

Fabrication d'isolateurs en porcelaine, ou la porcelaine traditionnelle au service des céramiques techniques

par Hervé REY, responsable du laboratoire céramique, CERALEP

CERALEP est le seul fabricant français d'isolateurs en porcelaine pour l'appareillage électrique haute et très haute tension.

CERALEP, qui vend 60 à 70 % de sa production à l'étranger, se place parmi les trois meilleurs fabricants au monde.

La fabrication des isolateurs, céramiquement parlant, se rattache :

- au traditionnel par ses matières premières et son procédé de fabrication,
- et au technique par le produit final.

Cette originalité fait toute la difficulté du métier.

Cet exposé est une présentation de la Société, du produit, du procédé de fabrication ainsi que des efforts en cours pour assurer l'avenir.

Présentation de la société

Historique

CERALEP est implantée à Saint Vallier dans la Vallée du Rhône, à proximité des deux grands pôles industriels, scientifiques et universitaires que sont Lyon et Grenoble.

Saint-Vallier et sa région ont une longue tradition de fabrication d'objets en céramique, en raison de la proximité d'anciennes carrières d'argile.

Les actionnaires de la société CERALEP sont : Alstom pour 60 % (groupe CGE) et MERLIN GERIN pour 40 %.

Cette répartition s'explique par l'histoire de CERALEP, créée le 14.12.72 par la mise en commun des moyens de production de la CGE et de Merlin Gerin qui ont été concentrés sur l'usine actuelle de Saint-Vallier.

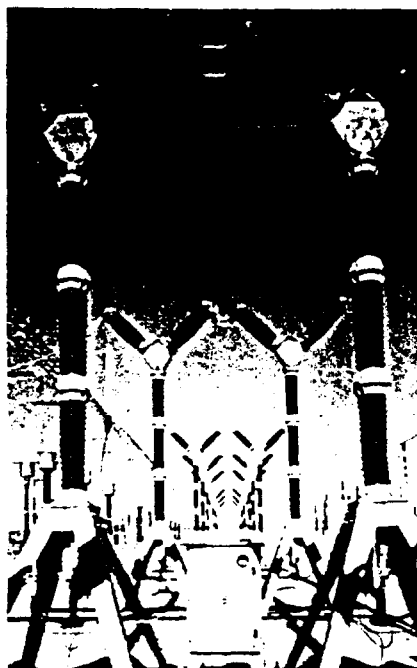


Fig. 1 : Isolateur sur site - disjoncteur 245 kV

Quelques chiffres

CERALEP emploie 310 personnes pour une production annuelle de 4 000 t de céramique. Le chiffre d'affaires est de 130 MF.

Le marché

Le marché des isolateurs HT et THT est lié au développement des besoins en électricité dans le monde.

CERALEP a vendu des matériels dans presque tous les pays. Ses isolateurs sont présents dans le Grand Nord Canadien, dans la forêt Amazonienne, dans les déserts du Moyen-Orient ainsi qu'en Chine, en Inde et en Afrique, etc.

Ses concurrents les plus dangereux sont Allemands et Japonais, mais son appar-

tenance à deux grands groupes électriques, dynamiques, de taille internationale, est un atout majeur.

Définition d'un isolateur

Un isolateur se présente comme un cylindre vertical supportant des ailettes presque horizontales.

Le but de ces ailettes est d'augmenter la longueur de l'isolement électrique afin d'assurer une différence de tension électrique maximale avec un isolateur de hauteur minimale.

Un isolateur se caractérise principalement par sa tenue électrique sous tension et sa tenue mécanique en pression ou flexion.

Il existe plusieurs familles d'isolateurs :

- des cylindres creux qui doivent résister à des pressions internes de plusieurs dizaines de bars et qui serviront d'enveloppes de disjoncteurs sous pression de gaz, dans les postes électriques ;
- des cylindres creux de grandes dimensions destinés à la construction de transformateurs de courant ou tension dans les postes électriques ;
- des colonnes pleines qui doivent résister à des efforts mécaniques très élevés (en cas de séisme, par exemple)

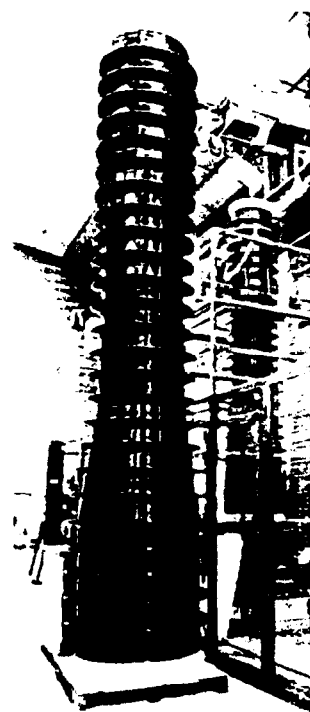


Fig. 2 : Enveloppe pour transformateur (Haut. 7 mètres)

qui sont utilisées comme supports de sectionneur ou de jeux de barre dans les postes électriques :

- des isolateurs pour la haute fréquence dans les télécommunications.

