

92* A Dans les 4 cas, on est en présence de convertisseurs de fréquence à circuit intermédiaire à tension continue. Les gabarits des caractéristiques effort vitesse des 4 types de machines sont très voisins.

Les convertisseurs côté moteurs sont chargés de fournir le réseau triphasé à fréquence variable depuis le circuit intermédiaire: ils fonctionnent en onduleur (régime moteur des machines asynchrones) si leur fréquence est plus élevée que la vitesse des moteurs ou en redresseur (régime freinage) si elle est plus faible. Les éléments des ponts pulsent à une fréquence au moins 20 fois plus élevée que la fréquence maximale du système triphasé, pour éviter un taux d'harmoniques trop élevé des courants moteurs.

Les convertisseurs côté réseau sont chargés de stabiliser la tension intermédiaire, les éléments des ponts pulsent à une fréquence au moins 333 Hz pour limiter les harmoniques répercutés sur le réseau d'alimentation. La commande des ponts et la conception des transformateurs permettent de ne soutirer du réseau qu'une puissance active pour pratiquement toute la plage de fonctionnement possible de la locomotive. En traction, ces ponts fonctionnent en redresseurs et en freinage à récupération en onduleurs.

La *Re 460* a un circuit intermédiaire à 3 niveaux, les convertisseurs de courant ont une structure et une commande complexes. Le convertisseur côté moteurs alimente les 2 moteurs de traction d'un bogie, il doit pouvoir conduire 3,05 MW, ce qui a conduit au choix d'une valeur élevée de tension intermédiaire – 3,5 kV – nécessitant la mise en série de 2 GTO et une structure à point milieu.

La *Re 465* admet un convertisseur triphasé par moteur, apte à conduire 1,75 MW. Pour cette puissance, on a pu se limiter à une tension plus faible au circuit intermédiaire et n'avoir qu'un seul GTO par côté de branche. On garde ici un circuit intermédiaire par bogie.

La *101* a la même structure de ponts que la *Re 465*, mais chaque moteur a son circuit indépendant depuis le secondaire du transformateur, celui-ci compris. Un pont est apte à conduire 1,65 MW.

La *12X* a le même concept que la *101*, mais les éléments de commutation des ponts sont ici des IGBT, placés par paire en parallèle pour garantir le passage du courant requis.

B Au fil des années, tant la tension de blocage, le courant de conduction que la fiabilité des composants a augmenté. Entre 1991 et 1994, L'augmentation de la puissance des GTO a permis de réduire une branche de pont à sa plus simple expression 2 GTO et 2 diodes principales. A ce moment, tant le courant de conduction que la tension de blocage des IGBT ne permettent pas de les envisager pour un tel niveau de puissance, ce qui devient possible en 1997 en admettant la mise en parallèle de 2 IGBT, moins délicate que le serait celle de deux GTO. Avec des IGBT, on a gagné des électroniques de commandes moins puissantes, mais on doit accepter des pertes par conduction un peu plus élevées. L'équipement de traction total à IGBT, y compris les circuits auxiliaires et de refroidissement, est un peu plus léger que sont équivalent à GTO.

C L'évolution va dans le sens d'une augmentation dans la disponibilité des véhicules: un incident au niveau d'un des ponts d'une *Re 460* conduit à la perte de moitié de la puissance car on doit isoler un bogie.

Sur la *Re 465*, un incident sur un convertisseur côté moteur ne conduit à la perte que de 25 % de puissance. Au niveau du circuit intermédiaire ou des ponts côté réseau, on doit isoler un bogie et on perd 50 %.

Tant la *101* que la *12X* ont une fiabilité encore augmentée, même en remontant jusqu'au secondaire du transformateur, un incident ne conduit à la perte que de 25 % de la puissance. Même plus, si l'incident survient sur un pont côté réseau, l'autre peut assurer l'alimentation de deux moteurs d'un bogie à puissance réduite mais en utilisant au mieux l'adhérence.