

(jusque $+15^{\circ}$), due au réchauffement provoqué par la chaleur de prise du béton.

La température baissait ensuite très lentement. Lorsqu'elle était descendue en dessous de 0° , on reprenait le creusement.

Entre la première et la seconde passe, le travail fut interrompu pendant 43 jours, mais les pauses suivantes ne furent plus que de 20, 13 et 17 jours.

Le raccord de deux passes consécutives se faisait par un joint picoté sous la bride inférieure d'un anneau boulonné à la trousse de la passe supérieure.

Après la cinquième passe, il n'y eut pas d'interruption dans le travail, et on entama immédiatement le creusement des deux dernières passes (de $157^{\text{m}},46$ à $222^{\text{m}},80$), les anciens tubbings faisant office de soutènement provisoire. Ceux-ci furent ensuite enlevés et le nouveau cuvelage fut monté à partir de l'ancienne trousse toujours intacte et reposant à $222^{\text{m}},80$ dans la mame grise.

Une trousse de renfort fut évidemment placée au niveau de $188^{\text{m}},80$.

Au cours du creusement du puits, on fit des constatations intéressantes sur la façon dont s'était comporté le premier cuvelage.

Jusqu'à la profondeur de 132 mètres, on le retrouva complètement brisé. En dessous de ce niveau, il était encore en place, mais certains segments présentaient des fêlures.

Il était donc bien démontré que la destruction du puits s'était amorcée entre les niveaux de 100 et 120 mètres.

On fit en outre la constatation suivante : alors que toutes les brides horizontales étaient en général indemnes, les brides verticales des trous de boulons. Ces fissures furent attribuées aux pressions s'exerçant vers l'intérieur du puits au moment de la seconde congélation.

La remise en état du puits jusqu'au niveau de $222^{\text{m}},80$ dura du 10 septembre 1954 au 6 juillet 1955.

On entreprit immédiatement après le déblayage de la partie inférieure, dont le soutènement en béton n'avait souffert aucunement.

Ce travail fut poussé activement et à la date du 31 août 1955, on était arrivé à la profondeur de 545 mètres, réalisant ainsi dans la partie bétonnée un avancement journalier de 7 mètres.

J. FRIPIAT.

BIBLIOGRAPHIE

Cours d'Exploitation des Mines, par HATON DE LA GOUPILLIERE, Inspecteur général des Mines, Membre de l'Institut, Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines. — Quatrième édition, revue et considérablement augmentée par J. de BERG, Inspecteur général des Mines, Vice-Président du Conseil général des Mines. — Tome III. — VIII-778 p., 16×25 , avec 363 fig. — Relié : 171 fr. ; Broché : 160 fr. — Tome IV. — VIII-763 p., 16×25 , avec 286 fig. — Relié : 166 fr. ; Broché : 155 fr. — Dunod, Editeur, 92, rue Bonaparte, Paris (6^e), 1936.

La littérature d'expression française possède dans le « Cours d'exploitation des Mines », de Haton de la Goupillière, une œuvre magistrale qui, dès sa première édition en 1896, rencontra dans le public spécialisé dans l'art des mines un accueil extrêmement empressé et d'ailleurs parfaitement justifié tant par la multiplicité des renseignements qu'elle contenait, que par sa judicieuse ordonnance et sa clarté d'exposition.

Cet accueil fut tel que dix ans plus tard, en 1905, une seconde édition, considérablement augmentée, fut nécessaire.

Par la suite, les inventions successives et leurs applications industrielles amenèrent de nouveaux remaniements et une nouvelle mise à jour faite par M. l'Inspecteur général J. de Berg qui publia la troisième édition du cours et qui fait actuellement paraître la quatrième en cinq tomes.

Les tomes I et II, sortis de presse il y a quelques années, sont consacrés aux recherches minières, aux travaux d'abatage, à l'établissement des galeries, au fonçage des puits d'une part (tome I), aux méthodes d'exploitation d'autre part (tome II).

