

Machines d'extraction avec poulies à friction et câbles multiples L'extraction automatique en Suède

Extrait d'un rapport
publié par le « National Coal Board » et le « Ministry of Fuel and Power en 1954 (1)

Traduit par G. A. MOULAERT,
Ingénieur civil des Mines, Electricien et Géologue.

SAMENVATTING

Alle ophaalinrichtingen die sedert een vijftiental jaren in Zweden werden uitgevoerd, zijn uitgerust met adhesie-schijven en meervoudige kabels, afstandsbediening en automatische werking.

Het stelsel der adhesie-schijven met meervoudige kabels is afgeleid van het Koepe-systeem.

De vervanging van de enkelvoudige kabel door meerdere kabels van kleinere doormeter vertoont talrijke voordelen.

De toelaatbare buigingsstraal voor de kabel wordt verminderd. De grote Koepe-schijf kan vervangen worden door een trommel met meerdere adhesie-groeven van kleinere doormeter, zodat de omwentelingssnelheid verhoogt. Indien de aandrijfmotor rechtstreeks op de as van de trommel gemonteerd is, zal hij sneller draaien, dus minder ruimte innemen, lichter en goedkoper zijn. Indien de aandrijving door tussenkomst van een snelheidsreductor geschiedt zal voor een zelfde snelheid van de motor, de reductieverhouding kleiner zijn en zal men een reductietrap kunnen afschaffen.

De vermindering van het gewicht en de nodige plaatsruimte van de ophaalmachine vergemakkelijkt haar opstelling in de schachtoren zelf, boven de schacht. Men kan de doormeter van de adhesie-trommel gelijk stellen aan de afstand tussen de skip (of kooi) en het tegengewicht. Aldus vermijdt men het gebruik van leischijven en de afwisselende buiging waaraan deze de kabels onderwerpen. Bij extractie met twee skips of twee kooien blijft nochtans de afstand tussen de aslijnen meestal beneden het toelaatbare minimum.

De volgende interessante mechanische constructiedetails dienen nog vermeld :

— *de extractie-schijven worden klemmend op de as aangebracht, zonder tussenkomst van wiggen;*
— *het veralgemeend gebruik van rollagers, zowel voor de assen van de schijven als voor de reductoren. Deze rollagers geven goede uitslagen tot op de hoogste lagerbelastingen toegepast in Zweden, hetzij 40 t (in zekere inrichtingen die in uitvoering zijn voorziet men tot 80 t);*

— *de lederen bekleding van de adhesie-schijven moet volgens de ontwerpen aan een oppervlakte-drukking van 19 kg/cm² weerstaan. De slijtweerstand van de bekleding bij zulke drukking is niet bewezen, want geen dezer installaties heeft op het ogenblik haar maximum voorwaarden van diepte en sollicitatie bereikt;*

— *de verende suspensie der carters van de reductoren, die de stijve koppeling op de as van de ophaalschijven mogelijk maakt en de schokken absorbeert;*

— *voor kleine installaties wordt de groep motor-reductor in oversteek geplaatst op het uiteinde van de schijfas.*

Voor wat de elektrische uitrusting betreft, heeft de ervaring aangetoond dat de automatische bediening een grotere bedrijfszekerheid en regelmatigheid vertoont dan de handbediening. Deze laatste wordt alleen nog gebruikt voor bijzondere doeleinde : inspecties, nazicht, enz.

De bediening, ook de handbediening, geschiedt steeds op afstand. De machine werkt normaal zonder enig toezicht.

(1) National Coal Board et Ministry of Fuel and Power Report « Multi-rope friction winders and automatic winding in Sweden ». Juillet 1954.

Voor de normale bewegingen geschiedt de bediening door drukknoppen, vanaf de bovengrond of vanaf een der ondergrondse laadplaatsen. Al de gebruikelijke veiligheidsvoorzieningen voor personen-liften zijn voorzien. Bovendien zijn ze aangevuld door bijzondere schikkingen als foto-electrische cellen op de schachtdeuren van de grootste inrichtingen.

De bediening vanuit de kooien zelf vereist het gebruik van een soepele kabel, die de toepassing ervan beperkt tot een maximumdiepte van 600 m. Voor grotere diepten werd een schikking bestudeerd die toelaat de bewegingen op voorhand te bevelen, vanaf de laadplaats, en de uitvoering dezer bewegingen uit te lokken na de kooien te hebben betreden.

De meest recente skip-installaties kunnen doorlopend automatisch functionneren, zolang er erts in de ondergrondse laadtremels voorhanden is en de bovengrondse tremels niet vol zijn.

Bij de machines met Ward-Leonardschakeling wordt de vertraging volledig bekomen door electrodynamische remming. De mechanische rem wordt enkel gesloten om de installatie bij stilstand te immobiliseren. Bij de handbediening is de remhandel afgeschaft. De remmen sluiten zich door de electriche bedieningshandel in de halt-stand te plaatsen.

De mechanische regulatoren voor de snelheidscontrole zijn vervangen door electriche inrichtingen waarvan het essentiële orgaan een tacheometrische generator is die toelaat de opgelegde vertragingsskurve nauwkeurig te volgen.

De auteurs besluiten dat de Zweedse ervaring de oprichting wettigt van een proef-inrichting van het Zweedse stelsel in Groot-Brittannië. Deze inrichting zou toelaten de wijzigingen op punt te stellen die de aanpassing van de Zweedse schikkingen aan de bijzondere bedrijfsvoorwaarden van de britse kolenmijnen onder oogpunt van belasting, diepte en translatiesnelheid, die alle groter zijn dan in de Zweedse ijzermijnen, zou vereisen.

RESUME

Dans toutes les installations d'extraction construites en Suède depuis une quinzaine d'années, on a adopté de façon généralisée les poulies à friction pour câbles multiples, la commande à distance de la machine et la commande automatique.

Le système d'extraction par poulie à friction et câbles multiples résulte d'une transformation du système Koepe.

Le remplacement du câble unique par plusieurs câbles de diamètre plus petit procure de nombreux avantages.

Le rayon de courbure admissible pour les câbles est réduit. La grande poulie Koepe peut être remplacée par un tambour, à rainures d'adhérence multiples, de plus petit diamètre et tournant donc à plus grande vitesse. Si le moteur d'entraînement est à accouplement direct, il pourra être plus rapide et donc moins encombrant, moins lourd et moins coûteux. Si l'entraînement se fait par réducteur, pour une même vitesse de moteur, le rapport de réduction sera moindre et on pourra souvent supprimer un des étages de réduction.

La réduction de poids et d'encombrement de la machine d'extraction facilite son installation sur une tour directement au-dessus du puits. Il est alors possible de choisir le diamètre du tambour à friction égal à la distance entre-axes du skip (ou de la cage) et du contrepoids. Dans ce cas, on peut se dispenser d'installer des poulies guides et on évite ainsi la courbure inverse qu'elles donnent aux câbles, alors qu'on ne peut jamais s'en dispenser avec une machine Koepe, même installée sur une tour. Dans le cas de l'extraction avec deux skips ou deux câbles, la distance entre-axes reste cependant, en général, inférieure au diamètre minimum admissible.

Comme particularités mécaniques intéressantes, on peut encore remarquer :

— les poulies d'extraction emboîtées, à serrage, sur leur arbre, sans clavettes;
— l'emploi généralisé des roulements à rouleaux tant pour les arbres de poulies que pour ceux des réducteurs. Ces roulements donnent de bons résultats jusqu'aux charges de paliers les plus élevées, rencontrées en Suède, soit 40 t (dans les installations en construction, il est prévu 80 t);

— les garnitures d'adhérence en cuir devant supporter, suivant les projets, des pressions superficielles atteignant 19 kg/cm². Mais, leur résistance à l'usure sous une telle pression n'a pas été démontrée, car aucune des installations n'a atteint sa profondeur et ses conditions de sollicitation maxima;

— la suspension sur ressorts des carters de réducteur, facilitant l'accouplement rigide aux arbres de poulies d'extraction et absorbant les chocs;

— pour de petites installations, le groupe moteur-réducteur monté en porte-à-faux sur l'extrémité de l'arbre de poulie.

En ce qui concerne l'installation électrique, les dispositifs automatiques ont montré, à l'expérience, une sécurité et une régularité de fonctionnement supérieures à la commande manuelle. Cette dernière n'est plus utilisée que pour des usages spéciaux : inspections, vérifications, etc. D'une façon générale, la commande, même manuelle, s'effectue toujours à distance de la machine qui fonctionne normalement sans surveillance aucune.

Pour les opérations normales, la commande est réalisée par boutons-poussoirs, indifféremment à partir de tous les étages ou de la surface. Toutes les sécurités d'usage courant pour les ascenseurs d'immeubles sont adoptées et complétées par d'autres dispositifs allant jusqu'aux cellules photo-électriques devant les portes de puits des plus grandes installations. La commande à partir de la cage elle-même exige l'amener jusqu'à celle-ci d'un câble souple, ce qui en limite l'utilisation à une profondeur de 600 m maximum. Pour des profondeurs plus grandes, un dispositif étudié permettrait de commander les opérations à l'avance, de l'envoyage, et de n'amorcer la succession des opérations, au moyen d'un dispositif mécanique, qu'après avoir pénétré dans la cage.

Certaines installations d'extraction par skip, les plus récentes, peuvent fonctionner indéfiniment de façon entièrement automatique, tant qu'il y a du minerai dans la trémie de chargement, au fond, et que la trémie de déchargement, à la surface, n'est pas engorgée.

Avec les machines à montage Ward-Léonard, tout le ralentissement s'obtient par freinage dynamique électrique; le frein mécanique n'est serré que pour assurer l'immobilité à l'arrêt. Pour la commande manuelle, le levier de frein est supprimé, les freins se serrent en mettant le levier de commande électrique sur la position « arrêt ».

Les régulateurs mécaniques contrôlant la vitesse sont remplacés par un appareil électrique dont l'organe essentiel est un générateur tachéométrique qui permet de suivre avec précision la caractéristique de ralentissement imposée.

La conclusion des auteurs du rapport est que l'expérience suédoise est suffisamment concluante pour justifier l'équipement en Grande-Bretagne, d'une installation pilote appliquant les systèmes suédois. Cette installation pilote permettrait la mise au point des modifications à apporter aux dispositifs suédois pour faire face aux conditions différentes des charbonnages britanniques : charges, profondeurs et vitesses de translation toutes plus grandes que dans les mines de fer de Suède.

Vu l'intérêt que présente actuellement l'extraction par câbles multiples (1), nous pensons opportun de donner de larges extraits d'un rapport publié par le National Coal Board à la suite d'une

visite faite en Suède et où les ingénieurs ont eu l'occasion d'étudier en détail les machines d'extraction à câbles multiples et à commande automatique.

I. — PRINCIPES ET AVANTAGES DES MACHINES D'EXTRACTION A CABLES MULTIPLES

Dans les mines de fer de Suède, les machines d'extraction à tambour ou à poulie Koepe installées sur le sol, sont considérées comme périmées. Toutes les installations récentes et en projet sont équipées de machines d'extraction avec poulies à friction pour câbles multiples, installées immédiatement au-dessus du puits et munies de 2, 3 ou, plus généralement, 4 câbles. L'extraction du minerai s'effectue au moyen de skips à déchargement par le fond et des cages sont utilisées pour le personnel et le matériel. Lorsque l'extraction se fait à un seul étage, on utilise deux engins de transport s'équilibrant; cependant, la plupart des installations comprennent plusieurs étages d'extraction et, dans ce cas, l'on adopte le système à engin de transport unique et contrepoids. La commande par boutons-poussoirs est la règle plutôt que l'exception; pour la translation du personnel, la commande se fait par bouton-poussoir de la cage même. Les salles de machines d'extraction restent verrouillées et sans lumière ni surveillance aucune.

En Suède, on applique à l'extraction dans les mines les usages normaux pour les ascenseurs d'immeubles.

PRINCIPES DE LA MACHINE D'EXTRACTION

La machine d'extraction à friction, à câbles multiples, installée sur une tour, est le résultat d'une transformation du système Koepe.