Les formes et les dimensions des isolateurs sont très variables. Ainsi, la pièce la plus importante pèse 750 kg, mesure 2,5 mètres de haut, a un diamètre de 1,1 m ; la plus petite pèse 100 g et a un diamètre de 5 cm.

CERALEP fabrique des isolateurs jusqu'à 7,50 m de hauteur et pesant 1 800 kg, en assemblant 3 morceaux d'isolateur par collage époxy à chaud (fig. 2).

A la demande de la clientèle, la morphologie des isolateurs évolue continuellement :

- plus grande portée d'ailettes,
- plus grand diamètre,
- plus forte épaisseur, etc.

Il se crée chaque année des centaines de nouveaux modèles d'isolateurs.

La fabrication de tous ces isolateurs est rendue possible grâce aux pâtes mises au point et constamment perfectionnées par le laboratoire céramique.

Il existe trois types de pâtes porcelaine :

- siliceuse ERM (résistance mécanique en flexion 1 000 daN/cm²) pour enveloppes d'appareillage ;
- alumineuse SHR (résistance mécanique en flexion 2 000 daN/cm²) pour supports de disjoncteur ;
- alumineuse à faible perte (résistance mécanique en flexion 2 000 daN/cm²) pour application haute fréquence.

Procédé de fabrication

Le schéma du cycle de fabrication est donné ci-contre.

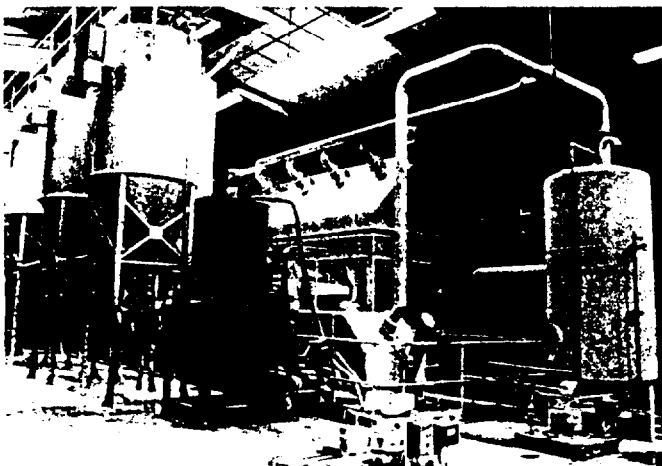
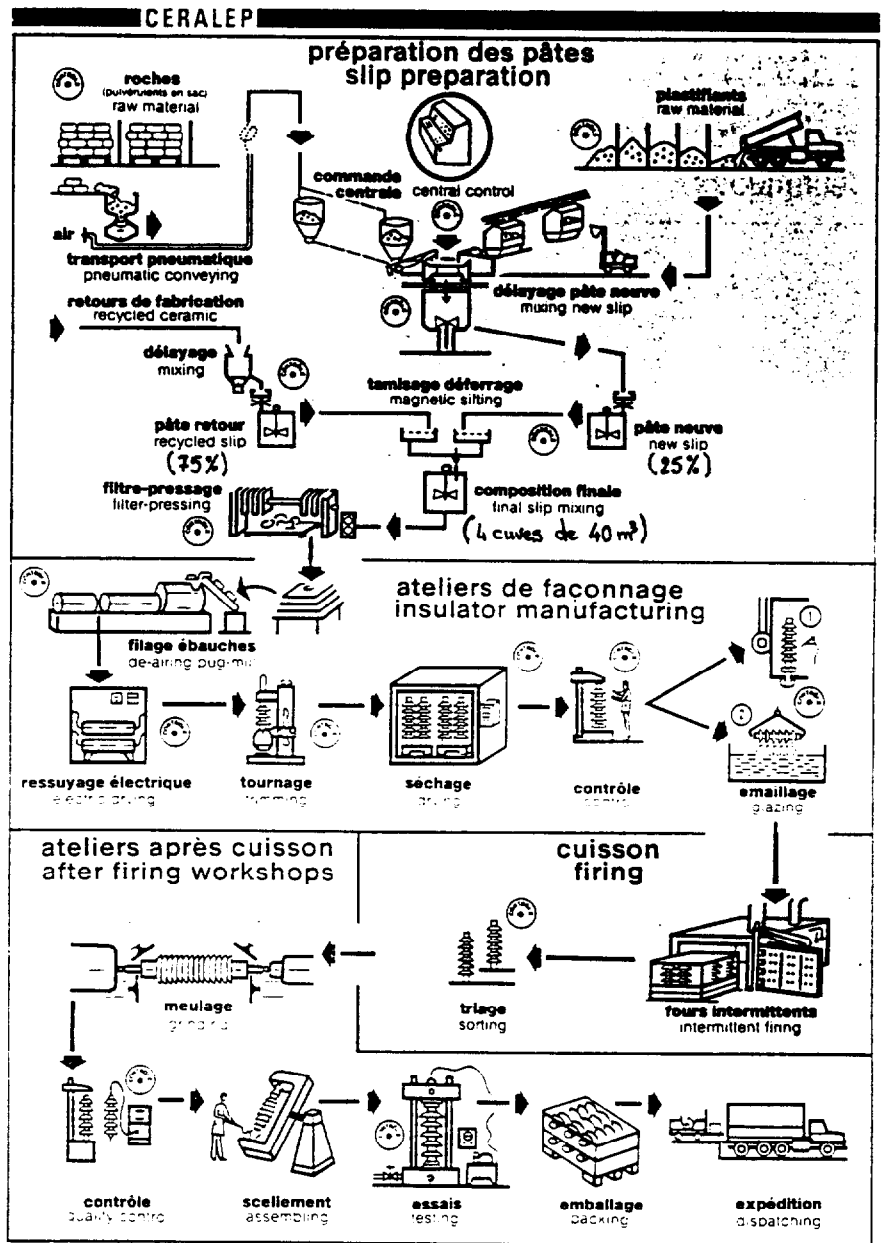