Viennent de paraître les tomes III et IV, relatifs à l'extraction.

On y trouve, dans le tome III, une étude théorique et pratique de la fabrication de câbles de toute nature, la détermination de leur composition et de leur section, avec des tables numériques permettant d'effectuer rapidement les calculs pour les câbles en fils d'acier; une description des types les plus modernes de grands tambours d'enroulement et des dispositifs d'embrayage de leurs parties folles; une théorie complète du réglage de la longueur des câbles avec de nombreux exemples; une étude détaillée des variations du couple statique et du couple dynamique

développés sur l'arbre de la machine d'extraction suivant l'organe d'enroulement adopté; une théorie complète des systèmes modernes utilisés pour les attaches de câble et des conditions auxquelles celles-ci doivent satisfaire; une description des skips qui tendent à supplanter en Amérique les cages d'extraction et ont fait récemment leur apparition en Europe; une étude détaillée du guidage par câbles d'acier, et la description des types les plus modernes de parachutes.

Le tome IV décrit les recettes modernes aménagées dans les puits, les appareils d'encagement et décapement automatiques, les recettes spéciales pour les skips. Il contient une théorie complète de la machine d'extraction électrique moderne ainsi que de ses dispositifs de commande et de contrôle; un chapitre entièrement nouveau consacré aux appareils de sécurité exigés par les règlements actuels; une description des modèles les plus récents de balance hydrauliques; une étude détaillée du transport du personnel dans les puits et de la circulation dans la mine. Les tomes III et IV constituent donc une monographie complète de l'extraction minière et de ses perfectionnements récents.

La quatrième édition sera complétée ultérieurement par un tome V qui sera consacré à l'épuisement, à l'aérage, à la grisou-métrie et au sauvetage.

G. PAQUES.

Congrès International des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie appliquée. — La Société de l'Industrie Minérale vient de faire paraître, en deux volumes, les mémoires qui ont été présentés à la Section des Mines du Congrès International des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie appliquée dont la VII^e session s'est tenue à Paris du 20 au 26 octobre 1935.

S'il est superflu de rappeler le magnifique succès, présent à toutes les mémoires, remporté par ce Congrès qui, placé sous le haut patronage de M. le Président de la République et le patronage du Gouvernement français, était organisé par la Société de l'Industrie Minérale, le Comité Central des Houillères de France, le Comité des Forges de France, la Société Géologique de France et la Revue de Métallurgie, il n'est pas inutile de souligner combien largement la Section des Mines a coopéré à ce succès tant par la qualité de ses participants que par les multiples et intéressantes communications qui y ont été faites sur les sujets les plus divers.

Rappelons simplement que la Section des Mines a donné lieu à la présentation de 123 mémoires, la plupart si pas tous du plus grand intérêt, sur des questions d'ordre général, sur les houillères, sur les minerais, les sels, les phosphates et enfin sur le pétrole.

Le recueil de ces mémoires, très bien présenté sous tous les rapports par la Société de l'Industrie Minérale, constitue une source de documentation dont l'importance n'échappera à personne, qui a sa place dans toute bibliothèque technique et à laquelle quiconque s'intéresse au progrès des mines aura maintes et maintes fois l'occasion d'avoir recours.

Au hasard, citons — sans prétendre les indiquer tous — des noms, bien connus en Belgique, d'auteurs des dits mémoires ainsi que les titres des communications :

- M. Georges Des Enfans, Ingénieur en chef-Directeur des Mines :
Nouvelle organisation du travail dans les galeries en roche par l'emploi de détonateurs à retard.
- M. Albert Linard de Guertechin, Ingénieur au Corps des Mines :
Considérations théoriques et pratiques sur l'exploitation des couches minces en dressant par longues tailles en diagonale.

