

# Les REDRESSEURS SECS et leur montage

Die Trockengleichrichter und ihre Schaltung — DRY RECTIFIERS and their mounting

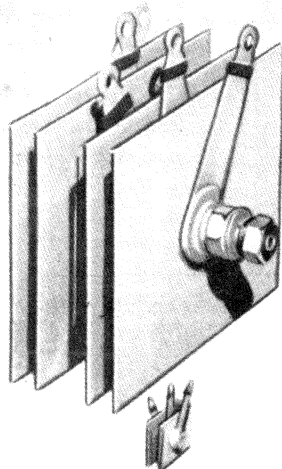
L'adoption du courant continu pour l'alimentation des circuits de traction des réseaux ferroviaires miniatures se généralise de plus en plus étant donné certains avantages que procure ce mode d'alimentation. Citons principalement la sûreté offerte pour l'inversion du sens de marche (pas d'inverseur télécommandé sur la machine, double traction aisée), le couple de démarrage accru des moteurs, leur meilleur rendement et la simplification de leur structure (aimant permanent remplaçant le bobinage).

Les récents projets de normalisation ne prévoient d'ailleurs que ce type d'alimentation et c'est pourquoi, bien que les redresseurs aient déjà été abordés dans ces pages, nous croyons utile de faire mieux connaître ces appareils et leur possibilité, en un exposé récapitulatif illustré d'exemples concrets.



## GENERALITES

Pour obtenir du courant continu à partir d'une source alternative, plusieurs solutions sont possibles : groupe convertisseur et commutatrices (grande puissance), vibreurs, redresseurs thermioniques, redresseurs secs, etc. Nous écarterons en premier lieu le convertisseur rotatif d'un prix élevé et d'un emploi incompatible pour notre cas, de même pour le vibreur d'un rendement médiocre et de capacité restreinte. Les redresseurs thermioniques, tubes à gaz ou à vapeur de mercure, s'ils sont économiques sont malheureusement difficiles à utiliser en raison de la variation de leur tension anodique selon la charge appliquée. Leur emploi est donc réservé principalement à la charge de



Ci-dessus : Eléments redresseurs au sélénium SORAL, montage en Pont 24 V - 5 A, plaque à ailettes pour le plus gros et montage va et vient 12 V 0,18 A pour le second.

Sélénium rectifier Soral type.  
Selenium-Gleichrichter SORAL.

batterie, à l'alimentation de lampes à arc pour cinéma, ou en électronique pour le redressement de tensions élevées. Les redresseurs secs enfin possèdent suffisamment d'avantages pour faire oublier leur prix relativement élevé, et se voir de plus en plus utilisés dans toutes les branches de l'industrie où un redresseur de quelque valeur qu'il soit est nécessaire. Leur robustesse : absence d'entretien, leur faible encombrement, durée de vie illimitée (en cas de non surcharge évidemment), leur rendement élevé (80 %) et leurs applications aisées en raison de la gamme infinie des valeurs pour lesquelles ils peuvent être établis, les font en effet préférer à tout autre système.

## ANATOMIE D'UN REDRESSEUR SEC. —

Il existe trois types distincts de redresseurs secs :

- Les redresseurs au germanium ;
- Les redresseurs Cuproxide ;
- Les redresseurs au sélénium.

Tous ces redresseurs d'un fonctionnement similaire purement électronique sont basés sur la résistance élevée qu'offre un couple de métaux déterminés pour les deux derniers ou de cristal métal pour le premier, selon un sens donné du courant qui les traverse.

Les redresseurs au germanium en raison de leur excellente caractéristique en haute fréquence sont utilisés principalement en électronique (détection) et comme redresseurs pour appareils de mesure ou alimentation en H.T. Ils ne peuvent toutefois délivrer de gros débits.

Les redresseurs Cuproxide dont la structure est similaire à celle du redresseur au sélénium sont basés sur la conductibilité unilatérale du couple cuivre/oxyde de cuivre. L'action redressante étant due à la différence considérable de la résistance qui dans le sens oxyde/cuivre est négligeable, mais dans le sens cuivre/oxyde est très élevée. Plus robustes que les premiers et d'un rendement excellent, mais aussi plus chers (ils doivent comporter pour des caractéristiques semblables l'avantage de plaques que ceux au sélénium étant donné la valeur moindre de la tension inverse qu'elles peuvent admettre), ces redresseurs sont réservés plutôt à la grosse industrie. Nous pourrions également mentionner les redresseurs au silicium, derniers nés de la technique moderne, qui possèdent de nombreux avantages, tension admissible et cou-

rant d'utilisation élevé, insensibilité à la température (150°), encombrement réduit et rendement excellent. Malheureusement leur prix est exorbitant et, de ce fait, ils ne peuvent être employés que pour des cas tout à fait spéciaux.