Fig. 3 : Vue de L. marche à pâte



Fig. 4 : Tours verticaux pour usinage en humide des grandes enveloppes

Les points techniques qui font la spécificité du procédé sont les suivants :

- Utilisation des matières premières brutes de carrières : argiles, kaolins, feldspaths ;
- Filage d'ébauches qui pèsent jusqu'à 6 tonnes et ont un diamètre de 1,20 m ;
- Recyclage des trois quarts de la pâte utilisée au filage, sous forme de barbotine ;
- Usinage qui se fait en humide (15 % d'humidité dans la pâte).

Il est difficile de trouver le bon compromis entre la tenue sur le tour de l'ébauche et son usinabilité la meilleure (fig. 4).

L'utilisation de tours à commande numérique nous a permis de résoudre ce type de problème.

- Cycles de séchage qui durent 10 à 15 jours, en fonction des dimensions et de la forme des isolateurs (épaisseur du fût importante, ailettes fines) ;
- Emaillage qui permet d'obtenir une surface extérieure lisse et d'augmenter la résistance mécanique de 10 à 15 % en jouant sur les coefficients de dilatation du tesson et de l'émail ;
- Cuisson réductrice dont le cycle est de 68 heures en raison des épaisseurs à cuire (parfois plus de 200 mm) ;
- Meulage au cours duquel les isolateurs sont mis à leur cote définitive (fig. 5).

La durée du cycle de fabrication d'un isolateur, de la préparation de la pâte à l'emballage est de 8 à 12 semaines, suivant le modèle.

Comme pour toute fabrication de céramique technique, il existe un contrôle très strict des matières premières jusqu'au produit fini.

Plusieurs services contribuent à garantir la meilleure qualité du produit fini :

- le laboratoire céramique contrôle tous les arrivages de matières premières et tous les lots de pâte et d'émaux. Un équipement moderne (sédigraphes, four gaz piloté par microprocesseur, système d'analyse rhéologique piloté par micro-ordinateur, etc...) lui permet de rechercher des matières premières adaptées à la mise au point de produits performants.
- Le Contrôle Qualité Fabrication vérifie, grâce à un suivi permanent, la stabilité du processus de fabrication.