- MM. Raymond Bidlot, Joseph Danze et Jean Martelée, Ingénieurs au Corps des Mines, Répétiteurs à l'Université de Liège: *Ventilation des longs travaux préparatoires — Conséquences du défaut d'étanchéité des conduites d'aérage.*
- M. Alexandre Dufrasne, Directeur-Gérant des Charbonnages de Winterslag :
L'augmentation de la sécurité des mines grisouteuses par la suppression des tailles multiples, des voies intermédiaires, des fausses voies, des cheminées, etc.
- M. Ad. Breyre, Ingénieur en chef des Mines, Directeur de l'Institut National des Mines, Professeur à l'Université de Liège :
Le dégagement grisouteux des couches de houille en Belgique.
- M. Maurice Rey, Professeur à l'Université de Liège :
Contribution à la théorie de la flottation des minerais.
- M. Achille Ampe, Ingénieur en chef des Charbonnages de Houthaalen :
Creusement de deux puits par le procédé de la congélation.
- M. Joseph Kersten, Ingénieur, Administrateur, Directeur général des Charbonnages de Houthaalen:
Recherches sur la cause des ouvertures des joints horizontaux des cuvelages et des cassures horizontales dans le voile des anneaux.
- M. Alphonse Soille, Ingénieur en chef aux Charbonnages André Dumont :
Soutènement métallique des galeries d'exploitation.
- M. G.-E. Vassart, Ingénieur-Chef de service des études des Charbonnages de Mariemont-Bascoup :
La technique appliquée de l'air comprimé dans les mines. — Premiers résultats d'un contrôle organisé. — Le point en mars 1935.
- M. Forthomme, Ingénieur en chef du fond de la Société des Charbonnages de Beeringen :
Le foudroyage dirigé à Beeringen.
- M. L. Bastin, Ingénieur principal du fond aux Charbonnages de Beeringen :
Développement du soutènement métallique en taille aux Charbonnages de Beeringen.

- M. Robert Dessard, Ingénieur en chef des Charbonnages de Gosson-La Haye et Horloz Réunis :
Coup d'œil sur diverses exploitations du bassin de Liège.
- M. Joseph Verdeyen, Directeur des travaux du fond des Charbonnages Limbourg-Meuse :
Le développement de l'exploitation par longues tailles à production intensive.
- MM. Louis Dehasse, Administrateur-Directeur des Charbonnages d'Hensies-Pommerœul, et Georges Cirriez, Ingénieur aux mêmes charbonnages :
L'emploi d'un transporteur-freineur de taille pour l'exploitation des longues tailles avec pendage de 30° à 40°.
- M. René Toubeau, Ingénieur en chef du Charbonnage de Bray, Professeur d'exploitation des mines à la Faculté polytechnique de Mons :
Considérations sur l'exploitation des couches en dressant. Note sur un laveur hydropneumatique particulièrement destiné à la valorisation des charbons fins.
- M. Henri Verdinne, Ingénieur en chef-Directeur des travaux des Charbonnages d'Aiseau-Prezles :
Le rendement, la production et la sécurité dans les exploitations en dressant.
- M. Vankerkove, Directeur des travaux du fond des Charbonnages de Helchteren et Zolder :
Considérations pratiques sur l'emploi des locomotives Diesel dans les mines.
- MM. André Meyers, Ingénieur principal des Mines, et Eugène De Winter, Ingénieur en chef du fond aux Charbonnages de Winterslag :
Un seul type de trainage par câble depuis le puits jusqu'aux tailles aux Charbonnages de Winterslag.
- M. Léon Canivet, Directeur-Gérant des Charbonnages Réunis de Charleroi :
L'aérage par ventilateurs souterrains à la Société des Charbonnages Réunis de Charleroi.
- M. Léon Hoyois, Directeur-Gérant des Houillères Unies du Bassin de Charleroi :
Le procédé « Hoyois » d'autolavage des charbons par courants d'eau.

