mijnen
Apollolaan, 9
H E E R L E N

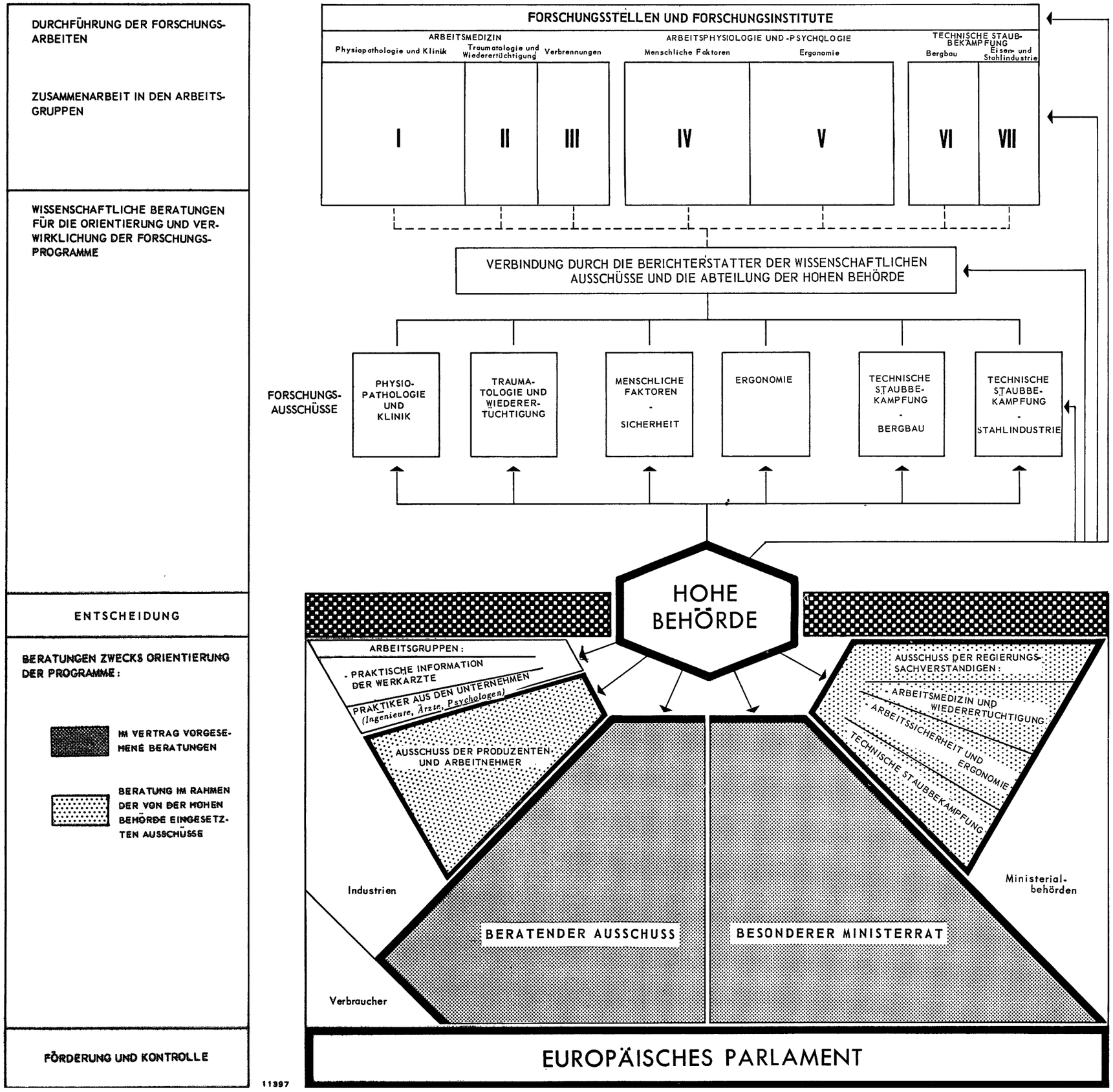
Ir. A. SUVAAL
Werktuigkundig-adviseur bij de Arbeidsinspectie
Nieuwe Uitleg, 12
's-GRAVENHAGE Tél. 11.59.80

I.

TABLEAU INDIQUANT L'ORGANISATION DE LA PROMOTION DES RECHERCHES D'HYGIENE ET DE SECURITE DU TRAVAIL.