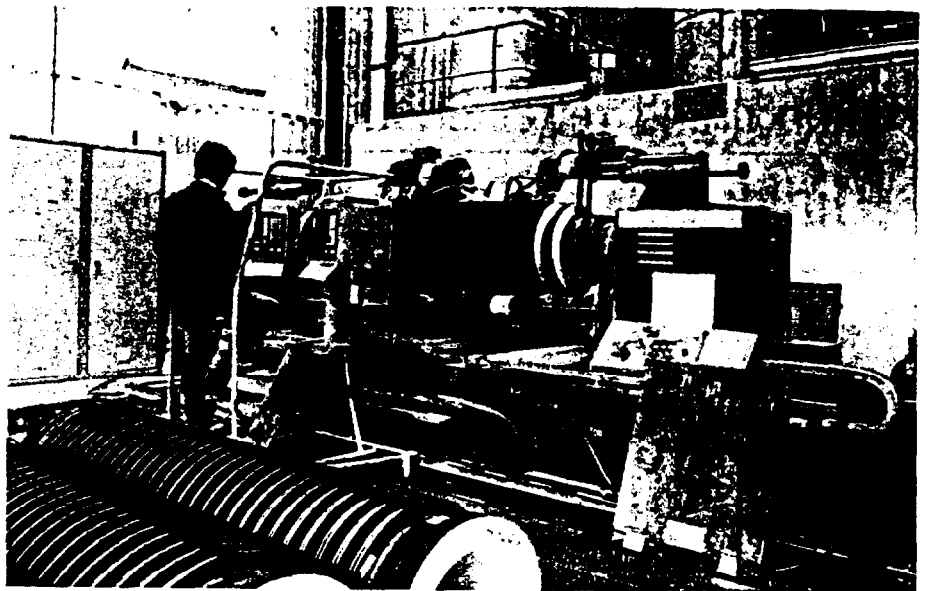


Fig. 5 : Tour à rôder à commande numérique pour usinage des isolateurs cuits

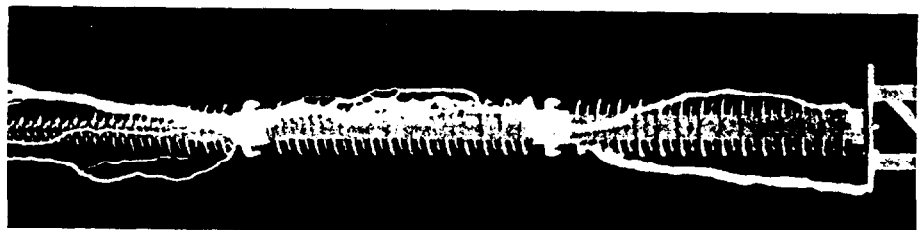


Fig. 6 : Essai électrique sur isolateurs

- Le Contrôle Essai sur produits finis garantit aux clients le respect de son cahier des charges.
- Le Service Technique dispose d'un laboratoire d'essais mécaniques et d'un laboratoire d'essais Haute Tension (fig. 6).

mes des tours à commande numérique.

- Enfin, un plan directeur sur 5 ans de modernisation des lignes de production est en voie d'achèvement.

Les gains de productivité déjà obtenus et attendus sont considérables.

Evolution de Ceralep

CERALEP évolue constamment pour assurer un meilleur service à sa clientèle.

- sa politique d'assurance qualité lui a permis d'être classée RAQ. 2 par le Ministère de la Défense.
- La mise en place d'un système de gestion de la production assistée par ordinateur (GPAO) est en cours.
- La conception assistée par ordinateur (CAO) va permettre de réaliser très rapidement les dossiers de fabrication des nouveaux modèles et les program-

Perspectives

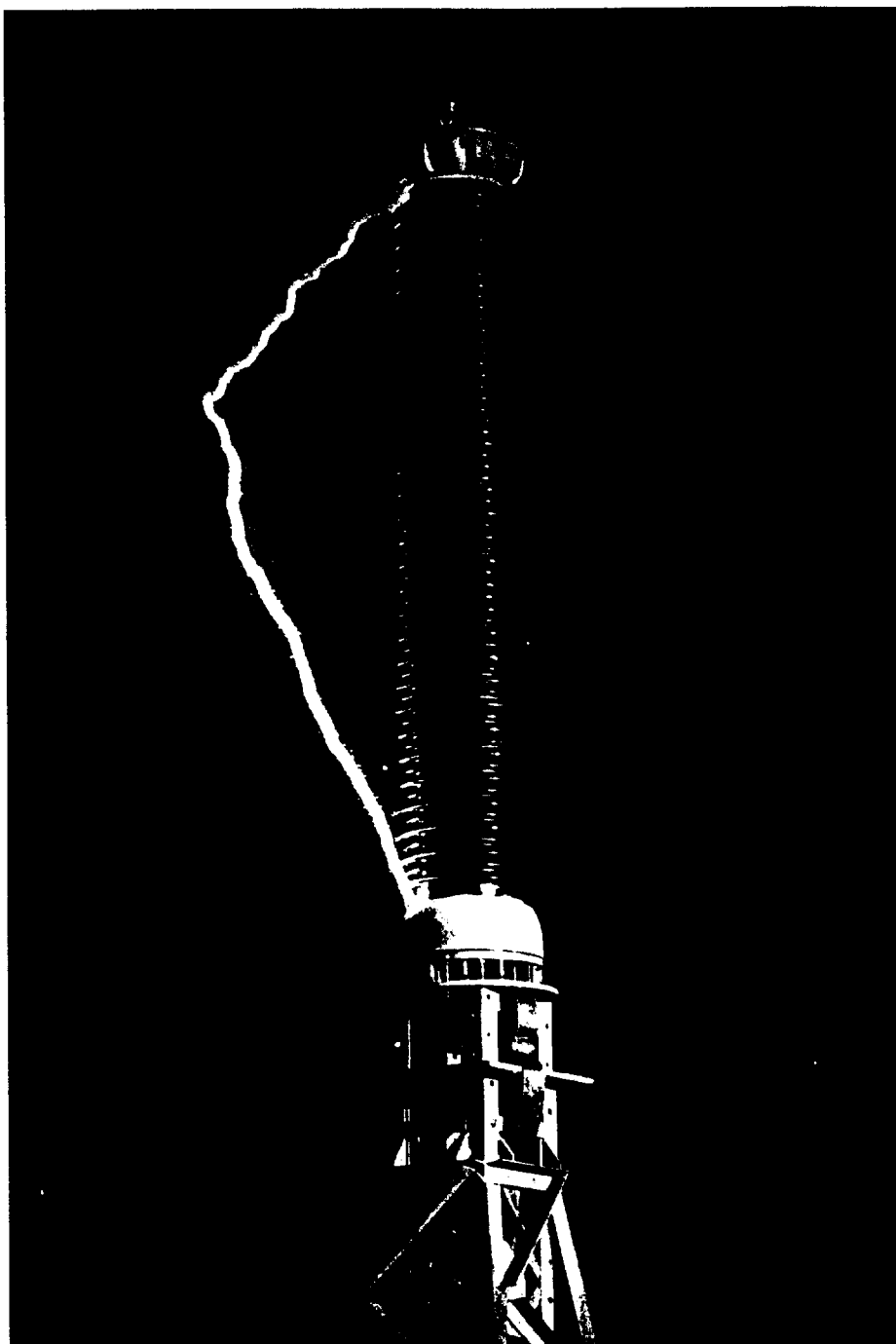
Malgré l'utilisation de matières premières naturelles brutes, un procédé de fabrication complexe et difficilement automatisable, mais grâce à des efforts d'investissements importants, une informatisation poussée, un contrôle qualité omniprésent, CERALEP fabrique un produit très technique : l'isolateur.