M. Marcel Brun, Ingénieur-Directeur des Charbonnages de Beeringen :

L'enrichissement de charbon brut dans ses rapports avec l'utilisation des sous-produits de laveries.

M. Ch. Hanot, Ingénieur, Directeur des études et installations du Charbonnage des Liégeois :

Traitement des schlamms charbonneux provenant des charbons gras et à forte teneur en cendres.

M. Oscar Seutin, Directeur-Gérant des Charbonnages de Limbourg-Meuse :

Épuration pneumatique des charbons.

Cette simple énumération de la participation belge à la Section des Mines du Congrès suffit à édifier le lecteur sur le grand intérêt de la documentation qu'il peut trouver dans les volumes sous revue, sur la diversité et sur l'importance des sujets qui y sont traités et qui, en général, intéressent spécialement les derniers progrès réalisés dans les exploitations minières et en particulier dans les exploitations houillères de notre pays.

Le tome I (40 rapports, 325 pages, broché) et le tome II (83 mémoires, 650 pages, broché) sont en vente aux prix, pour l'étranger, de 56 et de 110 francs, franco. S'adresser, soit à la Société de l'Industrie Minérale, 19, rue du Grand Moulin, à Saint-Etienne, soit à la Commission d'Organisation du Congrès, 1, rue Montgolfier, à Paris.

G. PAQUES.

Outillage Mécanique des Entreprises de Travaux, par A.-V. MAGNY, Ingénieur I.D.N. — Un volume in-8° de 565 pages, avec 373 figures dans le texte et 8 planches hors-texte. — Prix relié: 240 fr. — Editeur : Librairie Polytechnique Ch. Béranger, quai de la Grande-Bretagne, 1, Liège.

Cet ouvrage a pour objet l'étude de l'outillage mécanique utilisé dans les entreprises de travaux et de constructions et plus particulièrement dans les entreprises de travaux publics.

S'adressant spécialement aux entrepreneurs, il est conçu dans le but de faciliter la tâche de ces derniers dans la recherche et le choix des engins mécaniques qui doivent leur permettre de faire des travaux avec le plus de rapidité, de sécurité et d'économie possible.

Le travail est divisé en douze chapitres.

Le chapitre premier, consacré à des généralités relatives aux entreprises, vise notamment les rapports entre le maître de l'œuvre et l'entrepreneur, le travail du bureau de celui-ci et les frais généraux d'une entreprise.

Dans un paragraphe important, réservé à l'organisation générale des entreprises, l'auteur s'attache à faire ressortir l'importance de la place occupée actuellement dans le programme des travaux par les engins mécaniques d'outillage, dont le choix est rendu souvent délicat en raison de nombreux facteurs, tels que : difficulté d'exécution, délai d'exécution, ressources financières de l'entrepreneur, prix de revient du travail à exécuter, etc.

Dans le chapitre suivant, intitulé : « Outillage spécifique des Entreprises », l'auteur donne des indications précises au sujet des besoins en outillage mécanique des entreprises groupées comme suit par lui : fondations et ouvrages enterrés, bâtiments industriels, ouvrages d'art, routes et canaux, chemins de fer, chutes d'eau et travaux maritimes.

Chacun de ces groupes est illustré par un exemple de chantier récent, tel que l'exécution des tunnels sous l'Escaut, pour n'en citer qu'un, où figurent les tendances actuelles dans la composition et le choix de l'outillage.

Ce second chapitre éclaire d'autre part le lecteur sur la classi-

fication adoptée par l'auteur dans les chapitres suivants, consacrés à l'étude proprement dite de l'outillage.

Dans ces chapitres, au nombre de neuf, sont réunies, en effet, la description et l'étude de l'utilisation des engins mécaniques appropriés au travail de l'entrepreneur, à l'exception, toutefois, du matériel des entreprises spécialisées et des gros appareils construits pour l'exécution des ouvrages très importants.

