

LES REDRESSEURS DE PUISSANCE



Le réseau électrique de traction de la SNCB est alimenté en courant continu sous la tension de 3000 V environ. Ce n'est cependant pas la seule possibilité d'alimentation. En effet, l'Allemagne et l'Autriche, par exemple, alimentent leur réseau de traction en courant alternatif monophasé sous 15 kV, 16 2/3 Hz, la Hollande a choisi le courant continu sous 1500 V et la France utilise deux systèmes, le courant continu sous 1500 V et le courant alternatif monophasé sous 25 kV, 50 Hz.

En fait, le choix, à une certaine époque, d'un type d'alimentation, est pratiquement dicté par le degré d'avancement atteint à ce moment par la technologie. On pourrait par exemple s'étonner du fait que, dans le cas de la traction en courant continu, des pays comme la France et la Hollande aient adopté la tension de 1500 V malgré les avantages évidents du 3000 V. La raison en est que vers 1920, lorsque ces pays décidèrent d'électrifier les grandes lignes de leur réseau ferroviaire, il n'était guère techniquement possible d'assurer sous 3000 V la fourniture d'énergie destinée à la traction. Il a fallu attendre les années 1930 pour que le développement des redresseurs à vapeur de mercure rende envisageable l'électrification de réseaux en 3000 V. Ceci explique que les états qui, comme le nôtre, ont décidé d'électrifier leur réseau à cette époque ont adopté le système à 3000 V. C'était alors le meilleur choix possible.

Des redresseurs, pourquoi?

Les réseaux généraux à HT (haute tension) transportent l'énergie électrique sous forme alternative. Pour que la caténaire puisse être alimentée en courant continu, il faut donc nécessairement qu'il y ait en certains points du réseau des installations permettant de passer d'une forme de l'énergie à l'autre. C'est ce que nous appelons des sous-stations de traction.

En simplifiant au maximum, on peut considérer qu'une sous-station de traction est un ensemble de groupes transformateurs-redresseurs capables d'effectuer la transformation précitée. En fait le transformateur, connecté au réseau général HT, fournit au redresseur une tension alternative de valeur adéquate, celui-ci se chargeant de la transformer en tension continue.

Les redresseurs à vapeur de mercure

Ainsi que nous l'avons signalé ci-avant, à l'époque des premières électrifications sur le réseau de la SNCB, aucun autre dispositif que le redresseur à vapeur de mercure ne permettait d'assurer l'alimentation en 3000 V d'un réseau de traction. Sans entrer dans le détail du fonctionnement des redresseurs en général, il faut toutefois remarquer que les redresseurs à vapeur de mercure constituaient des installations relativement complexes, encombrantes et d'un fonctionnement délicat. En effet, outre l'organe principal de redressement, les circuits auxiliaires comportaient:

- un dispositif d'allumage indispensable à la production d'un premier arc électrique;
- une électrode d'entretien destinée à maintenir un courant minimum même en l'absence de charge en ligne;
- un système de refroidissement empêchant l'ensemble de l'installation d'atteindre, sous l'effet du passage du courant, des températures inadmissibles;
- un système de chauffage devant assurer le maintien en certains points précis d'une température minimale;
- et enfin un dispositif de production du vide capable de maintenir dans la cuve une pression de l'ordre de 1/10.000.000e de la pression atmosphérique.

La puissance de ces groupes était de 3000 kW.

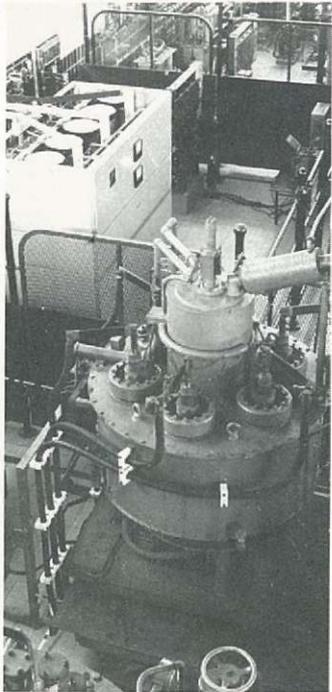
Deux types de redresseurs à vapeur de mercure ont été utilisés: le type dit "à une seule cuve" et le type dit "à quatre cuves". Ce dernier mode d'exécution présente l'avantage qu'en cas de défaut, une cuve avariée peut aisément être remplacée par une cuve de réserve; en outre, dans certains cas, il est même possible de fonctionner à mi-puissance avec deux cuves seulement.

La photo n° 1 présente un redresseur à vapeur de mercure du type "à une seule cuve" installé dans sa cellule; la photo n° 2 montre un redresseur du type "à quatre cuves" sorti de sa cellule.

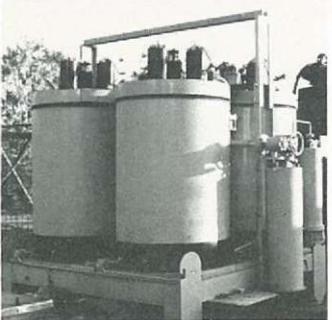
Un bond en avant: les redresseurs secs au silicium

L'avènement des semi-conducteurs et le développement de leurs applications au niveau industriel allaient permettre de simplifier considérablement les installations de redressement et en outre d'en augmenter la fiabilité. Il s'agit alors d'un véritable bond en avant dans la technologie, et il n'est même pas excessif de parler de révolution.