Ce sont donc les redresseurs au sélénium qui s'appliquent le mieux à notre cas et que l'on trouve d'ailleurs le plus couramment dans le commerce.

Ces redresseurs fonctionnent selon le même principe que les premiers mais sont basés sur la conductibilité unilatérale du couple sélénium contre-électrode (Cd-Sn-Bi).

Contrairement au cuproxyde où le serrage des plaques est assez critique et ne peut être modifié sans affecter les caractéristiques du redresseur, les plaques au sélénium peuvent être démontées et remontées sans dommage. Toutes latitudes de montage au gré de l'utilisation sont ainsi autorisées.

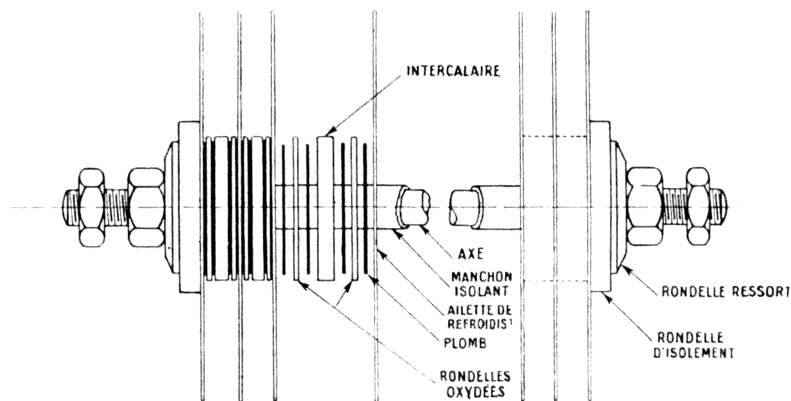
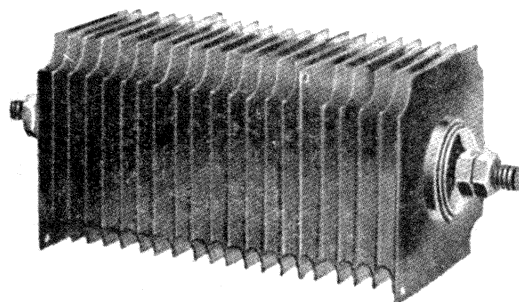
L'élément le plus simple est composé d'un disque ou « plaque » en fer ou en aluminium, première électrode, sur laquelle est étendue par un procédé spécial une couche redresseuse de sélénium (minerai zorgie de Madagascar contenant des impuretés dosées). Le contact est réalisé sur cette couche par un alliage à base de cadmium, déposé directement sur le sélénium et faisant corps avec lui. Un disque élastique en laiton écroui s'applique enfin contre le couple et constitue la seconde électrode. C'est cette façon de réaliser le contact du couple redresseur qui en autorise une grande liberté de serrage lors de son montage.

Ci-contre : Élément redresseur Oxymétal WESTINGHOUSE monté avec des rondelles oxydées.

En-dessous : Son principe de montage.

*Oxymetal rectifier WESTINGHOUSE type.*

*Oxymetall - Gleichrichter WESTINGHOUSE.*



geable dans le sens conducteur = sélénium/cadmium et d'une résistance de valeur très élevée dans le sens de blocage cadmium/sélénium. Cette couche n'est pas suffisante et est améliorée par dépôt d'un vernis spécial ou anciennement de l'anhydride sélénieux.

Si l'on branche alors l'élément redresseur sur une source de courant continu de façon telle que le pôle + soit du côté contact sélénium et le pôle - sur la plaque - en prenant soin d'intercaler une lampe sur l'un des fils - on constatera que le filament de cette dernière rougit à peine, d'où naissance d'un courant infime, alors que si l'on retourne l'élément redresseur, la lampe s'illuminera normalement.

La flèche matérialisée par le disque élastique, indique donc le sens conducteur du redresseur, sens indiqué de même par le signe symbolique de ce dernier (voir figure).

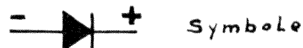
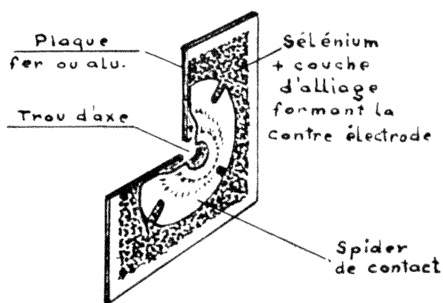
Le sens du courant considéré est celui qu'on envisage communément : inverse du sens de circulation électronique.