C'est sans crainte, malgré la concurrence, que CERALEP envisage l'avenir, et en particulier l'ouverture des frontières à l'intérieur de la CEE en 1992. ■

**CERALEP,
SPÉCIALISTE
DES
ISOLATEURS
CÉRAMIQUES
HAUTE
ET TRÈS
HAUTE
TENSION**

CERALEP vient d'obtenir la certification ISO 9002 pour ses activités de fabrication d'isolateurs en céramique pour haute et très haute tension sur son site de Saint-Vallier-Laveyron (Drôme)

Cette usine est la plus moderne d'Europe et une des plus performantes du monde.



Issue de la fusion en 1972 des deux plus grands fabricants de céramique technique, la CGE et MERLIN-GERIN, CERALEP appartient depuis 1993 au groupe autrichien CERAM, un des plus importants au monde dans le secteur des isolateurs. La société était détenue à 80 % depuis 1989 par le groupe céramique suisse LAUFEN.

Ceralep est spécialisé dans la production de pièces en céramique électrotechnique pour les appareillages de haute et très haute tension.:

- enveloppes à haute performance destinées à la construction des disjoncteurs,
- enveloppes de grandes dimensions destinées aux transformateurs et traversées,
- colonnes supports couvrant toute la gamme des tensions et des résistances mécaniques,
- isolateurs haute fréquence pour la radio-diffusion,
- Isolateurs pour chemin de fer...

**UNE POLITIQUE
D'INVESTISSEMENT
CONSTANTE**

Certifiée depuis le 25 janvier 1995, son usine de Saint-Vallier fait l'objet depuis 20 ans de constantes extensions et améliorations.

En 1975, un bâtiment industriel de 900 m² était construit pour les installations de préparation des pâtes.

Ce programme s'est poursuivi par la construction d'un troisième bâtiment de 1 100 m²

destiné à recevoir les fours et l'installation du four Bickley N°1.

En 1980, Ceralep démolit son four-tunnel et installe un deuxième four Bickley.

En 1983, un bâtiment supplémentaire de 3000 m², équipé d'un troisième four Bickley, d'une marche à pâte, d'un tour automatique pour grandes pièces creuses, de trois séchoirs et de deux cabines d'émaillage, entre en exploitation. Il a porté la capacité de l'usine à environ 4 000 tonnes.

En 1984 et 1985, deux nouveaux bâtiments sont construits pour les matières premières et la marche à pâte est agrandie. Un système de gestion de la production assistée par ordinateur est mis en place.

Deux tours à commande numérique pour grandes pièces creuses et fûts pleins, ainsi qu'un tour Griese à double plateau sont installés entre 1986 et 1988. Un quatrième four, fourni par Coudamy, est mis en service.

En 1989, un bâtiment de 850 m² est construit pour recevoir les équipements de filtre-pressage, ainsi qu'un bassin de décantation des eaux.

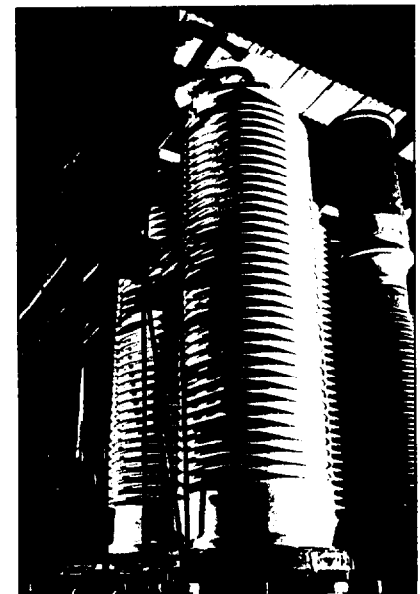
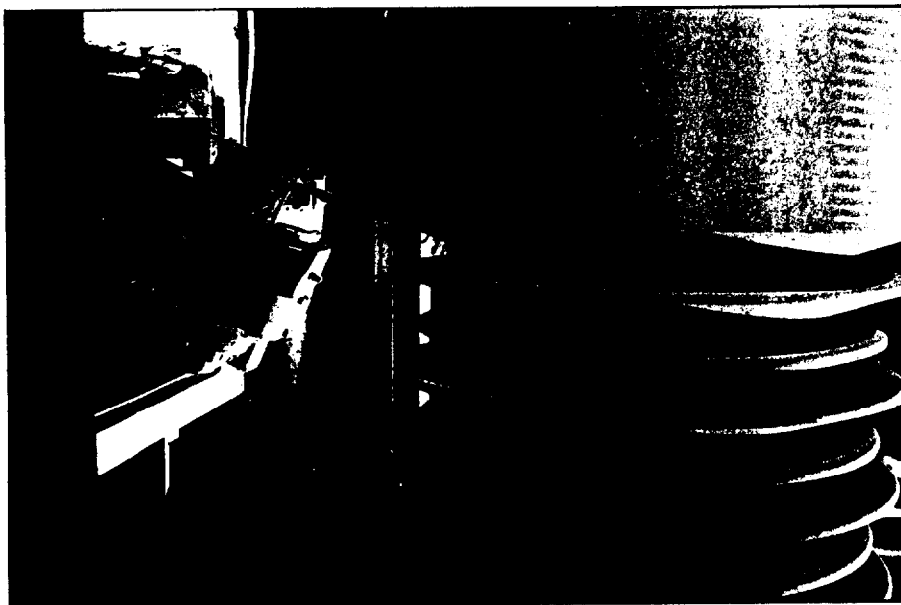
Entre 1990 et 1992, quatre séchoirs Novokeram ont été installés, le quai d'expédition est agrandi. Des investissements sont également effectués au niveau des tours à commande numérique.