Le chapitre III est consacré à l'étude des engins mécaniques utilisés dans les terrassements à ciel ouvert : excavateurs de tranchées, terrassiers mûs par tracteurs à chenilles, pelles mécaniques, bennes preneuses ou piocheuses, grues à bennes traînantes, excavateur à câble sur mât ou tours, bennes racleuses, marteaux brise-béton. Il se termine par quelques considérations sur l'étalage et le réglage des déblais, le ripage des voies ferrées, la mise en dépôt des déblais et le remblayage hydraulique.

L'ouvrage continue par des généralités sur les explosifs, leur utilisation dans les travaux à ciel ouvert et notamment dans les carrières. L'auteur passe ensuite à l'étude de l'utilisation de l'air comprimé dans les terrassements en rocher, ce qui l'amène à parler des appareils producteurs d'air sous pression ainsi que des pressions et débits courants de l'air comprimé sur les chantiers. Il entreprend ensuite l'étude des marteaux-perforateurs et donne un aperçu des machines à débiter et à trancher.

Le chapitre V traite des matériels employés dans les dragages et les dérochages, tels que : drague à excavateur à godets multiples, dragues à godet unique, dragues suceuses, pompes à déblais, chalans porteurs et refouleurs, rateaux dévaseurs et pontons pour abatage sous marin.

La question des transports fait l'objet d'un long examen débutant par quelques rappels de mécanique appliquée relatifs à la détermination des efforts de traction. L'auteur étudie ensuite les moyens de transport les plus employés actuellement, depuis les simples wagonnets jusqu'aux transporteurs aériens par monocâble, bicâble, blondins, etc., en passant par les locomotives et les véhicules sur chenilles.

L'auteur aborde alors la question du levage et de la manutention qui fait l'objet de 45 pages dans lesquelles sont étudiés, notamment, les engins de levage mûs à la main, les câbles et chaînes, les treuils et palans à moteur et toute une variété de

grues ainsi que quelques engins de levage pour travaux maritimes tels que les grues pivotantes sur portique, les grues flottantes et les transbordeurs.

Avant d'entamer les renseignements relatifs aux mortiers et bétons, l'auteur passe en revue, dans un chapitre spécial intitulé : « Concassage, Criblage et Lavage », diverses espèces de concasseurs, de broyeurs, de cribles, de trommels et de machines à laver.

En ce qui concerne les mortiers et bétons proprement dits, le lecteur trouve des renseignements :

1° sur les mélangeurs de mortiers ou bétons, tel que malaxeurs à mortiers à cuve, malaxeurs à mortiers à palettes, bétonnières diverses et doseurs;

2° sur la mise en place des bétons. Cette seconde partie contient en plus de l'étude des différents modes de transport à pied d'œuvre du béton, quelques détails sur les coffrages, ainsi que sur les cintres, les appareils vibreurs et les machines à enduire.

Vient ensuite le chapitre X, le plus long de l'ouvrage, ayant pour titre : « Fondations et Ouvrages enterrés ».

L'auteur y étudie d'abord différents types de matériels de forage et de sondage, il s'étend ensuite assez longuement sur les modes d'étalement des fouilles et sur les batardeaux, parmi lesquels il cite ceux exécutés en béton, sur sol préalablement dragué, avec écrans de pied en palplanches métalliques assurant leur ancrage et leur imperméabilité.

L'entrepreneur doit souvent procéder à l'aspiration ou au refoulement de liquides, soit clairs, soit porteurs de matières solides en suspension, aussi l'auteur passe-t-il en revue divers types de pompes capables d'effectuer ces opérations avec le meilleur rendement. Une table de Darcy relative au calcul des pertes de charge complète cet intéressant paragraphe.

Les matériels utilisés dans les procédés de fondation à l'air comprimé et par havage sont également décrits dans ce chapitre, qui se termine par quelques considérations sur le rabattement de nappes d'eau par puits filtrants, le battage des pieux et palplanches et les injections de ciment par sondages et par forages.