Deux câbles ou plus, en parallèle, passent sur un tambour à friction et sont fixés à deux engins de transport ou à un seul engin et un contrepoids. L'emploi d'un nombre suffisant de câbles permet de réduire le diamètre du tambour à friction à l'écartement entre-axes de câbles exigé dans le puits et les poulies de déflexion, normalement indispensables dans le système Koepe à câble unique, peuvent être supprimées. Ceci est généralement possible dans le cas d'emploi du système à simple engin de transport et contrepoids, ce n'est pas toujours réalisable avec deux engins de transport, lorsque les axes de câbles sont peu écartés.

AVANTAGES DU SYSTEME D'EXTRACTION A FRICTION A CABLES MULTIPLES

Les avantages présentés par l'emploi d'une machine d'extraction à câbles multiples, par rapport

(1) Voir « Les installations d'extraction à multicâbles sur poulies et tambours à adhérence » par J. VERWILST. A.M.B. novembre 1954, p. 758, et « 1975 », Communication présentée par INICHAR au Congrès du Centenaire de la Société de l'Industrie Minérale, Paris 1955, p. 17.

soit aux machines à tambours, soit aux machines Koepe à câble unique, sont les suivants :

a) les câbles multiples augmentent la sécurité et la durée de vie des câbles; ils sont indispensables pour l'extraction de charges importantes à de grandes profondeurs. Lorsqu'on peut se passer de poulies de déflexion, on élimine la courbure inverse des câbles avec tous ses désavantages;

b) le diamètre du tambour à friction est relativement petit. Par exemple, le diamètre de tambour exigé pour une machine à 4 câbles vaut environ la moitié du diamètre exigé pour la machine équivalente à câble unique. La largeur du tambour doit seulement être suffisante pour recevoir le nombre de câbles exigés, côté à côté, avec un espace suffisant entre câbles pour les dispositifs de fixation et d'égalisation de tension.

La réduction de ce diamètre a pour conséquence :

- 1) une réduction de dimension et de poids de la machine d'extraction;
- 2) une augmentation proportionnelle des vitesses du tambour et du moteur d'entraînement et, par conséquent, une réduction de dimension du châssis du moteur;
- 3) une réduction du couple à transmettre par le moteur et les engrenages, ainsi qu'une réduction de l'inertie des masses en rotation, ce qui entraîne une réduction de la puissance du moteur et éventuellement de la consommation d'énergie.

Lorsqu'on utilise des moteurs à accouplement direct, cette réduction de dimension du moteur peut procurer une économie de prix considérable.

c) des câbles à câblage gauche et droit sont disposés de façon à contrebalancer toute tendance à la torsion de l'engin de transport. Cette disposition diminue l'usure des guides avec un guidonage fixe et améliore les conditions dans le cas de câbles guides, tout spécialement dans les puits profonds;

d) la réduction de dimension et de poids de la machine d'extraction permet de l'installer dans une tour étroite, ce qui entraîne une économie d'immobilisation par rapport à une machine d'extraction équivalente installée au sol;

e) l'installation sur une tour libère de l'espace et autorise une utilisation plus rationnelle du terrain disponible. Lorsque de nouveaux treuils doivent être montés sur des puits existants, sans interrompre l'extraction, la tour peut être édiflée autour du châssis à molette existant, ce qui simplifie la transition;

f) la capacité potentielle de fabrication des pièces mécaniques est augmentée par le fait que l'on peut fabriquer environ deux machines d'extraction à friction, à câbles multiples, au lieu d'une seule machine à tambour de même capacité de service, et l'on peut atteindre un niveau de normalisation beaucoup plus poussé;

g) les machines d'extraction peuvent être utilisées comme treuil de fonçage, à simple tambour,

en les installant sur le sol pendant la durée du creusement du puits. Elles sont ensuite transportées sur la charpente définitive, après achèvement du creusement.

INSTALLATION DES MACHINES D'EXTRACTION

Toutes les machines à câbles multiples examinées sont installées dans des tours en béton armé, sauf les machines souterraines de Kiruna. D'après les renseignements reçus, la préférence marquée pour le béton armé serait due au degré d'humidité élevé de l'atmosphère intérieure et à la nécessité d'assurer une protection convenable contre les variations extrêmes de température et les conditions climatiques sévères.

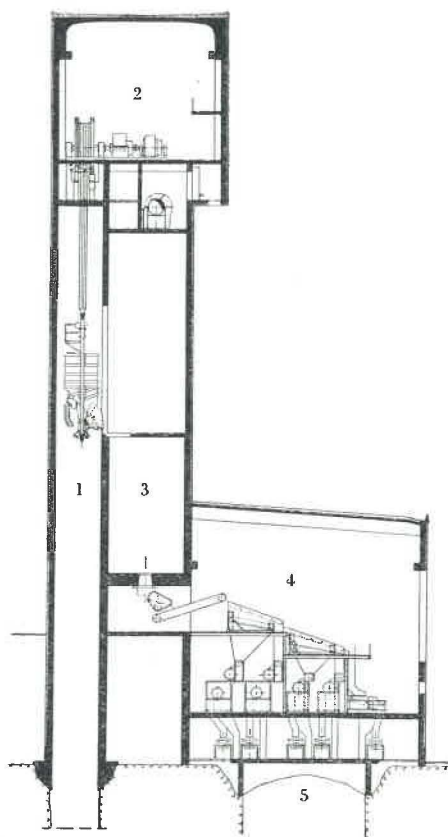


Fig. 1. — Coupe dans une tour de machine d'extraction.
typique : 1) puits; 2) salle des machines; 3) trémie à minerai brut; 4) installation de concentration par séparation magnétique; 5) produit fini, silo d'emmagasinage.

La figure 1 représente une tour typique. Elle comprend généralement une trémie à minerai d'une capacité allant jusque 1 000 t, ainsi que des installations de broyage secondaire et final et l'installation de concentration. La nature de ces installations et la capacité d'emmagasinage qui doit être assurée déterminent la hauteur de la tour qui, par conséquent, est souvent plus élevée que ne l'imposeraient les nécessités de l'extraction seule. Les bureaux et les bâtiments administratifs sont souvent reliés à l'ossature de la tour.

Installations nouvelles.

A la mine de Kiruna, une nouvelle installation est en cours de construction. Elle comprend huit machines d'extraction à 4 câbles pour skip et une machine de service. Chacune des machines pour skip permettra d'extraire une charge utile de 20 t à une profondeur de 450 m et sera entièrement automatique. La figure 2 donne une vue de l'installation dans son aspect final. Elle aura une capacité totale d'extraction de 4 600 t/h et comprendra l'installation de concentration.

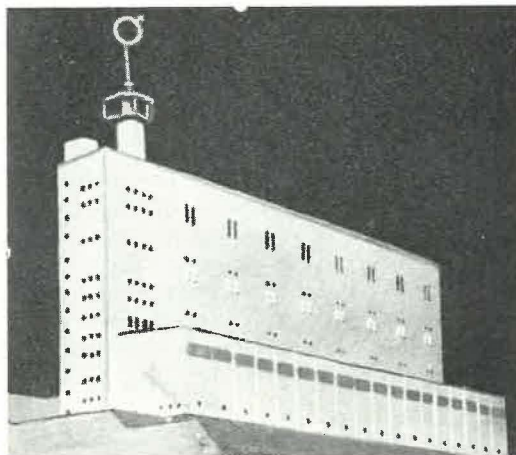


Fig. 2. — Tour pour huit machines d'extraction.

Aménagement du puits.

Les puits sont de section rectangulaire et généralement sans soutènement, vu la résistance des terrains. Les guidonnages utilisés sont rigides, en madriers, et latéraux ou dans les angles, sauf dans un cas où le guidonnage est frontal. Chaque puits est généralement équipé de deux machines. Dans les plus petites installations, un skip et une cage sont souvent disposés dans un puits. Dans les plus grandes installations, par exemple à Kiruna, l'extraction du minerai et les translations de service ont lieu dans des puits différents.

Skips et cages.

Les skips sont du type classique à déchargement par le fond. La figure 3 représente un clapet de skip typique. En position fermée, le clapet est assujéti par des crans d'arrêt à ressort. Certains skips comprennent une cage suspendue en dessous d'eux, pour permettre la translation du personnel et du matériel. Une cage de ce genre, observée à Bodas, présente une caractéristique intéressante : elle a la possibilité de se déplacer dans des guides à l'intérieur de son cadre de suspension de façon que la cage, avec son wagonnet, puisse reposer sur taquets alors que les câbles restent tendus par le poids du skip et du câble. Le déplacement vertical maximum de la cage dans son cadre est d'environ 30 cm. Ce type de cage, représenté à la figure 4, est utilisé avec des taquets non automatiques, lorsque la commande de la machine

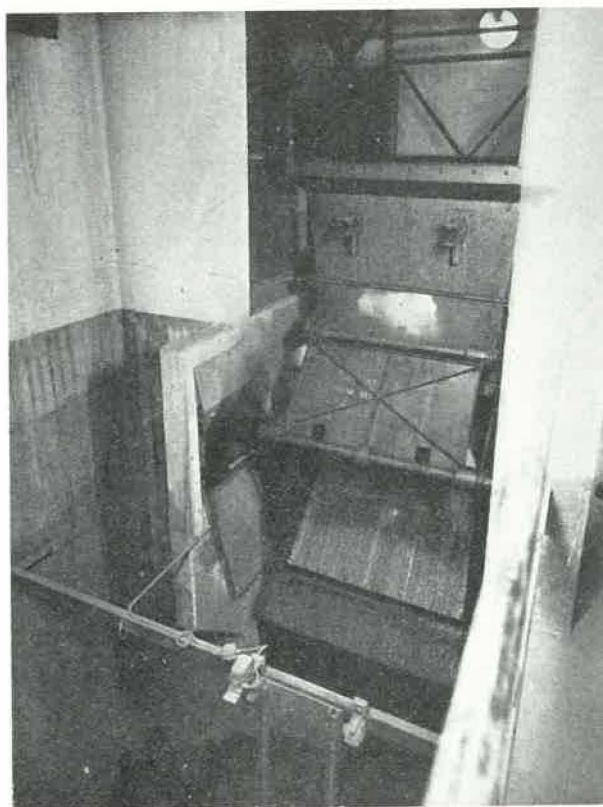


Fig. 3. — Clapet typique de skip à déchargement par le fond.

d'extraction se fait manuellement pour la translation du matériel.

Dans certaines installations, des dispositifs parachutes à mâchoires de serrage sont installés, mais on ne peut signaler aucune occasion où ils aient été appelés à fonctionner. Les installations les plus récentes ne comprennent plus de tels dispositifs qui sont considérés plutôt comme une source possible d'accidents que comme une sécurité.



Fig. 4. — Guides dans le cadre de suspension de la cage, mine de Bodas.

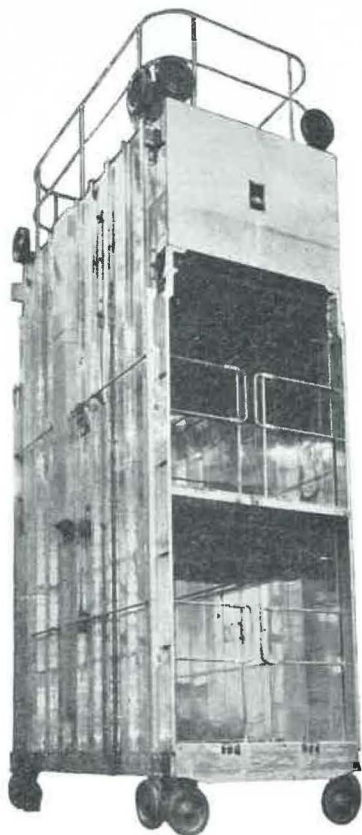


Fig. 5. — Cage pour 80 hommes, Kiruna.