Parmi les améliorations apportées en 1993 et 1994 figurent notamment deux filtre-

presses, l'insonorisation de l'atelier fours, le passage au gaz naturel de trois cellules de séchage et l'acquisition d'un tour vertical à commande numérique de grande capacité.

Cet important programme d'investissements a eu pour effet de placer Ceralep parmi les premiers céramistes mondiaux spécialistes de la production d'isolateurs de haute résistance mécanique, capable de couvrir simultanément les hautes et très hautes tensions.

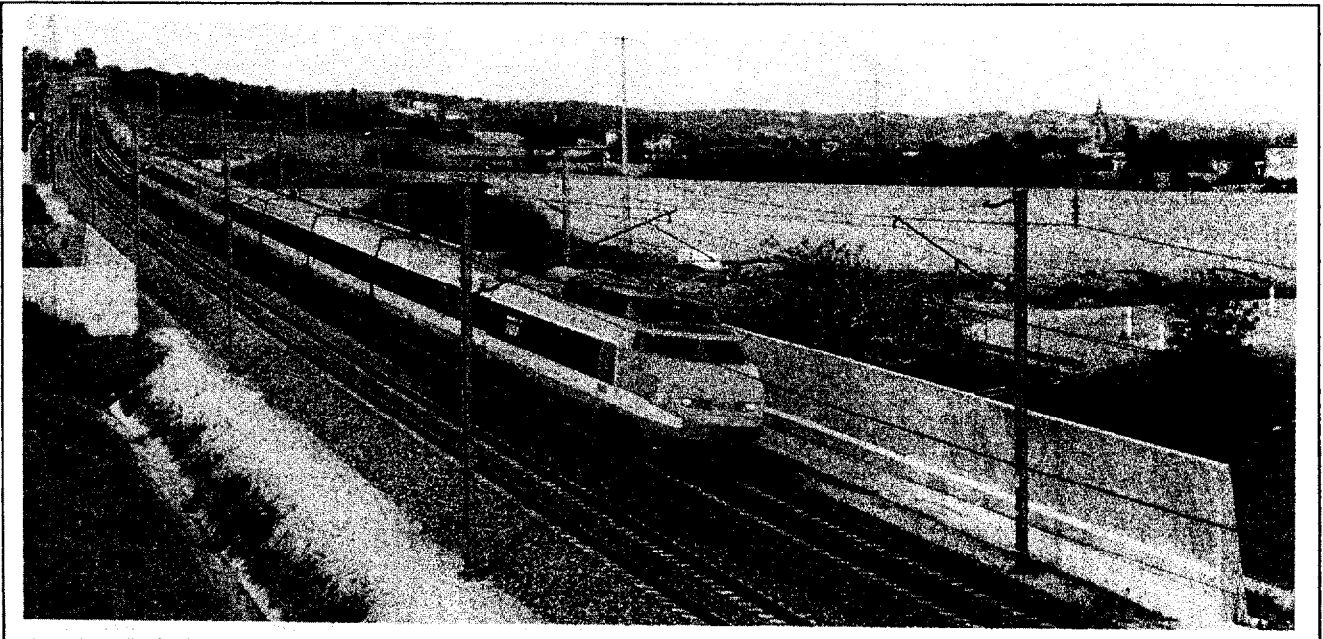
Actuellement, la société compte Alstom, Schneider, EDF, la SNCF et ABB parmi ses principaux clients et exporte directement ou indirectement plus de 80 % de sa production, dont 20 % en Chine. ■