La partie de l'ouvrage réservée à l'étude proprement dite de l'outillage s'achève par un chapitre consacré au creusement des tunnels; on y trouve notamment des renseignements intéressants relatifs aux phases de perforation par les méthodes belge et autrichienne, qui sont les plus courantes. Différents modes de soutènements y sont également passés en revue.

L'auteur traite ensuite assez longuement la question de l'emploi des boucliers et donne comme exemple le bouclier utilisé pour le creusement du tunnel à grande section sous l'Escaut.

Le chapitre prend fin par quelques paragraphes visant l'outillage d'excavation, l'utilisation des explosifs dans les souterrains en rochers et la ventilation des travaux.

Les nombreuses variétés de matériels étudiées dans chaque chapitre font l'objet de descriptions donnant les caractéristiques essentielles ainsi que le mode de fonctionnement des principaux modèles choisis dans chaque variété.

Ces descriptions sont généralement complétées par des exemples concrets de cas d'application et par des considérations d'ordres divers tendant à indiquer finalement l'utilisation la plus appropriée de chaque engin.

A l'occasion de l'examen critique auquel sont soumis certains exemples de cas d'emploi, l'auteur donne de nombreux renseignements de nature à permettre à l'entrepreneur de résoudre, sans tâtonner, un grand nombre de problèmes.

Le lecteur trouve condensées dans des tableaux se prêtant à d'intéressantes comparaisons, les caractéristiques essentielles de nombreuses machines, des indications précieuses sur leur capacité de travail, leur rendement ainsi que des bases pour l'établissement du prix de revient des travaux à exécuter.

Ces pages sont abondamment illustrées par des photographies, des planches et des croquis très clairs, assurant la parfaite intelligence du texte.

Le dernier chapitre traite la question de location du matériel et reproduit les principaux règlements administratifs, en vigueur en France, concernant l'utilisation de l'air comprimé et des explosifs.

Enfin, une table alphabétique des matières, contenant notamment la nomenclature des matériels étudiés, complète utilement l'ouvrage.

L'importante documentation rassemblée par M. Mahy confère à son livre un caractère encyclopédique incontestable. Les formules, les principes et les conseils nombreux qui l'enrichissent d'autre part, font de cet ouvrage un guide sûr pour les entrepreneurs, mais qui peut être également consulté avec intérêt par les ingénieurs et par tous ceux qui s'intéressent aux progrès réalisés dans le domaine de l'outillage mécanique des entreprises.

Georges LOGELAIN.

Etudes théoriques et pratiques sur les aciers au nickel. — Le *Centre d'Information du Nickel*, 22, place de Brouckère, à Bruxelles, vient de faire paraître les fascicules 3 et 4 : *Acier au Nickel-Chrome doux* et *Acier de cémentation de 2 à 6 % de Nickel*, des « Etudes Théoriques et Pratiques sur les Aciers au Nickel », par M. Jean GALIBOURG, Docteur ès-Sciences, Maître des Conférences à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures; nous en donnons ci-dessous un bref aperçu.

Troisième fascicule :

« *L'Acier au Nickel-Chrome doux* ».

Les aciers nickel-chrome doux offrent des caractères généraux intéressants qui leur réservent une place bien à part dans la construction mécanique, entre les aciers nickel-chrome demi-durs et les aciers doux au nickel. Tous les aciers pratiquement utilisés se rangent dans l'une des deux catégories suivantes :

	C	Ni	Cr	Mo (facultatif) Moyenne
Aciers Ni - Cr doux				
Ni 3 %, Cr 0,75 %	0,18	2,5-3,5	0,5 -1,0	0,25
Aciers Ni - Cr doux				
Ni 5 %, Cr 1,5 %	0,20	4 -6	0,75-2,0	0,25

La première catégorie convient pour les pièces de petites et moyennes dimensions, la seconde est plus spécialement recherchée pour les fortes résistances et les pièces massives; elle trempe d'ailleurs à l'air presque autant qu'à l'huile et à l'eau. Ces aciers présentent des caractéristiques particulièrement intéressantes.