La figure 5 représente une cage à deux paliers, pouvant contenir 80 hommes. De construction mixte, acier et alliage léger, elle est utilisée au puits de service n° 1 à Kiruna. Des galets guides à bandages pneumatiques roulent sur le guidonage placé dans les angles. Le plancher supérieur est découpé pour permettre la manipulation et la fixation aisées de matériaux longs. La cage est équipée de taquets automatiques dont le fonctionnement est semblable à celui décrit dans la deuxième partie de ce rapport. Les portes de la cage se replient en arrière, contre les parois de la cage, et sont interconnectées électriquement avec les circuits de démarrage de la machine d'extraction. Il faut remarquer le garde-fou installé autour de la face supérieure de la cage et qui assure la sécurité du personnel au cours des inspections du puits ou de l'ajustement des câbles, etc. Des arrêts, bloquant les roues des wagonnets, se retirent automatiquement lorsque la cage est dans la position d'encagement.

Les wagonnets sont poussés dans les cages à la main ou par locomotive. L'emploi de refouleurs mécaniques ne s'est pas encore révélé nécessaire.

Portes de puits.

Les portes du puits de service n° 1 de Kiruna sont actionnées par un dispositif électro-pneumatique et s'ouvrent automatiquement lorsque la cage est en position d'encagement, mais leur fermeture doit être commandée par bouton-poussoir, soit de l'intérieur de la cage, soit de la station. Un relais

photoélectrique dont le rayon traverse l'entrée provoque la réouverture des portes si quelqu'un essaye de pénétrer dans la cage ou d'en sortir au cours de la fermeture.

A Bodas, qui est une installation moins importante, les portes des deux cages sont actionnées manuellement.

Contrepoids.

Les contrepoids sont calculés pour équilibrer environ le poids mort de l'engin de translation, plus la moitié de la charge utile. Ils sont généralement en pièces de fonte soutenues dans un châssis. On a examiné la possibilité de fixer des contrepoids séparés à chacun des câbles et de supprimer ainsi la nécessité de l'appareillage d'égalisation à la suspension de l'engin de translation. Mais, aucun dispositif satisfaisant n'a été mis au point. Lorsque des dispositions sont prises pour permettre la descente éventuelle de charges exceptionnellement lourdes, on s'arrange, en général, pour pouvoir augmenter le contrepoids au moyen de poids supplémentaires placés dans le châssis ou en remplissant un réservoir à eau faisant partie du contrepoids. Inversement, leur poids peut être réduit pour le remplacement de câbles.

FONCTIONNEMENT DES MACHINES D'EXTRACTION

La commande par boutons-poussoirs est actuellement d'usage en Suède. Elle est considérée comme plus sûre que la commande manuelle. Par conséquent, aucun aménagement n'est fait dans les salles de machines d'extraction pour la commande directe des machines; elles fonctionnent totalement sans surveillance, les salles de machines restant verrouillées.

Pour l'extraction de minerai, les machines à skips sont généralement commandées par boutons-poussoirs à partir des stations de chargement. Lorsque le skip est chargé, on presse le bouton-poussoir et le skip accélère automatiquement jusqu'à pleine vitesse, remonte le puits, ralentit jusqu'à vitesse d'accostage, immédiatement avant que les galets d'ouverture de clapets ne pénètrent dans les guides courbes, et s'arrête en position de déchargement. Après quelques secondes pour vider le skip, la machine repart automatiquement en sens inverse; le skip se déplace à faible vitesse jusqu'à ce que le clapet se révèle bien fermé, puis il accélère alors jusqu'à pleine vitesse, ralentit et s'arrête enfin en position de chargement. Certaines installations, très récentes, sont conçues pour fonctionner de façon complètement automatique, c'est-à-dire que, lorsque la succession des opérations est amorcée, la machine continue à fonctionner aussi longtemps qu'il y a du minerai dans la trémie du fond. Un dispositif de protection est installé pour arrêter automatiquement la machine si la trémie de déchargement, en surface, est remplie et ne peut plus recevoir une nouvelle charge.

Des dispositifs de commande à distance sont installés à proximité des stations de descente du personnel, comme on peut le voir sur la figure 6. Ils permettent la commande de la machine d'extraction au cours des inspections et pour la translation du personnel ou du matériel dans la cage fixée sous le skip.

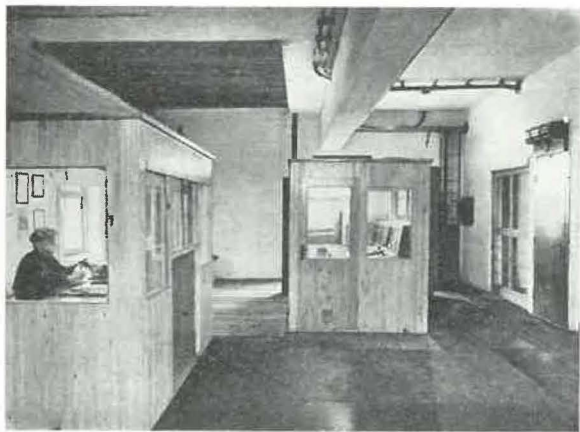


Fig. 6. — Une des commandes à distance installées à la station de réception.

Les communications par téléphone ou haut-parleur sont normalement assurées dans les deux sens, avec la cage.

Les machines des treuils de cage peuvent être commandées, soit de la cage elle-même, soit des stations, par bouton-poussoir. Au début et à la fin d'un poste, lorsqu'un grand nombre d'hommes doivent descendre ou remonter, la direction de la mine charge ordinairement un homme de surveiller l'embarquement et le débarquement et d'actionner les boutons-poussoirs. En d'autres moments, les personnes appelées à se déplacer commandent à volonté les déplacements dans le puits. A chaque envoi et dans la cage, il y a

un bouton-poussoir, avec panneau indicateur du type en usage habituel pour les ascenseurs. Ce tableau comprend un bouton-poussoir pour chaque niveau desservi et un bouton d'arrêt en cas d'urgence. Si quelqu'un désire se rendre d'un étage à un autre, il appuie sur le bouton d'appel de la station, il pénètre dans la cage, ferme les portes et appuie, dans la cage, sur le bouton convenant pour l'étage où il désire aller. Le système offre une sécurité complète, car la cage ne peut se déplacer que si les portes du puits et de la cage sont toutes fermées.

Lorsque quelqu'un est entré dans la cage et a fermé les portes, un relais de temporisation entre automatiquement en fonctionnement et empêche que la cage ne soit appelée à un autre étage, avant que la personne qui s'y trouve n'ait disposé d'un temps raisonnable pour actionner le bouton-poussoir de la cage.

A la mine de Bodas, on a introduit une limitation supplémentaire, qui empêche de rappeler vers un autre étage une cage arrivée à un étage déterminé, tant que l'on n'a pas appuyé sur un bouton de déclenchement installé à l'envoi. La machine d'extraction peut également être commandée de n'importe quel niveau, sans personne dans la cage, pour transporter les wagonnets d'un étage à l'autre; il suffit d'appuyer à l'étage d'expédition sur le bouton correspondant à l'étage vers lequel on désire envoyer la cage.

Les commandes de ce genre se sont montrées d'une telle régularité de fonctionnement que l'on ne prévoit plus que le minimum de dispositions pour la commande manuelle. Celle-ci n'est utilisée que dans un but d'inspection ou après un déclenchement fortuit; dans ce cas, la machine doit être remise sous commande manuelle, avant de pouvoir à nouveau fonctionner automatiquement. Ceci assure le repérage de toute défectuosité dans l'appareillage de commande automatique. Des dispositions sont prises sur place pour faire face à ces éventualités.

II. — DETAILS TECHNIQUES.

CABLES

Type.

Les câbles en usage sont composés de torons plats, à l'exception de ceux de Kiruna, où l'on préfère les câbles à torons ronds de composition Seale. Aucun câble clos n'est en usage, probablement parce qu'ils ne sont pas normalement fabriqués en Suède et parce que la nécessité de leur emploi ne s'est pas fait sentir. Les câbles ne sont pas graissés, mais on utilise couramment des câbles galvanisés lorsque les conditions du puits présentent un danger de corrosion.

Facteur de sécurité.

Les prescriptions réglementaires sont en cours de révision. Mais actuellement, pour les engins servant uniquement à la translation du personnel, le facteur de sécurité basé sur l'effort au freinage

doit être de 8 si la cage est munie de dispositifs parachutes et de 10 en l'absence de tels dispositifs. Pour les engins servant à la translation du matériel aussi bien que du personnel, le facteur de sécurité pour le personnel ne peut être inférieur aux chiffres indiqués ci-dessus et, pour le matériel, il ne peut être inférieur à 6 lorsque la cage est munie de dispositifs parachutes, ou 8 lorsqu'elle en est dépourvue. Pour les engins ne devant pas servir à la translation du personnel, il n'y a pas de prescriptions réglementaires, mais il est d'usage de prévoir un facteur de sécurité d'au moins 6.

Rapport entre les diamètres de câbles et de tambour.

Lors de l'établissement des projets de tambours et poulies, on prévoit un rapport du diamètre du

câble au diamètre du tambour de 1/80 au minimum, se basant sur le diamètre du câble qui sera utilisé pour la profondeur maximum; tout ceci dans le cas où il n'existe pas de poulies de déflexion. On adopte un rapport de 1/90 s'il y a une telle poulie. La pression maximum prévue sur la surface de roulement, avec des câbles toronnés et pour les conditions d'utilisation les plus dures, est de 19 kg/cm² ou, de préférence, 17,5 kg/cm². Aucune des installations d'extraction installées à ce jour ne travaille à sa profondeur maximum et, par conséquent, cette pression n'a pas été atteinte. Aucune expérience n'a été faite pour savoir si ces pressions relativement élevées provoqueront une usure excessive de la surface de roulement sous l'action des câbles toronnés.

Durée de vie des câbles et inspections.

Il n'existe pas de limite réglementaire à la durée de vie des câbles. Néanmoins, après deux ans d'emploi, les exploitants eux-mêmes font inspecter complètement les câbles, généralement par le fabricant ou toute autre personne indépendante et compétente qui peut donner un avis sur leur maintien en service. Il n'y a pas d'exemple de câble ayant résisté moins que cette période. A la mine de Bodas, la durée maximum est de 5 ans et la durée moyenne, environ 4 ans. Ces durées se comparent très favorablement avec la limite réglementaire actuelle de deux ans, sujette à prolongation si l'état du câble reste bon, imposée en Grande-Bretagne pour les câbles de machine Koepe. Mais, les câbles à Bodas ne supportent qu'une charge relativement légère. A Kiruna, les installations d'extraction ne fonctionnent pas depuis assez longtemps pour qu'une évaluation exacte de la durée de vie des câbles ait pu être retirée.

Les câbles sont examinés, chaque semaine, par un délégué de l'exploitant et par une personne compétente agréée par le « Bergmastare » (administration des mines). On n'effectue pas de rattachage des câbles.

Fixation des câbles d'extraction.

Dans les petites installations, chaque câble est replié autour d'un œillet et serré sur lui-même au moyen de « brides Bulldog ».

Dans les plus grandes installations visitées, le dispositif utilisé, à l'extrémité du câble côté engin de translation, consistant en attache de câble du type à autoserrage, est représenté à la figure 7. À l'extrémité côté contrepoids, on utilise généralement des attaches de câble spéciales en métal blanc. Les attaches sont filetées et munies d'écrous pour permettre de régler la longueur de câble.

Dispositifs d'égalisation.

Jusqu'à présent, on considère comme désirable d'installer un dispositif d'égalisation que l'on intercale à la fixation du câble sur l'engin de translation. Le dispositif d'égalisation utilisé est de construction simple, comme on le voit à la



Fig. 7. — Attache de câble du type auto-serrage.

figure 8. Une particularité importante réside dans la pose de deux colliers de sécurité, comme protection en cas de rupture de la pièce unique de suspension de l'engin de translation lui-même. L'égalisation initiale des câbles est réalisée en les réglant de façon à amener les leviers d'égalisation à l'horizontale et en effectuant les réajustages éventuellement nécessaires, après que l'allongement initial des câbles se soit produit.