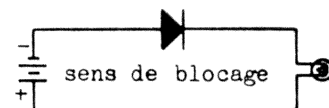
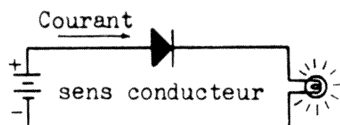
UTILISATION. — Les plaques au sélénium se prêtent à une variété infinie de montages selon les conditions imposées pour tel ou tel usage, ce qui en autorise une large utilisation.

En premier lieu il est utile de savoir comment se présentent ces plaques et quelles sont leurs caractéristiques.

CARACTERISTIQUES. — L'intensité  $I_c$ , pouvant être admise par une plaque est fonction de la surface de cette dernière. On compte pour les plaques modernes une densité de courant de 40 mA/cm<sup>2</sup> c'est-à-dire qu'une plaque de 68 × 85 possédant une plaque redresseuse d'une surface utile de 47 cm<sup>2</sup> pourra redresser en



Dans ce redresseur, la « couche d'arrêt » est matérialisée par la jonction sélénium/cadmium et on peut comparer son fonctionnement à l'action d'une résistance de valeur négli-



charge normale un courant d'une intensité de 1,90 ampère. Il est bien entendu qu'il s'agit d'une seule plaque. Avec un montage en va-et-vient (deux plaques) ou en pont (quatre plaques), montage permettant de redresser les deux alternances, l'intensité admissible serait doublée.

IC = 3,80 ampères.

Toutefois d'autres facteurs entrent en jeu pour déterminer le choix d'un redresseur.

1) Température. — La température influe énormément sur les caractéristiques d'un redresseur. Ainsi si l'on admet une tension redressée en charge  $U_c$  et une intensité en ampère (sous une ventilation naturelle) IC égale à 100 % de leur valeur nominale pour 40° centigrades maximum de température ambiante, ces valeurs seront réduites dans les proportions suivantes selon les hausses de cette température.

Températures :

	40°	50°	60°	70°	80°
$U_c$	100 o/o	90 o/o	80 o/o	40 o/o	25 o/o
$I_c$	100 o/o	80 o/o	60 o/o	70 o/o	60 o/o

Il est donc possible par un refroidissement forcé = ventilation accélérée, bain d'huile, d'améliorer notablement le rendement d'un redresseur.

Par exemple pour les petites puissances le simple fait de munir les plaques d'une ailette de refroidissement permet de porter la densité du courant admissible jusqu'à 72 m A/Cm<sup>2</sup>.

En pratique on multiplie la valeur de  $I_c$  par 1,5, c'est-à-dire qu'un redresseur en pont de = 6 ampères (plaques de 100 x 100) pourra avec des ailettes de refroidissement de 165 x 165 être traversé par un courant de 9 ampères. Evidemment dans ce cas les surcharges possibles sont limitées et la chute de tension légèrement augmentée.

2) Tension efficace du courant redressé. — Un redresseur étant utilisé sous une tension inférieure à sa valeur admissible, son intensité nominale à 100 % sous 30 V par exemple, le sera approximativement à 115 % sous 25 V, à 128 % sous 20 V et à 135 % sous 16 V.

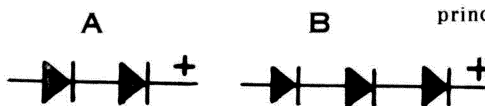
3) Tension inverse. — Il y a peu de temps encore la tension inverse admissible par une plaque ou disque était de 18 V, à présent les grands progrès

réalisés ces dernières années en matière de redresseurs à base de sélénium ont permis de porter cette tension à 30 V. La tension alternative traversant une plaque ne doit donc pas être supérieure à 30 V (en cas d'utilisation de plaque de fabrication ancienne il sera utile d'en connaître les caractéristiques ou d'être prudent en les utilisant!).

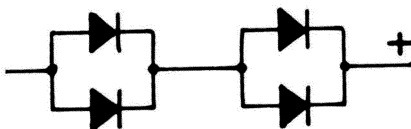


MONTAGE. — Si l'on dispose de plaque ou disque admettant par exemple 18 V de tension inverse pour une intensité de 1,6 A et que l'on veuille effectuer un montage dans lequel le redresseur sera parcouru par une tension de 24 V il faudra composer ce dernier de deux plaques en série selon la figure ci-dessous (A).

Pour une tension de 46 V par exemple il en faudrait trois (B) et ainsi de suite.