isolateurs pour catenaires catenary insulators

CERAM

CERALEP



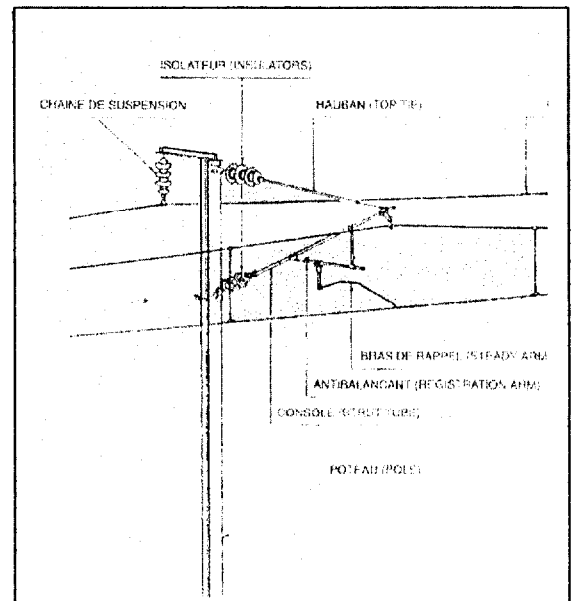
-La fabrication des isolateurs destinés à l'équipement des catenaires des Chemins de Fer Français, fut à l'origine de la création de l'une des usines de CERALEP en 1929.

-Fournisseur depuis 60 ans de la Société Nationale des Chemins de Fer Français (S.N.C.F.), CERALEP met ainsi son expérience à votre disposition et présente les modèles standards 25 kV.

-Réalisés en céramique de résistance mécanique élevée, obtenus par procédé humide, ces isolateurs peuvent être émaillés marron ou gris bleu. Les parties métalliques sont en fonte malléable galvanisée à chaud selon les normes internationales C.E.I., spécification S.N.C.F., ou peuvent être en alliage de bronze.

-Pour les catenaires TGV, la pâte C130 a été choisie par la SNCF pour sa haute tenue aux impacts, en particuliers pour les zones à vandalisme et les projections éventuelles de ballast. .

Toutes les caractéristiques sont garanties par des contrôles minutieux tout au long de la fabrication suivis, après cuisson, par des contrôles ultra-sons, essais Haute Fréquence, porosité, mécanique, selon les types de pièces.

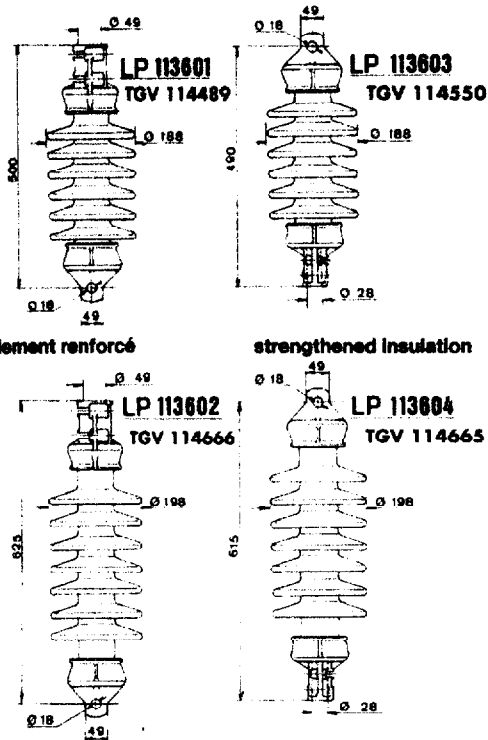


isolateurs pour caténares catenary insulators

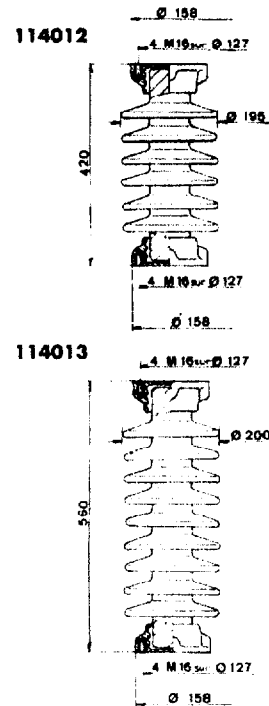
CERAM

CERALEP

isolateurs pour caténares insulators for overhead line



isolateurs supports pour sectionneur insulators for disconnecting switches



	CATENAIRE CLASSIQUE				CATENAIRE TGV				ISOLATEURS pour sectionneurs	
	SÉRIE NORMALE	SÉRIE SURISOLÉE	SÉRIE NORMALE	SÉRIE SURISOLÉE	SÉRIE NORMALE	SÉRIE SURISOLÉE	SÉRIE NORMALE	SÉRIE SURISOLÉE	C130	C130
CARACTÉRISTIQUES	C120	C120	C120	C120	C130	C130	C130	C130	C130	C130
Cat n°	113601	113603	113602	113604	114489	114550	114666	114665	114012	114013
Couleur	RAL8017	RAL8017	RAL8017	RAL8017	ASA70	ASA70	ASA70	ASA70	RA.8017	RAL8017
MÉCANIQUES										
Charge de rupture spécifiée										
Traction kN	80	50	80	50	80	50	80	50	60	60
Moment de rupture spécifiée - kN.m										
Flexion	2,45	1	2,45	1	2,45		2,45		5	5
Torsion									5,50	5,50
ÉLECTRIQUES										
Tension de tenue spécifiée - kV										
50 Hz - sous pluie	70	70	95	95	70	70	95	95	70	95
Choc foudre onde 1.2/50 µs 0%	170	170	250	250	170	170	250	250	170	250
Ligne de fuite nominale - mm	800	800	1160	1160	800	800	1200	1200	840	1320
Distance d'arc à sec mm	275	275	400	400	275	275	400	400	320	470
Poids net approx. kg	15	14	17,5	16,5	16,5	15,5	19	18	19	26

FILTRE-PRESSE TITAN 213

Conception et réalisation.