Il semble ne se produire aucun mouvement du dispositif d'égalisation dans des conditions de service normal, lorsqu'on observe en surface et au fond du puits.

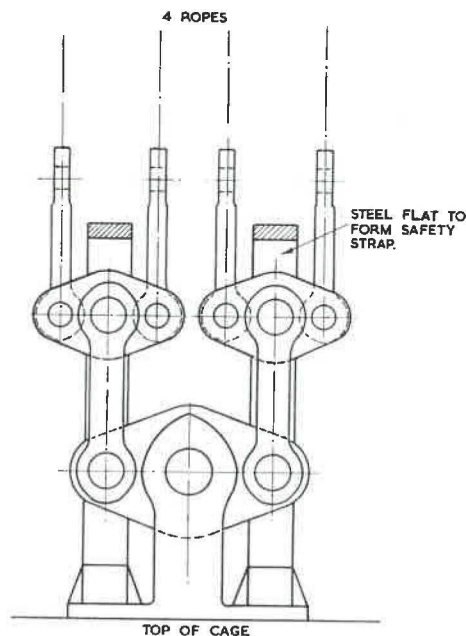


Fig. 8. — Dispositif d'égalisation : a) 4 câbles; b) collier de sécurité en plat d'acier; c) sommet de la cage.

Il a été établi cependant que, si un levier d'égalisation s'incline sur l'horizontale, au cours du fonctionnement normal, cela indique la nécessité d'ajuster le câble.

Normalement, les câbles sont fabriqués d'une seule longueur que l'on coupe suivant le nombre de longueurs exigées pour l'installation. On procède ainsi pour tenter d'assurer l'uniformité des modules de câbles et des autres facteurs d'allongement.

Comportement des câbles.

Les mouvements des câbles observés étaient doux et sans vibrations ou oscillations exagérées. On ne les a pas vus se toucher, bien que la distance entre eux soit seulement de 15 ou 20 cm suivant la dimension des attaches. Un cheminement des câbles, distinct d'un glissement, se manifeste sur les tambours, tout particulièrement lors de la translation de charges variables équilibrées par un contrepoids. Il est nécessaire d'installer un dispositif de compensation du cheminement pour pouvoir synchroniser périodiquement l'engin de translation avec les dispositifs de commande et de protection qui sont entraînés par l'arbre du tambour. Cette synchronisation est généralement effectuée au niveau de l'étage le plus fréquemment utilisé. Dans le cas du système à simple engin de translation et contrepoids, lorsque plusieurs étages sont desservis, il peut être nécessaire d'assurer la synchronisation à plus d'un étage. Si on ne le fait pas et si beaucoup de translations s'effectuent entre des étages où la synchronisation n'est pas assurée, des erreurs dues à des cheminements excessifs peuvent apparaître, tout particulièrement avec de faibles charges qui provoquent un cheminement progressif vers le contrepoids. Comme les câbles sont fixés de façon rigide à leur extrémité côté contrepoids, toute tendance à un cheminement relatif entre câbles se compense automatiquement et ce phénomène n'entraîne pas une usure excessive des garnitures d'adhérence.

Rainures d'adhérence.

Les rainures d'adhérence sont garnies de couches alternées de cuir chrome et vert spécialement sélectionné, imprégnées et comprimées en blocs en forme de queue d'aronde. Ces blocs sont fixés au tambour par des coins en bois, comme on le voit à la figure 9. La durée de vie en est généralement de 4 ans environ. Le calcul de la machine d'extraction est basé sur un coefficient de frottement de 0,2 entre le câble et les garnitures d'adhérence. Sous des efforts statiques, on adopte généralement un rapport de tension du câble de 1,5/1 et il ne s'est pas présenté de cas de glissement.

Câbles d'équilibre.

Toutes les installations visitées comprenaient des câbles d'équilibre. On peut cependant parfois se dispenser de les utiliser, tenant compte des

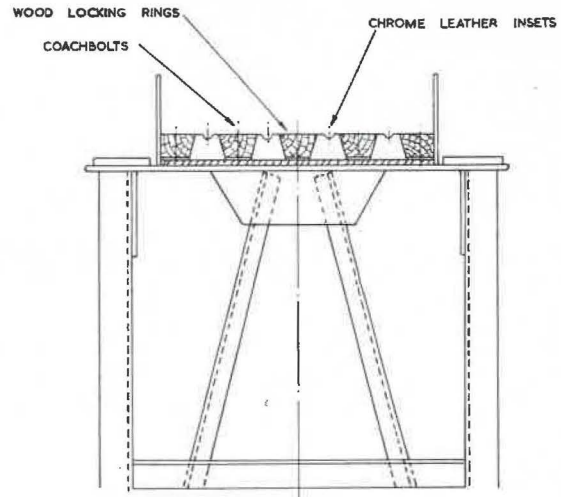


Fig. 9. — Disposition typique des rainures d'adhérence sur un tambour de treuil pour 4 câbles : a) anneau de calage en bois; b) boulons tire-fonds; c) pièces rapportées en cuir chrome.

caractéristiques de glissement de l'installation, dans le cas où l'on adopte le système à engin de transport unique et contrepoids, et lorsque la profondeur est faible.

Les câbles utilisés sont généralement plats, sauf à Kiruna où les câbles installés sont ronds, anti-giratoires, avec accouplements pivotants à une extrémité. Il y a le même nombre de câbles d'équilibre que de câbles principaux, et ils ont les mêmes diamètres et le même poids spécifique.

A Boliden fonctionnent deux installations d'extraction avec skip basculant. On y utilise des câbles d'équilibre de poids excessif, de façon à fournir une charge supplémentaire au câble du skip pendant l'opération de déchargement du skip. On assure ainsi la sécurité contre le glissement au cours du déchargement du minerai quand une partie du poids du skip est supportée par les guides.

Au fond du puits, les câbles d'équilibre sont guidés par de gros madriers de bois traversant les boucles. Les câbles d'équilibre multiples ne provoquent pas de difficultés.

Pose et remplacement des câbles.

Les directives pour la pose et le remplacement des câbles d'extraction et d'équilibre sont données en annexe, à la fin de cette note.

**PARTIE MECANIQUE
DU TREUIL D'EXTRACTION**

La figure 10 montre une disposition typique des arbres et paliers.

Tambour.

Les tambours sont construits en assemblages, avec des surfaces de freinage qui en font partie intégrante. Les bras sont en profilés U, soudés à un moyeu en acier coulé qui est emboîté, à ser- rage, sur l'arbre. Il n'y a pas de clavettes ajustées.

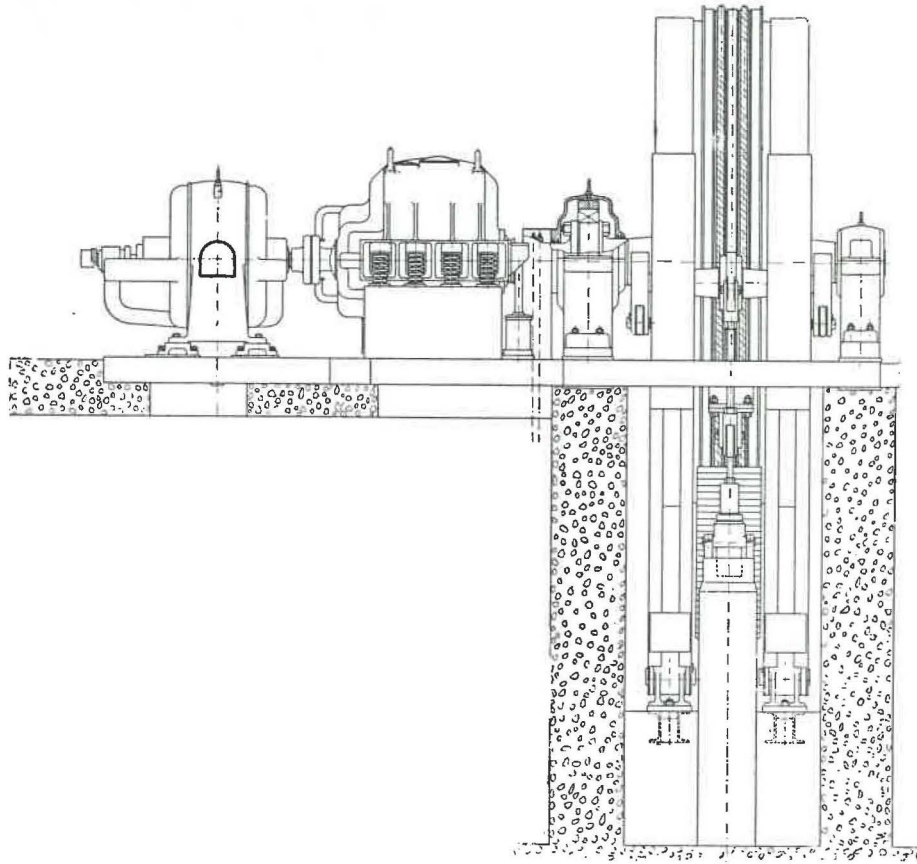


Fig. 10.

Poulies guides.

Lorsqu'elles sont utilisées, les poulies guides sont en assemblages légers, et il n'a pas semblé nécessaire de les munir de rainures pour éviter le glissement de la poulie dans les cas de freinage. Les poulies, montées sur buselures, sont folles sur un arbre qui tourne dans des paliers à rouleaux.

Arbre et paliers du tambour.

Les demi-accouplements sur les arbres du tambour à friction et du réducteur sont forgés d'une pièce avec ses arbres, emboîtés et assujettis au moyen de boulons ajustés. Les paliers sont tous du type à rouleaux avec supports de roulement sphériques. L'accouplement entre les arbres du tambour et du réducteur est maintenu par une armature dans le support du palier.

L'expérience de l'emploi de paliers à rouleaux sur les machines d'extraction, en Suède, a été bonne. Mais, la charge maximum supportée ne dépasse pas 40 t. Des paliers à rouleaux de types démontables n'ont pas été utilisés.

Réducteur et entraînement.

Toutes les machines d'extraction, à friction, installées sur des tours sont entraînées par l'intermédiaire de réducteurs doubles ou triples.

Les carters de réducteurs sont montés sur ressorts, ce qui élimine toute possibilité d'apparition

dans les engrenages, de tensions provoquées par des déformations de l'arbre du tambour, et ce qui permet de tolérer une légère déformation de la tour ou un certain tassement des fondations, etc. La figure 11 représente un réducteur de ce genre. Une autre propriété intéressante est que les ressorts du carter atténuent les pointes de charge qui se produisent au démarrage et au freinage, et qu'ils absorbent partiellement l'inertie du moteur lorsque l'on applique le freinage mécanique. Ceci réduit les efforts induits dans les engrenages, tout particulièrement en cas d'application des freins de secours. Des cylindres amortisseurs spéciaux éliminent l'oscillation du réducteur.

Dans de petites installations, comme celle représentée à la figure 12, on utilise des blocs moteur-réducteur. Le moteur, vertical, est fixé par une bride sur le réducteur, et l'ensemble du groupe moteur-réducteur est porté par l'arbre du treuil de façon que treuil, réducteur et moteur restent alignés l'un par rapport à l'autre. Une amarre est prévue entre le carter du réducteur et le support du treuil de façon à empêcher toute rotation du groupe autour de l'arbre à faible vitesse. Ce dispositif d'entraînement en porte-à-faux occupe peu de place et convient parfaitement pour de petits treuils.