ORGANISATION DER FÖRDERUNG DER FORSCHUNGEN AUF DEM GEBIET DER ARBEITSHYGIENE UND ARBEITSSICHERHEIT

AUSGABE MAI 1965



WISSENSCHAFTLICHE ARBEITSGRUPPEN FÜR DIE VERSCHIEDENEN FORSCHUNGSGEBIETE

I Staublungen-Grundlagenforschungen
Hämodynamik und Technologie
Diffusion und respiratorischer Austausch
Normung der Funktionsprüfungen
Epidemiologie, Prophylaxe und Therapie
Röntgendiagnostik
Toxische Gase
Dokumentation über die Staublungen

II Biologische und physiopathologische Probleme
Wiederertüchtigung von Patienten mit Schädelverletzungen
Wiederertüchtigung von Patienten mit Wirbelsäulenverletzungen
Wiederertüchtigung von Patienten mit Verletzungen der Glieder sowie der Amputierten

III Biologische und physiopathologische Probleme
Klinische Probleme
Immunologische Kompatabilität und Toleranz der Homotransplantate
Dokumentation über die Verbrennungen

VI Auslese und Beratung
Ausbildung
Individuelle Schutzmittel
Arbeitsbelastung
Arbeitsmilieu
Gemeinschaftsforschung "Arbeitssicherheit"
Dokumentation über die menschlichen Faktoren

V Grundlagenforschungen auf dem Gebiet der Arbeitsphysiologie und -psychologie
Hitzearbeit
Lärmarbeit - Vibrationen
Belastung durch statische Anstrengung
Geistige Anforderungen der Arbeit
Alter und Arbeit
Ergonomische Anwendungsverfahren
Dokumentation über die Arbeitspsychologie und -physiologie

VI Staubmessung (Bergbau)
Staubbekämpfung beim Abbau
Staubbekämpfung (mit Ausnahme der Abbaubetriebe)
Pneumokoniosen und Umgebungsfaktoren (Bergbau)

VII Grundlagenforschungen über die Staub- und Gasmessung (Eisen-u. Stahlindustrie)
Bekämpfung der braunen Rauche
Bekämpfung der Stäube, Gase und Rauche (mit Ausnahme der braune Rauche)

K.

TABLEAU RECAPITULANT L'ACTIVITE DE LA HAUTE AUTORITE DANS LE DOMAINE DU FINANCEMENT DES RECHERCHES.

PROGRAMMES DE RECHERCHES RELATIFS A LA MEDECINE, A L'HYGIENE ET A LA SECURITE DU TRAVAIL - au 22 décembre 1964

Domaines et titres des programmes	Décisions	Financement (en U.C., montants arrondis)		Echelonnement															
		crédit global affecté	dépenses engagées	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
A. MEDECINE ET HYGIENE DU TRAVAIL																			
a) Physiopathologie et clinique																			
1er programme (Médecine du travail)	5.10.55	1.200.000	1.200.000																
2e programme (Médecine du travail)	7.04.60	2.800.000	2.650.000																
3e programme (Physiopathologie et clinique)	19.06.64	3.000.000	-																
b) Traumatologie et réadaptation																			
1er programme (Réadaptation) (1)	5.12.57	500.000	500.000																
2e programme (Traumatologie et réadaptation)	19.06.64	1.800.000	-																
3e programme (Brûlures)																			
B. PHYSIOLOGIE ET PSYCHOLOGIE DU TRAVAIL																			
a) Facteurs humains et sécurité																			
1er programme (Facteurs humains et sécurité)(1)	5.12.57	1.000.000	1.000.000																
2e programme (Facteurs humains et sécurité)(2)	4.11.64	1.200.000	-																
b) Ergonomie																			
1er programme (Physiologie, psychologie et aménagement du travail) (2)	4.11.64	2.000.000	-																
C. SECURITE - LUTTE TECHNIQUE CONTRE LES POUSSIERES																			
a) Lutte technique contre les poussières dans les mines																			
1er programme (Lutte technique contre les poussières dans les mines) (1)	5.12.57	900.000	900.000																
2e programme (Lutte technique contre les poussières dans les mines)	21.12.64	6.000.000	-																
b) Lutte technique contre les poussières dans la sidérurgie																			
1er programme (Lutte technique contre les poussières dans la sidérurgie) (1)	5.12.57	600.000	510.000																
2e programme (Lutte technique contre les poussières dans la sidérurgie)																			
c) Recherches isolées																			
Fumées rousses des convertisseurs	18.07.61	1.000.000	800.000																
Fumées rousses des convertisseurs	19.06.64	1.825.000	-																
		23.825.000	7.560.000																

(1) Ce programme fait partie d'un plan de financement unique, portant le titre général de : "Securité" et groupant 4 programmes.
(2) Ce programme fait partie d'un plan de financement unique, portant le titre général de : "Facteurs humains et ergonomie" et groupant 2 programmes.

légende :

——— Programmes terminés ou en cours de réalisation

— — — — Programmes en cours d'adoption

+++++ Programmes en cours de préparation interne

11 223

SERVICES DES PUBLICATIONS DES COMMUNAUTES EUROPEENNES

12 311/1/66/1

SERVICES DES PUBLICATIONS DES COMMUNAUTES EUROPEENNES

12 311/1/66/1