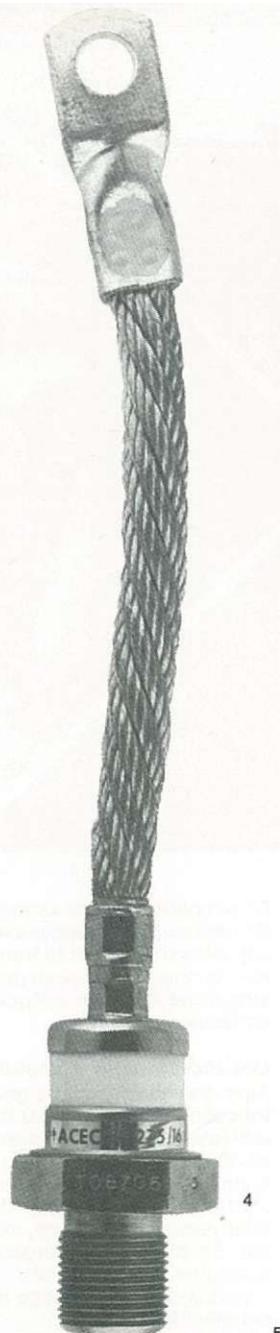
Le redresseur se présente désormais simplement sous forme d'une armoire contenant un certain nombre de diodes de puissance constituant les six branches d'un pont comme l'illustre la figure n° 3 (montage en pont de Graetz triphasé).



1

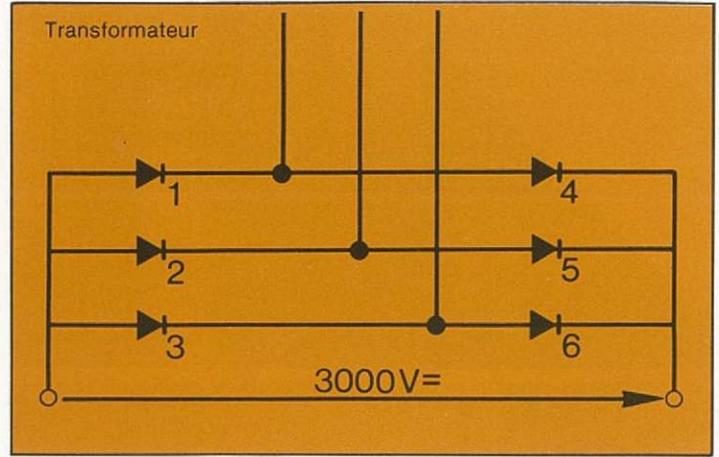


2



4

5



3

Une vue de l'intérieur d'un redresseur sec est présentée à la photo n° 4. On y distingue les différents diodes munies de leurs ailettes de refroidissement. La photo n° 5 montre l'une de ces diodes de puissance, refroidisseur enlevé.

En réalité, pour des raisons de bonne tenue en courant et en tension, chacune de ces six branches comporte un certain nombre de diodes en parallèle et un certain nombre en série. L'appareillage auxiliaire est lui extrêmement réduit comparativement à celui du redresseur à vapeur de mercure.

Soucieuse de maintenir ses installations au meilleur niveau technique, la SNCB a mis à l'essai dès 1961, à la sous-station de traction de Haren, un premier groupe redresseur au silicium d'une puissance de 3000 kW.

L'essai est concluant et le pas est franchi. Les redresseurs secs au silicium vont alors remplacer progressivement mais sans discontinuer les redresseurs à vapeur de mercure.

C'est ainsi qu'entre les années 1964 et 1978, il a été procédé à l'installation de redresseurs au silicium dans près de quarante sous-stations de traction, étant entendu que chacune d'elles comporte deux, trois, voire quatre redresseurs.

Ceci donne une idée de l'effort accompli en ce domaine. Une seule sous-station reste actuellement équipée de redresseurs à vapeur de mercure mais leur remplacement par des redresseurs secs est imminent.

Il est important aussi de noter que durant ces années, la SNCB gardant constamment le contact avec l'industrie, n'a cessé de suivre les derniers perfectionnements en la matière.

A titre d'exemple, le tableau ci-dessous montre la diminution constante au cours du temps du nombre total des diodes d'un redresseur (réduction du nombre de diodes en péril et en parallèle dans chacune des branches). C'est une conséquence des progrès réalisés dans l'industrie en ce qui concerne l'amélioration des performances des diodes de puissance en même temps qu'une illustration du soin mis par la SNCB à suivre pas à pas ces progrès.

Tableau illustrant la diminution au cours du temps du nombre total de diodes d'un redresseur.

S/s-station	Mise en service	Nbre total de diodes
Charleroi	1967	336
Denderleeuw	1967	336
Bruxelles-Midi	1969	288
Gand	1970	252
Namur	1972	150
Ekeren	1975	96
Hatrival	1978	48

Pour chacune des sous-stations mentionnées dans ce tableau, il s'agit de redresseurs développant une puissance de 4200 kW, à l'exception toutefois de Bruxelles Midi, où la puissance est de 4800 kW.

Les derniers progrès

Jusqu'à il y a quelques années, les redresseurs au silicium devaient être refroidis par ventilation forcée, c'est-à-dire par l'intermédiaire de ventilateurs. Bien que la puissance absorbée par ces engins fût relativement faible, elle n'en constituait pas moins une perte au niveau du rendement global. Aussi, depuis 1975, les redresseurs utilisés par la SNCB sont refroidis par ventilation naturelle (suppression des ventilateurs). On a pu ainsi améliorer encore le rendement de ces groupes, rendement qui atteint, pour des derniers appareils mis en service, la valeur de 99,80% à pleine charge.