Des réducteurs de ce type sont en service depuis 1937 et leur fonctionnement a été sans incident. Il y en a actuellement environ 40 en service,

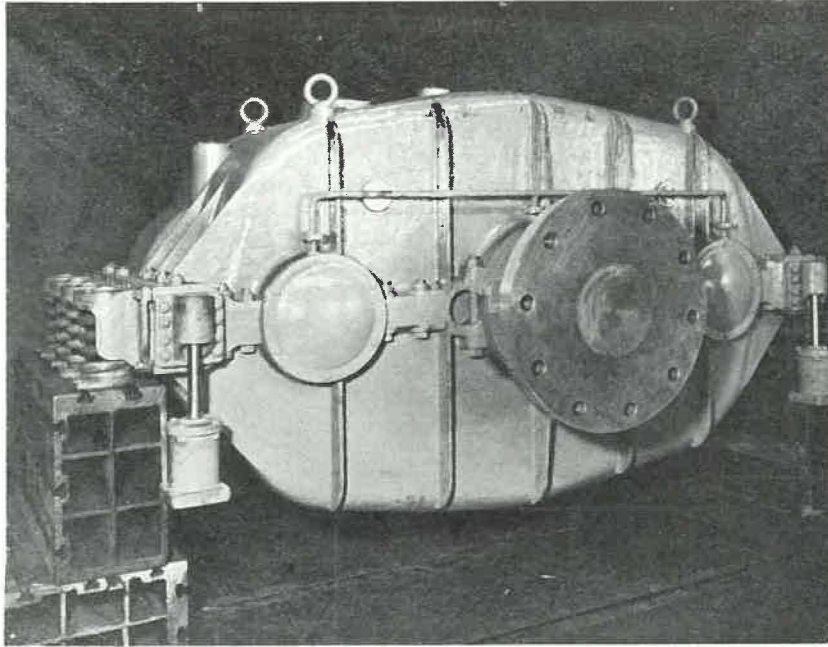


Fig. 11. — Exemple typique de suspension à ressorts d'un réducteur de machine d'extraction à friction, à câbles multiples.

Ils autorisent une économie d'espace et de poids et permettent l'emploi de moteurs à vitesse la plus élevée admissible pour une puissance donnée; la dimension des moteurs peut ainsi être maintenue au minimum.

Freins.

Les freins sont calculés pour retenir trois fois la charge maximum non équilibrée ou pour imposer à cette charge, en cours de descente, une accélération négative de 2 m/sec². Chaque machine d'extraction est équipée de deux freins

indépendants, assurant chacun 50 % du couple voulu. Ils agissent sur des surfaces de freinage distinctes, une à chaque extrémité du tambour. Ils sont actionnés par air comprimé tant pour le service normal que pour le freinage de secours, mais les dispositions sont prises pour assurer le serrage des freins par des poids ou des ressorts dès qu'une chute de pression d'air comprimé se manifeste. La figure 13 représente la disposition d'un frein de ce genre.

Tout le freinage nécessaire au cours d'un trait normal se fait électriquement. Le frein mécanique n'est utilisé que pour assurer l'arrêt complet et maintenir la machine à la fin du trait. On ne dispose pas d'un levier de frein distinct : le frein est appliqué, par l'intermédiaire d'une vanne électro-magnétique, lorsque le levier de commande électrique est amené sur la position « arrêt », en commande manuelle, et lors de la fermeture d'un relais fin de course dans le puits, en commande automatique.

En ce qui concerne l'installation électrique, les dispositifs automatiques ont montré, à l'expérience, une sécurité et une régularité de fonctionnement supérieures à la commande manuelle. Cette dernière n'est plus utilisée que pour des usages spéciaux : inspections, vérifications, etc. D'une façon générale, la commande, même manuelle, s'effectue toujours à distance de la machine qui fonctionne normalement sans surveillance aucune.

Pour les opérations normales, la commande est réalisée par boutons-poussoirs, indifféremment à partir de tous les étages ou de la surface. Toutes les sécurités d'usage courant pour les ascenseurs d'immeubles sont adoptées et complétées par d'autres dispositifs allant jusqu'aux cellules photo-

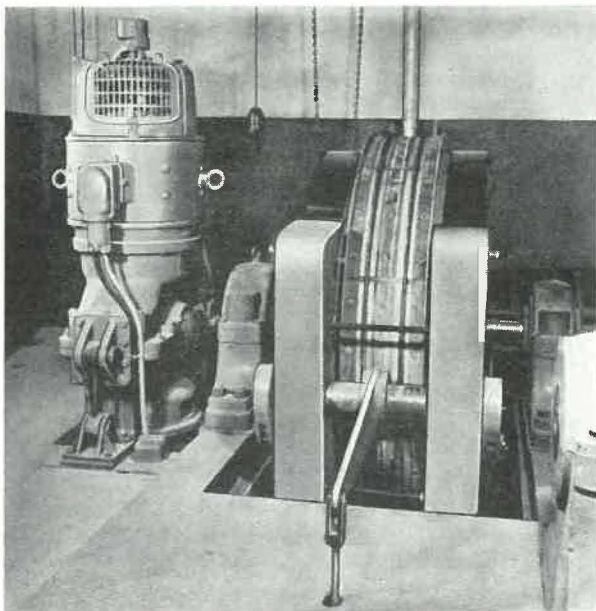


Fig. 12. — Machine d'extraction, à friction, à deux câbles, avec mécanisme d'entraînement en porte-à-faux.

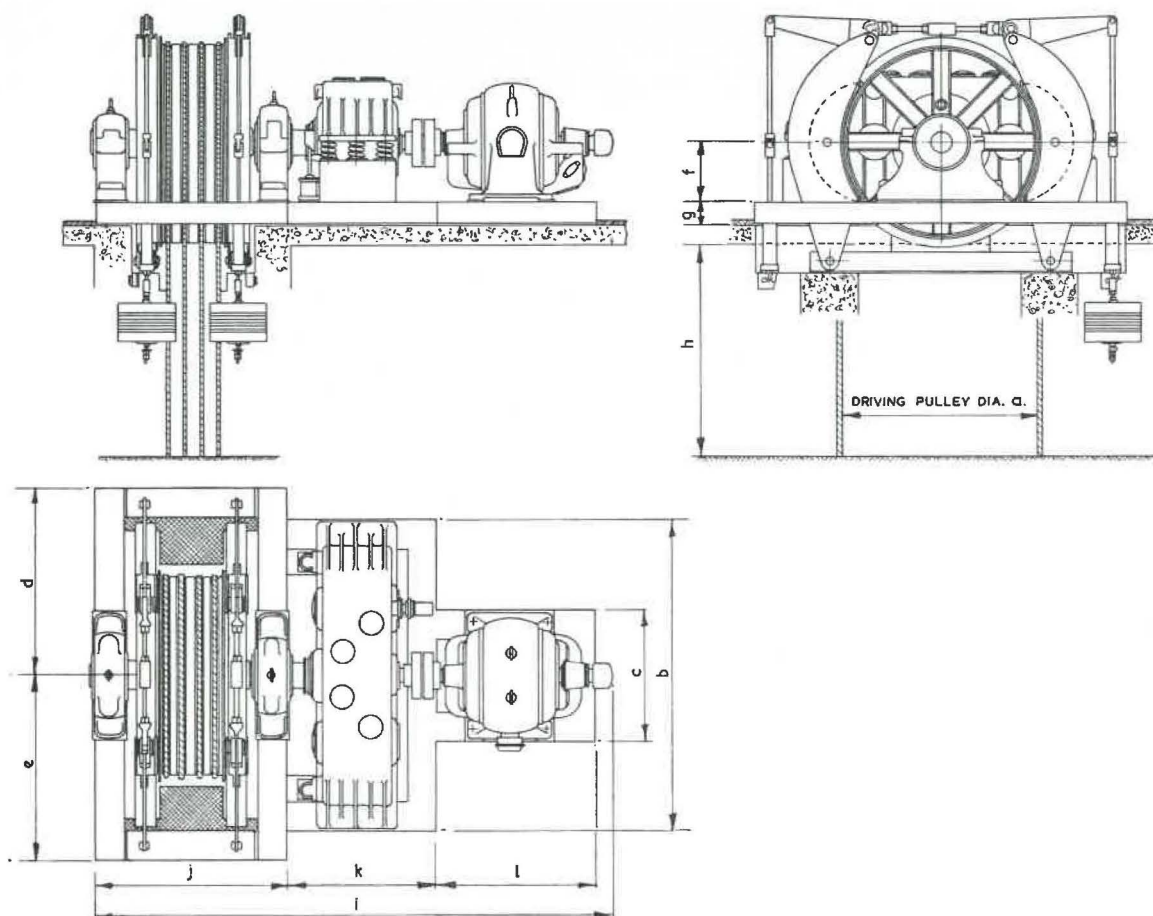


Fig. 13. — Vue schématique générale d'une machine d'extraction, à friction, à 4 câbles, montrant le système de freinage.

électriques devant les portes de puits des plus grandes installations. La commande à partir de la cage elle-même exige l'aménée jusqu'à celle-ci d'un câble souple, ce qui en limite l'utilisation à une profondeur de 600 m maximum. Pour des profondeurs plus grandes, un dispositif étudié permettrait de commander les opérations à l'avance, de l'envoyage et de n'amorcer la succession des opérations, au moyen d'un dispositif mécanique, qu'après avoir pénétré dans la cage.

Certaines installations d'extraction par skip, les plus récentes, peuvent fonctionner indéfiniment de façon entièrement automatique, tant qu'il y a du minerai dans la trémie de chargement, au

fond, et que la trémie de déchargement, à la surface, n'est pas engorgée.

Avec les machines à montage Ward-Léonard, tout le ralentissement s'obtient par freinage dynamique électrique; le frein mécanique n'est serré que pour assurer l'immobilité à l'arrêt. Pour la commande manuelle, le levier de frein est supprimé, les freins se serrent en mettant le levier de commande électrique sur la position « arrêt ».

Les régulateurs mécaniques contrôlant la vitesse sont remplacés par un appareil électrique dont l'organe essentiel est un générateur tachométrique qui permet de suivre avec précision la caractéristique de ralentissement imposée.

III. — CONCLUSIONS

Bien que les vitesses de translation et les puissances des installations d'extraction visitées en Suède ne soient pas comparables aux installations plus importantes qui seraient nécessaires en Grande-Bretagne, certaines caractéristiques concernant les câbles et les machines sont comparables. Le bon fonctionnement des installations d'extraction, les échanges de vues avec les techniciens chargés de leur fonctionnement et du calcul des installations importantes en cours de

fabrication, l'expérience allemande à Hanovre, l'usage courant pour les ascenseurs d'immeubles et les considérations théoriques indiquent tous que l'extraction par friction, à câbles multiples, est utilisable, économique et au moins aussi sûre que celle à câble unique, et qu'elle devrait être appliquée dans des mines de Grande-Bretagne.

L'expérience suédoise de roulements à rouleaux sur les machines d'extraction où la charge totale supportée ne dépasse pas 40 t est satisfaisante.

Plusieurs machines d'extraction, avec roulements à rouleaux, sont cependant en fabrication pour des charges supportées allant jusque 80 t environ. Certaines machines convenablement adaptées devraient être équipées de roulements à rouleaux, en Grande-Bretagne, à titre d'expérience.

En Suède, il est d'usage courant d'employer des câbles toronnés, avec des garnitures d'adhérence, en cuir, prévues pour des limites de pression superficielles relativement élevées : 17,5 à 19 kg/cm², contre 14 et 16 kg/cm² dans d'autres pays. Aucune installation n'a encore atteint la profondeur maximum prévue et, par conséquent, ces pressions n'ont pas encore été atteintes. On ne dispose donc d'aucune expérience pour savoir si l'usure des garnitures sera admissible ou excessive. En Grande-Bretagne, des câbles clos de 44 mm de diamètre ont donné satisfaction, depuis plus de 20 ans, sur la machine d'extraction Koepe, à câble unique, de Murton. Ils prennent appui sur une surface en bois d'orme qui ne s'use que de 25 mm en dix ans. Cette expérience est en faveur de la thèse suivant laquelle les câbles clos, avec rainures en bois d'orme, autorisent des pressions superficielles plus élevées et conviennent mieux que les câbles toronnés pour les installations à câbles multiples. Leur emploi se recommande par conséquent.

Le type de serre-câbles utilisé pour les câbles toronnés, en Suède, ne serait pas satisfaisant pour les câbles clos, à cause du petit rayon suivant lequel le câble doit être recourbé. Il serait nécessaire d'étudier d'autres types de serre-câbles, tenant compte des besoins de réglage du câble et de tout raccourcissement réglementaire.

