

# LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE DE L'ALIMENTATION DES NAVIRES À QUAI



**FRANCK PLOMION**  
directeur de l'établissement  
du service d'infrastructure  
de la défense de Toulon

Les ports militaires doivent faire face à des défis que ne connaissent pas les ports civils, en raison des particularités opérationnelles des unités de la Marine nationale. Les navires militaires exigent des services très particuliers des infrastructures portuaires. Celui de l'alimentation électrique n'est pas très visible, mais il n'en pose pas moins des problèmes passionnants aux ingénieurs de la base navale de Toulon.

**P**our Vauban, Toulon était « la rade la plus belle et la plus sûre d'Europe ». Aujourd'hui, cette rade abrite le plus grand port militaire d'Europe, et la base navale de Toulon (BNT) est équipée de l'un des réseaux d'électricité privés les plus importants en France. Alors que la région PACA s'est lancée en 2019 dans un vaste plan Escales zéro fumée pour raccorder les ferries et navires de croisière en escale à Marseille, Nice et Toulon, voilà plus de cinquante ans que la Marine nationale dispose à Toulon d'une alimentation à quai pour les navires militaires. Si la Marine était en avance sur son temps, les objectifs recherchés initialement étaient principalement la préservation du potentiel de la flotte et la réduction des contraintes sur les équipages. La volonté de réduire la pollution atmosphérique et d'améliorer les conditions de vie des Toulonnais est arrivée récemment.

## Une fonction restée étatique

Quels qu'aient été les objectifs initiaux, l'électrification des navires à quai est actuellement une composante importante de la transition énergétique, qui permet de consommer de l'électricité décarbonée au lieu de gasoil. Intégrée en 1961 à la délégation ministérielle de l'armement, future délégation générale pour l'armement en 1977, la DCAN devenue DCN se transforme en société privée à capitaux publics en 2003 et porte aujourd'hui, après quelques évolutions de son actionnariat, le nom de Naval Group. Certains actifs industriels (installations électriques, portes des bassins, stations de pompage, ouvrage Cachin de Cherbourg...) restent toutefois dans le giron étatique. La responsabilité des réseaux électriques (gestion, investissements, achat de l'énergie, maintenance et exploitation) est alors transférée à la direction des travaux maritimes, qui intègre en 2005 le service d'infrastructure de la défense (SID), service interarmées né de la fusion des services constructeurs des trois armées.

## REPÈRES

Les premières installations de distribution d'énergie électrique en courant continu apparaissent à bord des navires à partir de 1880. L'électrification de l'arsenal de Toulon commence au début du <sup>xx</sup>e siècle pour alimenter les machines des ateliers industriels, avec la création d'un réseau interne de lignes en 5 000 V puis, en 1918, de centrales électriques en courant alternatif à 25 Hz. Il faut attendre la Seconde Guerre mondiale pour que l'alimentation à quai des navires de la Marine nationale se développe. Cette mission est confiée à la direction des constructions et armes navales (DCAN) de Toulon, alors sous responsabilité directe de la Marine.

## Des unités de plus en plus exigeantes

La diversité – à tous égards – des navires militaires stationnés aujourd’hui à Toulon conduit à concevoir et réaliser un réseau de distribution d’électricité complexe, issu de l’histoire de la base navale, mais en permanente évolution : à un réseau électrique dédié à l’alimentation en basse tension de navires faiblement consommateurs doit succéder un réseau moderne dominé par l’alimentation en haute tension de multiples navires fortement consommateurs. La base navale, alimentée par le réseau national 50 Hz en très haute tension (63 kV), dispose pour les immeubles et les ateliers d’un réseau en 50 Hz classique (63 kV / 10 kV / 400-240 V) conforme aux normes européennes.

La flotte de surface est alimentée en courant alternatif 60 Hz, hérité des normes nord-américaines et de l’Otan. La distribution aux navires était traditionnellement en basse tension 440 V, mais l’importance des puissances nécessaires – de l’ordre de 10 MV, soit le besoin d’une commune de 5 000 habitants environ – pour alimenter le porte-avions *Charles-de-Gaulle* (PACdG) a imposé de développer un réseau haute tension 6,3 kV dans les années 2000, le diamètre des câbles du réseau conditionnant les chutes de tension et le poids des câbles mobiles de raccordement étant devenu ingérable en 440 V. Ce besoin en puissance est devenu la règle pour les unités importantes, porte-hélicoptères amphibies (PHA), frégates multimitations (Fremm), futurs bâtiments ravitailleurs de force (BRF), qui sont alimentées directement en 6,6 kV. Le 60 Hz est créé à partir du courant 50 Hz grâce à des centrales de conversion dynamiques (fonctionnant par couplage de moteurs et d’alternateurs) ou statiques (utilisant l’électronique de puissance). Il

**“Le volet environnement devient structurant dans les nouveaux projets.”**

Toulon et sa base navale.



existe en outre, en cas de défaillance du réseau électrique, des moyens de secours à base de groupes électrogènes pour les unités – PACdG et sous-marins nucléaires d’attaque (SNA) – dotées de chaufferies nucléaires. Enfin les SNA alimentés à la fois en basse tension 60 Hz et en courant continu stockent de l’énergie dans leurs batteries de bord et nécessitent des installations spécifiques en courant continu pour leur recharge.

## La prise en compte de l’environnement

La gestion technique de ce réseau complexe et très spécifique impose de maîtriser dans la durée des compétences techniques rares – cybersécurité incluse – dont la gestion sur un vivier humain très restreint constitue un défi majeur pour le SID. Aujourd’hui, le programme infrastructure Renovelec Toulon, 250 M€ d’investissement, est en cours de réalisation pour moderniser ce réseau. Les objectifs principaux sont les suivants : augmenter la puissance délivrée à quai pour accompagner les besoins croissants de la flotte (pour l’ensemble du site, cette puissance, actuellement de 22 MW en moyenne, avec des pics pouvant atteindre 30 MW lorsque tous les navires sont à quai, passera à 40 MW à l’horizon 2030) ; créer un réseau spécifique adapté aux exigences particulières de fiabilité et de résilience des navires militaires à propulsion nucléaire ; améliorer la maintenabilité du réseau pour garantir la continuité de service ; renforcer la fiabilité par la ségrégation des sources et la suppression des obsolescences. Le maintien de la disponibilité opérationnelle durant les travaux reste un enjeu fort de cette modernisation et conduit à l’étaler sur une durée de quinze ans.

Enfin, la lutte contre le réchauffement climatique et la pollution atmosphérique constituent un bénéfice supplémentaire tout à fait appréciable de ce programme de modernisation du réseau. Même s’il ne figurait pas dans le cahier des charges initial du programme, le volet environnement devient structurant dans les nouveaux projets. La prochaine rupture majeure viendra probablement de l’arrivée de nouveaux carburants opérationnels faiblement carbonés. L’hydrogène, couplé à des sources de production alternatives, semble prometteur à ce stade, mais représente un nouveau défi en termes de sécurité et de compatibilité. À une échelle de puissance bien plus modeste, le SID teste d’ailleurs ce type de solutions pour l’alimentation des campements en opérations extérieures et sur certains sites très isolés, tels que les îles Glorieuses. La transition énergétique du port bénéficiera probablement de la recherche civile et de la recherche pour la propulsion des navires militaires. X