Si par ailleurs le redresseur doit être prévu pour une intensité en ampère de 3 A toujours sur 24 et que l'on ne dispose que de plaques semblables à celles précitées, le montage sera alors celui de la figure ci-dessous en C.



On voit ainsi que pour une tension d'utilisation supérieure à celle admissible par plaque il est possible de monter celle-ci en série jusqu'à concurrence de la valeur désirée, et que l'intensité est de son côté fonction de la surface des plaques redresseuses.

A titre documentaire nous donnons plus loin un tableau où sont portées quelques valeurs usuelles de redresseurs secs au sélénium.

Mais examinons auparavant les montages « type » des redresseurs.

Premier cas : Montage une alternance (fig. 1). — Chaque fois que la tension alternative du secondaire du transfo présente une polarité telle que

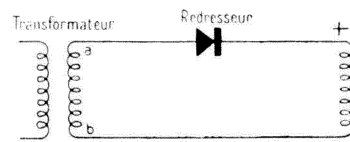


Fig. 1

A soit positif et B négatif, le redresseur se comporte comme une résistance très faible et le courant passe dans le circuit d'utilisation.

Dans le cas contraire A négatif et B positif, le redresseur présente au courant venant de B une résistance très élevée et le courant ne peut passer dans le circuit d'utilisation.

Ce montage, le plus simple, est d'un rendement très bas (une seule alternance redressée) et n'est utilisé que pour des petites puissances jusqu'à 100 milliampères.

Deuxième cas : Montage va-et-vient (deux alternances) (fig. 2). — Selon le principe du premier montage on com-

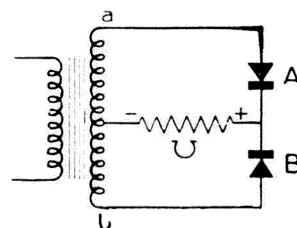


Fig. 2

prend qu'ici les deux alternances du courant sont redressées, chaque redresseur travaillant alternativement. Ce montage économique nécessite cependant un transfo point milieu au secondaire et, s'il fournit une intensité double de celle délivrée par le premier montage, sa tension de sortie reste semblable, les deux redresseurs ne recevant chacun que la moitié de la tension initiale.

Troisième cas : Montage en pont de Wheatstone (deux alternances) (fig. 3). — Lorsque la polarité de la tension alternative du secondaire est telle que a est positif et b négatif, le

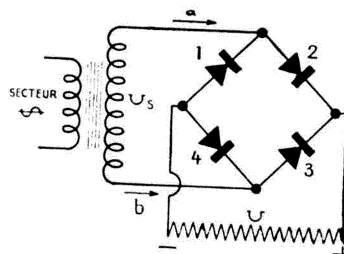


Fig. 3

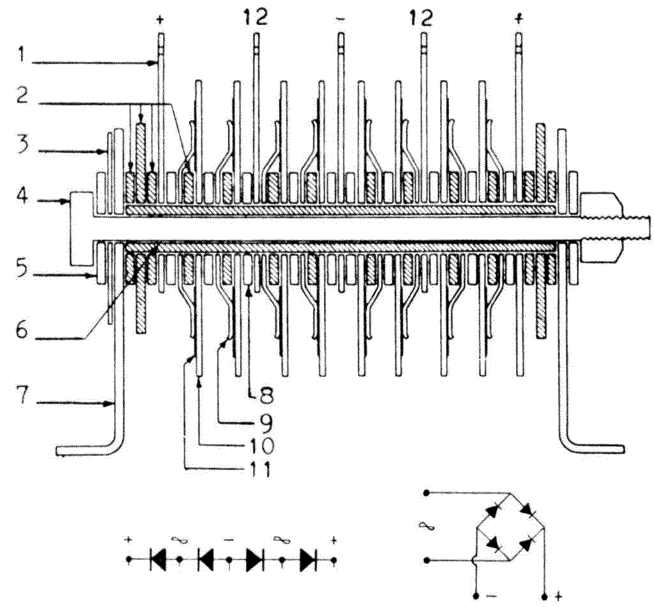
Ci-contre : Montage type d'un redresseur sec au sélénium, en pont monophasé. Sous la figure principale sont indiqués deux symboles utilisés couramment pour désigner ce montage.

Selenium rectifier.

Selenium-Trockengleich : richters.

LÉGENDE :

1. Cosses de sortie.
2. Rondelles d'isolement.
3. Plaque d'immatriculation.
4. Tige filetée d'assemblage.
5. Rondelle de serrage.
6. Manchon isolant.
7. Pied support.
8. Rondelles intercalaires en laiton.
9. Spider, disque élastique de contact.
10. Plaque redresseuse au sélénium.
11. Surface de la contre-électrode à base de cadmium.
12. Entrées courant alternatif.