Le filtre-presse "Titan" 213 a été créé pour permettre aux entreprises céramiques de profiter des derniers progrès de la technique en matière de filtre-pressage. Les perfectionnements mis au point sur des modèles de grande capacité sont devenus une nécessité même sur des unités de production moins importantes. Il est en effet impératif de supprimer toute main-d'œuvre inutile et de limiter l'intervention du personnel au minimum. La fatigue physique d'un personnel voué à un travail pénible entrave la production et augmente considérablement les prix de revient et les irrégularités de productivité.

Avec le filtre-presse "Titan" 213, une seule personne contrôle sans effort physique une production importante et régulière tout en ayant largement le temps de s'employer à d'autres travaux. Ces facilités sont données par deux caractéristiques importantes : le serrage hydraulique et le débâtissage automatique.

Serrage hydraulique. Il est de plus en plus fréquent de préparer les pâtes à des pressions élevées. Un serrage manuel des plateaux est non seulement pénible, mais parfaitement aléatoire, la force de serrage étant difficilement contrôlable. Avec le serrage hydraulique, dont la force peut être réglée à volonté pour l'adapter à la pression de filtration, il n'y a plus de serrage excessif ce qui prolonge la vie des toiles filtrantes. L'ouverture du filtre-presse est également assurée par le vérin. Pour le serrage, le moteur hydraulique donne deux vitesses au vérin : une avance rapide pour la fermeture ou l'ouverture du filtre et une avance lente pour le serrage final. Le vérin maintient le filtre-presse serré quelle que soit la durée de filtration. En cas de chute de pression hydraulique, le moteur se remet automatiquement en marche.

Débâtissage automatique. Un chariot situé sur le dessus du filtre-presse assure par un mouvement de va et vient automatique le transfert de chaque plateau. Sa cadence a été calculée pour donner le temps nécessaire au décrochement des galettes. En fin de course, le chariot revient automatiquement à sa position de départ.

Sur ce chariot est monté le tableau de commande à boutons poussoirs. Ainsi l'opérateur peut, à tout moment, contrôler le débâtissage. Il peut arrêter immédiatement le chariot et le remettre en marche soit en fonctionnement semi-automatique, le chariot s'arrêtant après chaque transfert de plateau, soit en fonctionnement continu.

Il faut noter que le chariot a été réalisé de telle sorte que la galette en cours de débâtissage soit parfaitement accessible par l'opérateur.

Pression de filtration. Avec le filtre-presse "Titan" 213 on peut travailler à une pression de filtration de 20 bars en service continu.

Sommier articulé. Les plans de joints des plateaux de filtre-presse sont usinés avec la plus grande précision pour donner un parallélisme parfait de ces plans. Cependant entre ces plateaux sont intercalées des toiles qui peuvent présenter des plis ou des différences d'épaisseur et d'écrasement au serrage, par suite de leur encrassement par la pâte et la barbotine, particulièrement dans le bas des plateaux. Il en résulte au serrage du filtre-presse des défauts de parallélisme et des déformations géométriques de l'ensemble des plateaux. C'est pour absorber ces déformations que le filtre-presse est équipé d'un sommier articulé qui, en prenant différentes orientations, permet un serrage sans défaut et une égale répartition des efforts de serrage qui sont réduits au minimum.

Le sommier articulé contribue donc à la longévité des toiles et évite au bâti du filtre-presse toute déformation anormale.

Purge du noyau central. Un système de purge est prévu pour éliminer à l'air comprimé les parties molles ou liquides qui peuvent subsister dans le canal central. Ce système permet d'avoir des galettes parfaitement propres et homogènes même au centre. On peut ainsi gagner sur le temps de pressée en ne formant pas entièrement le noyau que l'on élimine parce qu'il est plus long à presser.

Caractéristiques						
Plateaux ronds (diamètre).....	750mm					
Galettes de pâte (diamètre).....	690mm					
Nombre maximum de plateaux.....	100					
Surface filtrante avec 100 plateaux.....	75 m ²					
Poussée maximale du vérin hydraulique.....	90 tonnes					
Poids d'un plateau environ.....	90 Kg					
Poids approximatif du filtre-presse avec 80 plateaux.....	11500Kg					
Capacités : poids donnés pour une pâte de densité 1,9 (val. arrondies)	60 plateaux		80 plateaux		100 plateaux	
	<i>litres</i>	<i>Kg</i>	<i>litres</i>	<i>Kg</i>	<i>litres</i>	<i>Kg</i>
Galettes épaisseur 20 mm	450	850	600	1140	750	1430
Galettes épaisseur 25 mm	560	1070	750	1400	940	1790
Galettes épaisseur 30 mm	690	1310	900	1710	1110	2110
Galettes épaisseur 35 mm	790	1500	1050	2000	1310	2500
Galettes épaisseur 40 mm	900	1710	1200	2280	1500	2850