Des dispositifs d'égalisation de charge des câbles multiples sont installés en Suède. D'autre part, des dispositifs de ce genre ont été expérimentés et puis retirés, dans une installation en Allemagne, que l'on a actuellement équipée d'un appareil pour mesurer l'effort maximum dans chacun des câbles multiples. Etant donné l'absence totale d'expérience concernant les câbles multiples, en Grande-Bretagne, et le peu d'expérience ailleurs, il semble prudent de prévoir des dispositifs d'égalisation dans les installations pilotes et de prendre des dispositions pour mesurer les efforts dans les câbles, dans les conditions de travail, de façon à recueillir les renseignements nécessaires sur lesquels on puisse baser les décisions concernant l'usage futur.

Il est intéressant de supprimer les poulies de renvoi et la courbure inverse qu'elles provoquent. Le diamètre minimum du tambour de friction reste cependant fonction de la pression superficielle, du coefficient de flexion et du coefficient de sécurité du câble. Les prescriptions réglementaires particulières, relatives aux machines d'extraction Koepe pour puits verticaux, devraient être révisées, en tenant compte de tous ces éléments.

Il faudrait étudier la méthode suédoise d'emboîter les tambours à serrage, sur les arbres, sans clavettes. Le réducteur de précision, monté sur

ressorts, à deux ou trois étages de réduction, tel qu'il est utilisé en Suède pour l'entraînement des machines à friction installées sur des tours, est peu encombrant, intéressant et très bien adapté à cet usage. Les vitesses de translation relativement plus élevées, qui sont d'usage courant en Grande-Bretagne, combinées avec de petits tambours de friction pour câbles multiples, permettraient l'emploi de réducteurs à un seul étage dans la plupart des cas, même si l'on utilise des moteurs à grande vitesse. Par conséquent, le type de réducteur simple, monté sur ressorts, récemment mis au point en Suède, peut avoir un vaste champ d'utilisation pour des machines à friction installées sur des tours. Il faut cependant envisager d'autres dispositifs que le réducteur monté sur ressorts, par exemple :

- a) des moteurs à accouplement direct, avec armatures en porte-à-faux, qui sont simples, plus petits, plus facilement maniables et plus économiques avec les machines à câbles multiples qu'avec les machines à câble unique équivalentes;
- b) un réducteur rigide, accouplé à l'arbre du tambour par un accouplement flexible à denture interne, ou un quelconque système d'entraînement flexible.

Il sera nécessaire de modifier les méthodes décrites pour la pose et le remplacement des câbles, afin de les adapter aux conditions locales. Il ne serait généralement pas indispensable de disposer d'un matériel spécial pour changer de câble ni d'augmenter la puissance du moteur d'extraction ou des freins, au delà de ce qu'exige le travail normal. Dans le but de ne pas dépasser ces limites, lors de la pose des câbles, il peut être nécessaire de descendre, non pas la cage, au fond du puits, mais le contrepoids qui peut être manipulé en plusieurs sections. Dans certaines installations avec deux cages ou deux skips, il peut être nécessaire d'installer un contrepoids provisoire et de le remplacer par la cage ou le skip, lorsqu'il est remonté à la surface, après la pose des câbles. D'autres méthodes de remplacement de câbles, que l'on peut adopter, sont indiquées.

La commande par boutons-poussoirs, tant pour l'extraction du minerai que pour la translation du personnel, s'est montrée utilisable et d'un fonctionnement sûr, en Suède, pour des vitesses de translation d'environ 5 m/sec et des profondeurs de 600 m. Il ne semble pas y avoir de raison d'exclure la commande par boutons-poussoirs avec des vitesses de translation plus élevées et des profondeurs plus grandes, pour autant que l'appareillage soit bien conçu en vue de sa fonction, qu'il assure la sécurité et que la commande manuelle puisse toujours être mise en service en cas de nécessité. Il faudrait, par conséquent, expérimenter l'extraction du minerai commandée par boutons-poussoirs, en Grande-Bretagne. Si les résultats des expériences sont tout à fait satisfaisants, il conviendra d'envisager la translation du personnel avec commande par boutons-poussoirs.

La simplification de commande qui résulte de l'adoption d'un levier unique est un élément intéressant qui facilite la sécurité de conduite manuelle de la machine d'extraction.

En cas d'adoption de la commande à distance ou par boutons-poussoirs, il est important de munir les freins mécaniques des dispositifs d'enclenchement assurant les fonctions suivantes :

- a) serrage du frein de secours si le frein de service ne développe pas un effort de retenue suffisant endéans un délai limité après l'immobilisation de la machine;
- b) coupure de l'alimentation électrique de la machine d'extraction et serrage du frein de secours si le frein de service n'est pas complètement ouvert endéans un temps limité après que les commandes ont été actionnées pour faire démarrer la machine;
- c) serrage du frein de secours si la pression du fluide assurant le fonctionnement du frein

tombe en dessous du minimum indispensable pour la sécurité de marche de l'installation;

- d) serrage du frein de secours dans le cas de défauts quelconques concernant tout fluide ou tout autre auxiliaire indispensable au fonctionnement correct du mécanisme automatique.

La commande automatique simplifiée, pour machine à courant alternatif telle qu'elle est utilisée en Suède, suffirait dans les puits où ne se présentent pas de gros efforts avec charge descendante. Là où il faut faire face à de tels efforts importants avec charge descendante, une forme simplifiée de freinage dynamique réduirait l'usure des freins mécaniques et mériterait d'être étudiée. L'emploi de résistances de rotor à commande par contacteur devrait être étudié de préférence aux rhéostats à liquide, pour l'extraction automatique.

IV. — ANNEXE

DIRECTIVES POUR L'INSTALLATION ET LE REMPLACEMENT DES CABLES

POSE DES CABLES

Câbles d'extraction.

1. Un câble pilote est tiré du sol jusqu'à la machine d'extraction dans le compartiment du câble de contrepoids. Ce câble est passé dans un trou de la poulie d'entraînement de la machine, puis replié autour du moyeu et serré par des brides.

rive jusqu'au niveau de la surface, au lieu d'utiliser un câble pilote.

2. On actionne le moteur de la machine d'extraction pour enrouler le câble pilote sur la poulie d'entraînement. On peut de cette façon tirer suffisamment le premier câble d'extraction, dans la salle des machines, pour pouvoir le fixer au moyeu de la poulie d'entraînement (si l'on utilise

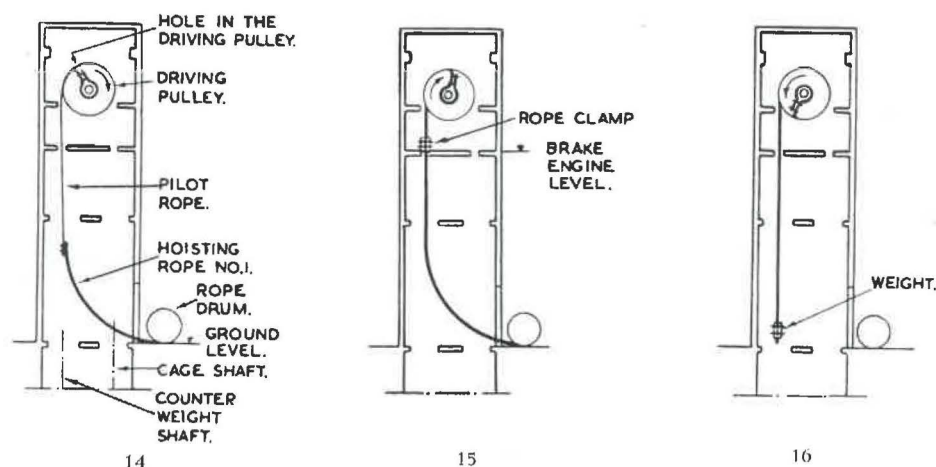


Fig. 14, 15 et 16.

Hole in the driving pulley = trou dans la poulie d'entraînement

Driving pulley = poulie d'entraînement

Pilot rope = câble pilote

Hoisting rope n° 1 = câble d'extraction n° 1

Rope drum = bobine de câble

Ground level = niveau de la surface

Cage shaft = passage de la cage

Counter weight shaft = passage du contrepoids

Rope clamp = serre-câble

Brake engine level = niveau du mécanisme de frein

Weight = poids.

Après cette opération, le premier câble d'extraction est attaché au câble pilote par des serre-câbles (fig. 14).

On peut utiliser un petit treuil, dont le câble passe au-dessus de la poulie d'entraînement et ar-

rive jusqu'au niveau de la surface, au lieu d'utiliser un câble pilote.

Après cette opération, le premier câble d'extraction est attaché au câble pilote par des serre-câbles (fig. 14). On peut utiliser un petit treuil, dont le câble passe au-dessus de la poulie d'entraînement et ar-

Après cette opération, le premier câble d'extraction est attaché au câble pilote par des serre-câbles (fig. 14).

On peut utiliser un petit treuil, dont le câble passe au-dessus de la poulie d'entraînement et ar-

Le câble est alors détaché du câble pilote qui est ensuite déroulé et retiré.

Les rainures d'adhérence de la poulie d'entraînement sont alors recouvertes d'une protection en bois. Ensuite, on tire l'extrémité libre du câble d'extraction par le trou, dans la poulie. On la replie autour du moyeu et on la serre par des brides (fig. 15).

3. Le serre-câble est enlevé et le câble est enroulé sur la poulie d'entraînement jusqu'à ce que son autre extrémité soit libérée de la bobine de câble.

Le câble est à ce moment enroulé de façon assez lâche sur la poulie. Dans le but de l'enrouler de façon plus serrée, on y suspend un poids, puis le câble avec son poids sont descendus dans le puits et ensuite réenroulés (fig. 16). Le poids empêche le câble d'osciller et de s'accrocher dans le puits au cours de cette opération.

Pendant la dernière opération d'enroulement, il faut s'assurer que les tours de câbles se disposent bien l'un contre l'autre.

4. Après l'enroulement du câble, on enlève le poids et on munit le câble d'une cosse.

Le câble est attaché au contrepoids (ou à une des cages si l'installation d'extraction est à deux cages) (fig. 17).

6. Le câble est de nouveau enroulé sur la poulie d'entraînement, mais en sens inverse. On s'en sert ensuite pour descendre à l'étage du fond la bobine (ou les bobines) contenant le câble d'équilibre.

Ceci s'applique au cas d'une installation avec skip, sans cage.

Dans une installation avec cage, ou avec cage et skip combinés, on peut retarder la descente du câble d'équilibre jusqu'après fixation de la cage si la place disponible dans celle-ci permet de placer la bobine portant le câble d'équilibre.

7. Lorsque le câble d'équilibre a été descendu, on attache le câble d'extraction à la cage (fig. 20).

La cage est alors descendue jusqu'à l'étage du fond.

La cage est soutenue à une certaine distance au-dessus de l'étage du fond, distance qui correspond à l'allongement calculé pour le câble (environ 25 cm pour 100 m de câble) et, en plus, à la longueur voulue pour donner du mou dans le câble de façon à pouvoir l'attacher facilement au contrepoids (ou à l'autre cage).

(Pour assurer le contrôle parfait des opérations, pendant la descente de pièces lourdes, il peut être nécessaire de faire fonctionner la machine d'extraction avec les freins serrés.)