Tout d'abord, grande résilience, même après trempe sans revenu.

En second lieu, facilité de traitement thermique : après cémentation, une seule trempe à l'eau ou à l'huile, et même à l'air pour les compositions les plus chargées en éléments spéciaux, suffit à donner la **dureté en surface**, la **résistance** et la **résilience** dans l'âme. Il y a peu de déformation par trempe si l'on opère correctement; possibilité de redresser les pièces déformées après trempe, avec le minimum de risques de rupture, si l'opération de trempe a été mal conduite; pas de risques de tapures de trempe malgré la charge de rupture élevée.

La preuve de la grande aptitude de ces aciers à résister aux chocs dans la couche cémentée comme en profondeur apparaît d'une manière évidente dans une application spéciale où les deux caractéristiques jouent un rôle principal : les plaques de blindage cémentées.

Les applications des aciers au Nickel-Chrome doux sont nombreuses, soit sous forme de pièces cémentées : arbres, axes, vilebrequins, engrenages d'automobiles, pièces de machines-outils, fusées de roues, leviers de direction, rouleaux de roulements, soit sous forme de pièces non cémentées : éléments d'essieux coudés polyblocs, arbres pignons de réducteurs, arbres à plateaux, arbres de navires, etc...

En toutes circonstances : soit après trempe sans revenu ou avec faible revenu dans toute la masse, soit sous couche cémentée, et même jusque dans les soudures à l'arc, où la température élevée du métal provoque des trempes locales très énergiques, les aciers au nickel-chrome doux gardent une caractéristique essentielle, ensemble de limite élastique et de résilience élevées, la *ténacité*.

Quatrième fascicule :

« *L'Acier de Cémentation de 2 à 6 % de Nickel* ».

Les aciers faisant l'objet de cette étude ont des teneurs en nickel comprises entre 2 % et 6 %, au minimum 1,5, au maximum 7 %. On les emploie tout particulièrement après cémentation en trempe, presque toujours sans revenu, mais on les emploie également, soit à l'état recuit, soit à l'état trempé, généralement sans revenu, ou avec un revenu à basse température.

A l'état cémenté et trempé, les avantages qu'ils apportent sont nombreux : tout d'abord, une résistance intéressante au grossissement des grains de surchauffe.

Une grande facilité de régénération après la surchauffe provoquée par la cémentation, au point que, pour une teneur en nickel suffisante, la simple trempe de dureté suffit à régénérer.

Une résistance élevée sous couche cémentée.

Toutes les pièces cémentées que l'on a l'habitude d'exécuter en acier ordinaire peuvent l'être en l'une quelconque des quatre catégories d'aciers au nickel : acier à 2 % de nickel, acier à 3 % de nickel, acier à 5-6 % de nickel, acier au nickel-molybdène, dont voici quelques exemples d'explications typiques : axes de

pistons de moteurs d'automobiles et d'avions, axes, poussoirs, galets, engrenages, arbres à cames, roulements à rouleau, pignons et couronnes de différentiels, etc...

A l'état recuit, pour l'emploi limité à des pièces de forme ou de dimensions telles qu'une trempe soit impossible, ils possèdent des allongements et surtout une résilience plus élevée que les aciers ordinaires de même dureté ou de même charge de rupture.

A l'état trempé, sans cémentation, la trempe augmente la charge de rupture et la limite élastique apparente; mais la caractéristique essentielle et une résilience très élevée, eu égard à la charge de rupture.

Les aciers doux au nickel non cémentés trouvent également de très importants emplois sous forme de pièces d'attelages de mines, essieux avant de véhicules industriels, essieux pour wagonnets de mines, essieux et pièces d'atterrissage d'avions, etc...