Le courant passe de a par le redresseur 2, par le circuit d'utilisation vu, puis par le redresseur 4 pour revenir en b. Au contraire quand a est négatif et b positif, le courant emprunte le sens inverse - de b vers a par le redresseur 3, le circuit d'utilisation vu et le redresseur 1.

Le courant passe donc toujours dans le même sens dans le circuit d'utilisation.

Dans ce montage, chaque redresseur formant une branche du pont est traversée par la tension totale secondaire du transformateur et doit donc pouvoir la supporter.

D'un excellent rendement, c'est le montage redresseur le plus couramment utilisé.

La chute de tension à prévoir est minimale et le secondaire du transformateur sera prévu en moyenne pour une tension de 5 volts supérieurs à la tension redressée désirée (en charge résistante).

Nous pouvons à présent consulter en connaissance de cause le tableau en annexe qui donne quelques dimen-

sions usuelles de plaques et les caractéristiques selon le montage adopté. On y remarquera de plus les différentes valeurs de  $I_c$  selon la tension d'utilisation  $U_a$  (en alternatif) 20, 25

charge de batterie. Dans ce dernier cas la charge étant plus importante, la chute de tension dans le redresseur est proportionnellement plus grande. Nous verrons en un prochain article

Les formes de courant délivrée par les montages précités sont indiquées par les figures ci-dessous :

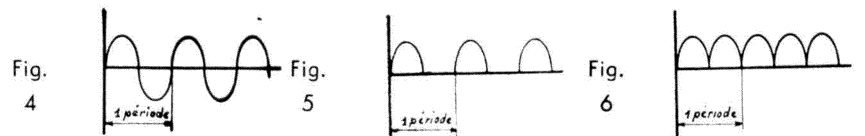


Fig. 4 : Courant alternatif (Secteur).

Fig. 5 : Courant délivré par le 1<sup>er</sup> montage : 1 alternance, seules les demies ondes de même polarité passent, les alternances de polarité contraires étant bloquées. Il en résulte un courant pulsé.

Fig. 6 : Courant délivré par le second et le troisième montage : va et vient et pont. Le courant est intégralement redressé, sa forme ondulée peut être si nécessaire "aplanie" (courant filtré) par l'adjonction à la suite de redresseurs, d'une self de filtrage et de deux condensateurs de bonne capacité.

ou 30 V pour une même plaque, ainsi que la valeur moyenne de la tension redressée  $U_c$  en charge normale résistante ou inductive, ou dans le cas de

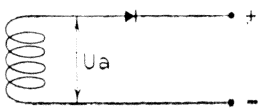
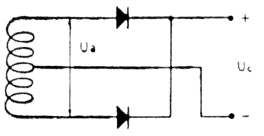
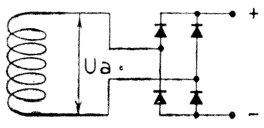
des exemples concrets d'utilisation des redresseurs ainsi que des montages spéciaux.

F. JEAN.

N.D.L.R. — Documentation ayant servie de base à cet article : WESTINGHOUSE, SORAL, Electrical Handbook for Model Railroaders, et MONOPOLE pour les données Techniques.

NOTA. — Pour les besoins de la mise en page, le tableau a été reporté à la page suivante.

**Tableau de quelques valeurs usuelles de REDRESSEURS SECS au sélénium (voir article page précédente)**

Montage	Ua efficace (volts)	Uc en charge approx. (volts)		DIMENSIONS DES PLAQUES	INTENSITÉ Ic (Ampères) Ventilation Naturelle							
		sur R ou I	sur batt.		18 × 18	25 × 33	40 × 40	50 × 50	66 × 66	100 × 100	200 × 100	
MONOPHASE	1 ALT.	20	7,5	6		0,12	0,25	0,50	0,80	1,55	4,50	9
		25	10	8		0,1	0,2	0,41	0,66	1,29	3,75	7,5
		30	12	9		0,8	0,16	0,33	0,53	1,03	3	6
	VA et VIENT	20	7,5	6		0,25	0,50	1,05	1,65	3,10	9	18
		25	10	8		0,2	0,40	0,87	1,37	2,58	7,5	15
		30	12	9		0,16	0,32	0,7	1,10	2,06	6	12
	PONT	20	15	12		0,25	0,50	1,05	1,65	3,10	9	18
		25	20	16		0,2	0,40	0,87	1,37	2,58	7,5	15
		30	25	18		0,16	0,32	0,7	1,10	2,06	6	12