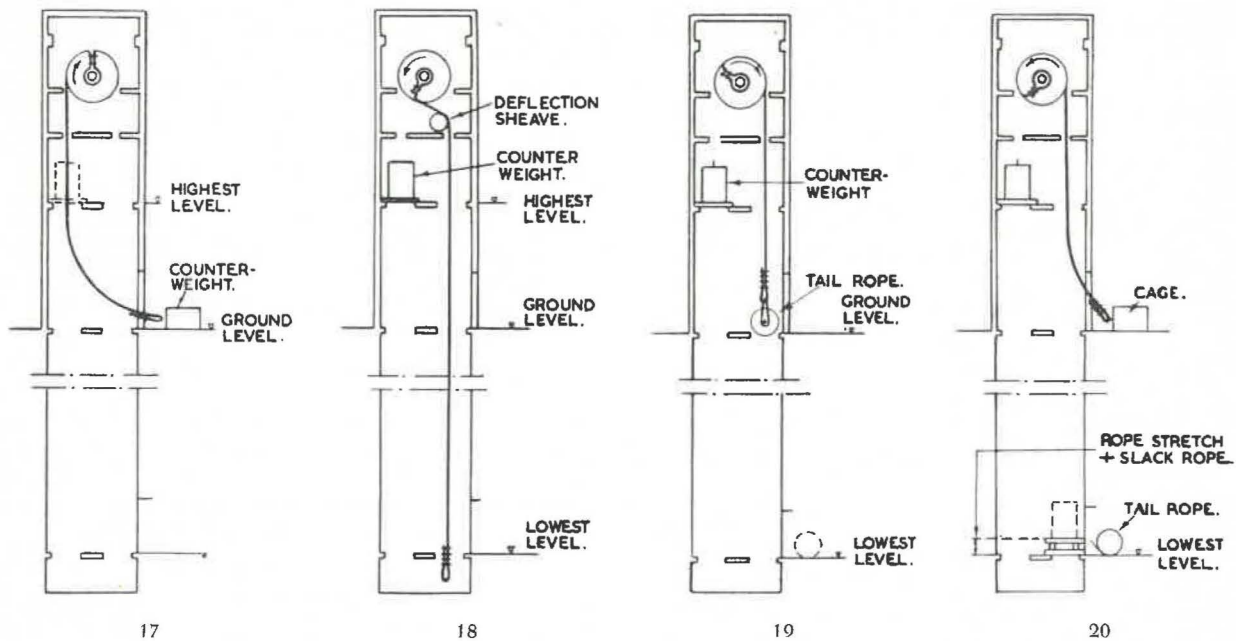


Fig. 17, 18, 19 et 20.

Highest level = niveau le plus élevé
 Counter weight = contrepoids
 Ground level = niveau de la surface
 Deflection sheave = poulie de renvoi

Lowest level = étage inférieur
 Tail rope = câble queue
 Rope stretch + slack rope = allongement du câble + mou dans le câble.

Au moyen de la machine d'extraction, on remonte le contrepoids jusqu'à sa position la plus élevée, où on le fait reposer sur des poutres transversales.

5. Le câble est détaché du contrepoids, amené sur une poulie de renvoi et descendu de toute sa longueur dans le compartiment du puits réservé à la cage (fig. 18).

8. A partir de ce point, la méthode diffère suivant qu'on utilise une poulie pour câble unique ou pour câbles multiples.

a) Poulie à câble unique.

Le câble est fixé au châssis à molettes, à proximité de la machine d'extraction, au moyen d'un serre-câble représenté à la figure 29 et suffisamment résistant pour supporter le poids du câble.

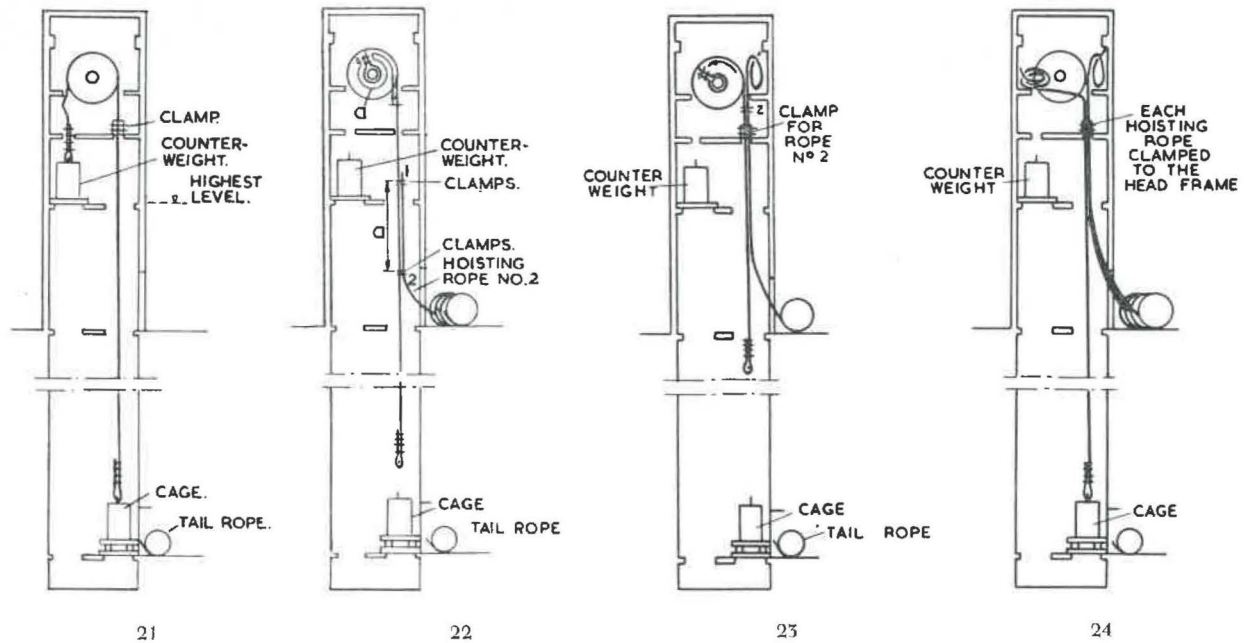


Fig. 21, 22, 23 et 24.

Clamp = serre-câble
 Counter weight = contrepoids
 Highest level = niveau le plus élevé
 Tail rope = câble queue

Hoisting rope n° 2 = câble d'extraction n° 2
 Clamp for rope n° 2 = serre-câble pour le câble n° 2
 Each hoisting rope clamped to the head frame = attache de chaque câble au châssis à molettes.

Le reste du câble est déroulé de la poulie d'entraînement et lové sur le sol de la salle de machine.

Après enlèvement de la garniture de protection en bois, on dispose le bout libre du câble dans la rainure de la poulie d'entraînement; on le munit d'une cosse et on l'attache au contrepoids (fig. 21). Ensuite, on continue comme indiqué au n° 12 (voir plus loin).

b) Poulie à câbles multiples.

Le câble est détaché de la cage.

Ensuite, l'extrémité du câble d'extraction n° 2 est attachée au premier câble par des serre-câbles (1) (fig. 22).

Lorsque le câble a été remonté d'une hauteur (a) égale à la longueur nécessaire pour l'attacher autour du moyeu de la poulie d'entraînement, on l'attache de nouveau au premier câble, avec d'autres serre-câbles (2) (fig. 22).

Lorsqu'on tire les câbles d'extraction dans la salle des machines, on doit s'assurer qu'ils se présentent dans l'ordre voulu : avec câblage alternativement droit et gauche.

On continue alors suivant les indications du n° 9 ci-dessous.

9. On fait monter le câble jusqu'à ce que les premiers serre-câbles (1) arrivent à proximité de la machine où on les détache.

Après cela, le câble est remonté jusqu'à ce que les autres serre-câbles (2) arrivent au-dessus du niveau d'attache près de la machine. Le câble n° 2 est alors attaché au châssis à molettes (fig. 23).

L'extrémité libre du câble est déposée sur le sol de la salle des machines. Les autres serre-câbles

(2), qui tenaient les deux câbles ensemble, sont détachés. Après cela, on redescend le premier câble et on s'en sert pour faire monter tous les câbles d'extraction restants, de la même manière.

10. Lorsqu'on fait monter les extrémités de tous les câbles d'extraction dans la salle des machines et qu'on les a fixés à l'aide de serre-câbles, au châssis à molettes, on redescend le premier câble jusqu'au fond, où on le fixe définitivement à la cage.

Le câble est alors mis sous tension de façon que le levier d'équilibrage soit horizontal. Le câble est ensuite fixé au châssis à molettes à l'aide d'un serre-câble de façon suffisamment rigide pour porter son propre poids.

Le reste du premier câble est alors enlevé de la poulie d'entraînement et déposé en boucles sur le sol de la salle des machines (fig. 24).

11. L'extrémité libre du câble d'extraction suivant est attachée au moyeu de la poulie d'entraînement. Lorsqu'on a enroulé suffisamment de câble sur la poulie d'entraînement pour que son autre extrémité soit libérée de la bobine de câble, on la munit d'une cosse et la descend dans le puits pour la fixer à la cage.

Le câble est alors mis sous tension et fixé à l'aide d'un serre-câble au châssis à molettes, près de la machine. Après cela, on déroule le reste du câble qui était encore enroulé sur la poulie et on le dépose en boucles sur le sol de la salle des machines.

On procède de la même façon pour tous les câbles restants.

Après que l'on ait enlevé les garnitures de protection en bois de la poulie d'entraînement, on

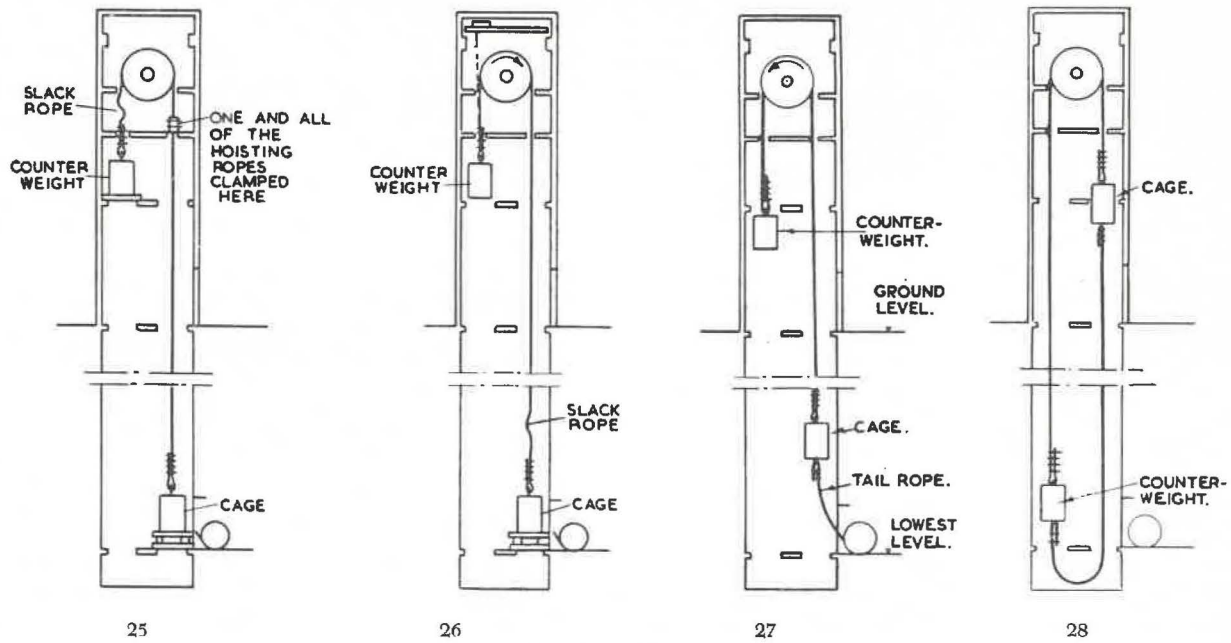


Fig. 25. 26. 27 et 28.

Slack rope = mou dans le câble
 Counter weight = contrepoids
 One and all of the hoisting ropes clamped here = attache des câbles d'extraction

Cage = cage
 Ground level = niveau de la surface
 Tail rope = câble queue
 Lowest level = étage inférieur.

pose les extrémités libres des câbles dans les rainures correspondantes de la poulie d'entraînement. On règle les longueurs et on munit leur extrémité d'une cosse qu'on attache au contrepoids (fig. 25).

12. Après avoir attaché tous les câbles au contrepoids, on enlève les serre-câbles qui soutenaient les câbles. Ces derniers glissent alors vers le bas et se tendent du côté contrepoids.

On soulève alors le contrepoids au moyen de la machine d'extraction (et, au besoin, avec l'aide du pont roulant de la salle des machines) de façon à pouvoir enlever les supports qui étaient placés en dessous du contrepoids (fig. 26).

On descend alors le contrepoids jusqu'à ce que les câbles soient tendus et que la cage se soulève suffisamment pour permettre de retirer ses supports.

Installation du câble d'équilibre.

1. Le câble d'équilibre est muni de sa cosse et attaché sous la cage.

Ensuite, on manie la cage de façon à dérouler le câble d'équilibre de sa bobine et à le tirer vers le haut, dans le puits (fig. 27).

Si le câble d'équilibre comprend plusieurs câbles parallèles, on tire tous ces câbles ensemble, vers le haut.

Les indications ci-dessus se rapportent au cas d'une installation d'extraction avec contrepoids, où le couple maximum du moteur atteint deux fois le couple normal, et où le poids du câble (ou des câbles) est inférieur ou tout au plus égal à 1,5 fois la charge nominale.

Si le poids du câble d'équilibre dépasse 1,5 fois la charge nominale, ce câble doit être séparé en plusieurs câbles parallèles qu'on tire l'un après l'autre vers le haut.

Dans le cas d'une installation à deux engins de translation et lorsque le couple maximum du moteur atteint deux fois le couple normal, le poids du câble (ou des câbles) ne doit pas dépasser deux fois la charge nominale.

Si le poids du câble (ou des câbles) dépasse deux fois la charge nominale, on doit charger la cage descendante d'un poids égal à la différence entre le poids des câbles et deux fois la charge nominale.

Si le poids du câble dépasse trois fois la charge nominale, ce qui signifierait que le poids à placer dans la cage descendante devrait dépasser la charge nominale, le câble d'équilibre doit être séparé en plusieurs câbles parallèles que l'on tire l'un après l'autre.

2. Lorsque le contrepoids atteint l'étage inférieur, on règle la longueur du câble d'équilibre. On le munit alors d'une cosse et on l'attache en dessous du contrepoids (fig. 28).

REPLACEMENT DES CABLES MULTIPLES

Première méthode

1. Poser les engins de translation sur supports à la surface et au fond (fig. 31).

2. Détacher les câbles de l'engin du fond. Bloquer dans des serre-câbles en « A » (fig. 30), en dehors de la ligne de câble normale et détacher les câbles de l'engin de la surface. Couper en « B » et rejeter les petits bouts.

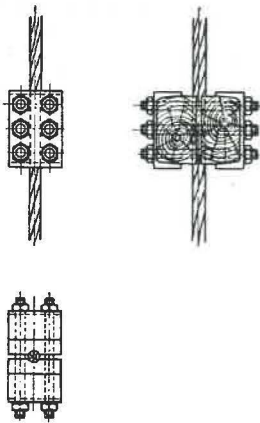


Fig. 29. — Serre-câble pour un seul câble.

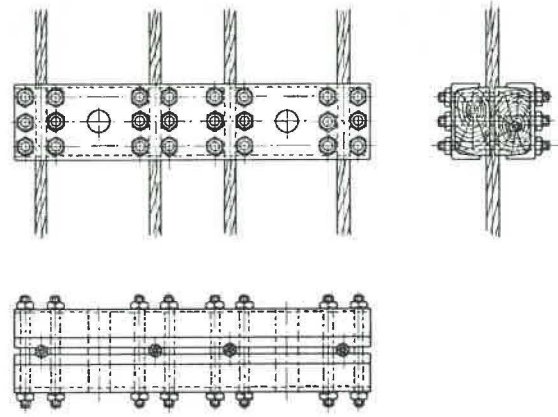


Fig. 30. — Serre-câble pour 4 câbles.

3. Dégager trois des câbles du tambour d'extraction et fixer le quatrième câble au tambour.

4. Détacher le serre-câble « A » du câble à enrouler. Enrouler sur une moitié du tambour d'extraction et simultanément enrouler le premier câble neuf sur l'autre moitié du tambour.

5. Descendre le premier câble neuf dans le puits et simultanément enrouler le premier vieux câble sur une bobine, à la surface, pour l'éliminer.

6. Bloquer le premier câble neuf dans un serre-câble en « A » lorsqu'il a été descendu, et le dégager du tambour d'extraction.

7. Répéter ces opérations jusqu'à ce que les quatre câbles soient installés.

8. Repasser les câbles par dessus le tambour d'extraction. Couper à longueur, préparer les bouts, fixer aux engins et régler.

Deuxième méthode.

1. Poser les engins de translation à la surface et au fond (fig. 32).

2. Bloquer les câbles en « A », détacher les câbles d'extraction des engins.

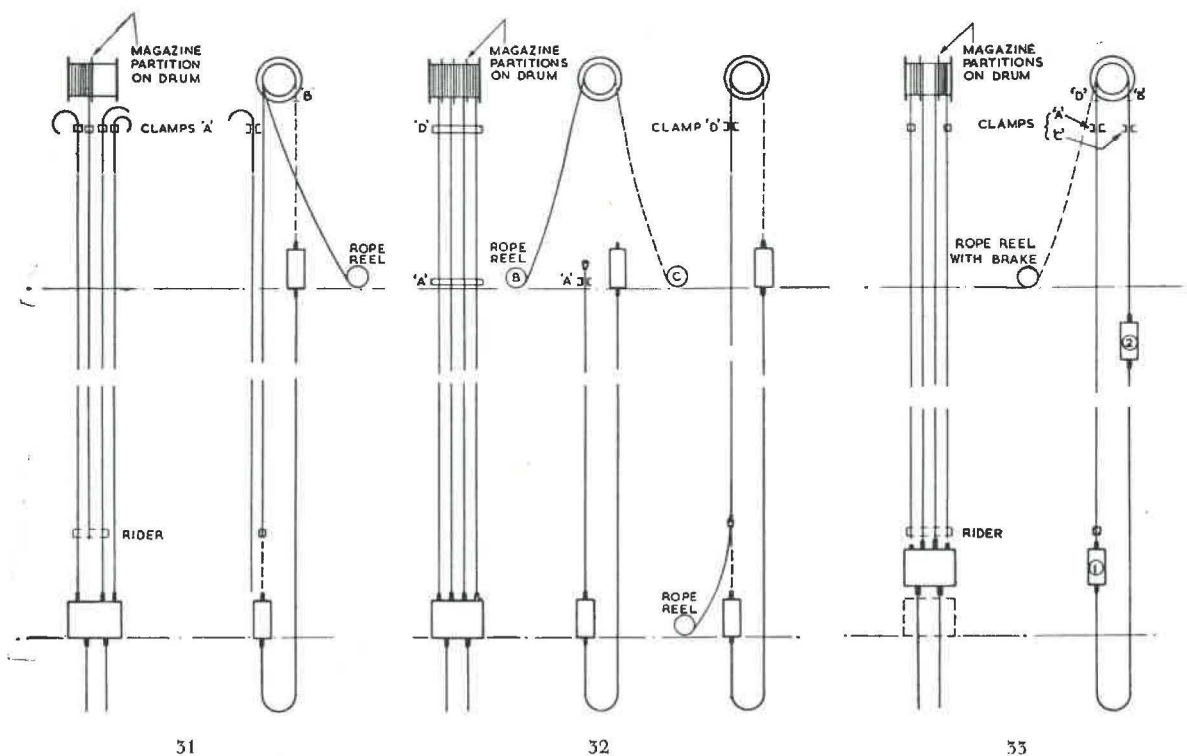


Fig. 31, 32 et 33. — Méthodes de remplacement des câbles multiples.

Magazine partition on drum = plateaux de séparation des surfaces d'emmagasinage sur le tambour

- | | |
|-----------|---------------------|
| Clamp A | = serre-câble A |
| Rope reel | = bobines de câbles |
| Rider | = cavalier. |

3. Couper au-dessus des serre-câbles et faire une boucle ou une chappe à l'extrémité libre. Éliminer les parties de vieux câbles se trouvant encore sur le tambour d'extraction.

4. Au moyen du treuil auxiliaire « C », tirer les nouveaux câbles de leurs bobines « B » par dessus le tambour d'extraction et les fixer au tambour.

5. Bobiner les nouveaux câbles sur le tambour d'extraction, préparer les bouts libres et les fixer aux vieux câbles.

6. Détacher les serre-câbles « A », descendre les vieux câbles, suivis par les nouveaux, dans le puits. Bobiner les vieux câbles dans le fond sur des bobines pour les éliminer.

7. Lorsque les nouveaux câbles ont été descendus, les fixer à l'engin du fond et les bloquer en « D ».

8. Détacher et préparer les bouts à la surface, les attacher à l'engin de la surface et régler.

Note : Les câbles peuvent être changés un à un ou simultanément suivant les conditions de poids et l'espace d'emmagasinage sur le tambour.

Troisième méthode.

1. Bloquer les deux câbles extérieurs en « A », bloquer le dispositif d'égalisation s'il y en a un et détacher les deux câbles des engins de translation. Les couper en « B » et les fixer au tambour d'extraction. Éliminer les deux petits bouts (fig. 33).

2. Détacher les serre-câbles « A » et faire monter l'engin (1) jusqu'à la surface, en enroulant les deux câbles extérieurs sur le tambour d'extraction. Redescendre l'engin (1) en reprenant les deux câbles extérieurs sur des bobines pour les éliminer.

3. Au moyen d'un câble pilote, faire glisser les deux nouveaux câbles extérieurs par dessus le tambour d'extraction, préparer les bouts et fixer à l'engin (2).

4. Descendre l'engin (2) jusqu'au fond en maintenant les nouveaux câbles sous tension au moyen d'un frein appliqué à leurs bobines.

5. Bloquer les quatre câbles en « C ». Couper les deux nouveaux à longueur et préparer les bouts.

6. Soulever l'engin (1) sur vérins, fixer les nouveaux câbles extérieurs et détacher les deux vieux câbles intérieurs. Laisser descendre l'engin, jusqu'à ce qu'il soit soutenu par les nouveaux câbles.

7. Modifier la position des plateaux de séparation des surfaces d'emmagasinage. Couper les deux vieux câbles intérieurs en « D » et les fixer au tambour d'extraction. Éliminer les deux petits bouts.

8. Détacher les deux vieux câbles intérieurs de l'engin (2) et répéter les opérations de changement de câbles en plaçant cette fois les bobines de câbles du côté opposé du puits.

9. Lorsque tous les câbles sont placés, procéder au réglage final pour égaliser les tensions.

REPLACEMENT DU CÂBLE D'ÉQUILIBRE

1. On amène à l'étage inférieur la bobine avec le nouveau câble d'équilibre ainsi qu'une bobine vide pour le vieux câble.

On détache l'ancien câble de la cage, on reprend sa cosse pour la mettre au nouveau câble et attacher ce dernier à la cage.

On fixe l'extrémité libre du vieux câble à la bobine vide (fig. 34).

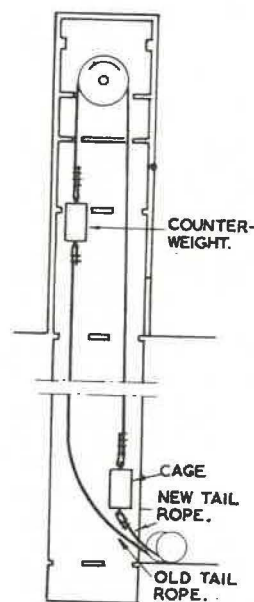


Fig. 34.

Counter weight	=	Contrepoids
Cage	=	Cage
New tail rope	=	Nouveau câble queue
Old tail rope	=	vieux câble queue.

2. Simultanément, on fait monter lentement la cage, on déroule le nouveau câble de sa bobine et on enroule le vieux câble sur la bobine vide.

Lorsque le contrepoids atteint l'étage inférieur, on enlève le vieux câble, puis on règle la longueur du nouveau et on l'attache à sa place.

(Si le câble d'équilibre est composé de plusieurs câbles, on les remplace tous simultanément.)