

BB SNCF « 4400kW » ou « nez cassés »

1- Un peu d'histoire

a) La genèse

Au milieu des années 60, la SNCF était à la tête d'un parc de locomotives de vitesse récentes relativement limité :

- 92 BB-9200 pour le continu 1500 V
- 62 BB-16000 pour le monophasé 25kV
- (Potentiellement, car en cours de construction) 52 BB-25200 bicourant.

Toutes trois basées sur la même technologie « Jacquemin », elles assuraient un très bon service, mais leurs technologies restaient très classiques :

- Rhéostat pour les locomotives à courant continu
- Transformateur à sorties graduées de tension et redresseurs secs ou à vapeur de mercure pour les monophasées.

Le nombre limité de circulations grandes lignes, ainsi que la contribution de séries plus anciennes (CC-7100, 2D2 ex-PO, Etat, ou 9100), ou à vocation mixte (BB-8500, 17000, 25500, 16500, voire 12000 et 13000) permettait de compléter l'offre, alors largement constituée de trains lourds (certains tonnages d'express ou de rapides dépassant les 800 tonnes).

La compétitivité de la SNCF face à la concurrence routière, et les premiers balbutiements d'une concurrence aérienne rendaient inexorables la multiplication de l'offre d'une part, et corrélativement, l'amélioration des performances d'autre part.

« L'école » Nouvion, attachée aux bogies monomoteurs à double réduction, dans le but de rendre les machines « mécaniquement » polyvalentes fut à l'origine de la construction d'une nouvelle génération de CC de 5900kW (8000 ch), basées sur ce principe, et aptes selon démultiplication à 100 ou 220 km/h : CC-6500 à courant continu, 21000 bicourant, et 14500 monophasées. Ainsi fut fait dès 1968, les 14500 étant dans un premier temps « suspendues », avant de voir leurs commandes annulées.

Si les 6500 et 21000 étaient réellement des machines surpuissantes et esthétiquement fascinantes, leur technologie était décevante : maintien du rhéostat sur les 6500, et reconduction du transformateur à prises variables sur les 21000. De plus, le moins que l'on puisse dire est que la définition des performances avait été faite sans vraie étude préalable digne de ce nom, la démultiplication à 220 rendant le couplage supérieur quasi inutilisable en palier sur la majorité des trains (limités alors, à 99 %, à 140 ou 160 km/h), et ne conduisant pas, sauf dans la remorque des rares convois C200, à un accroissement sensible de performances par rapport aux BB-9200 et 9300 (livrées dans l'intervalle, et de

caractéristiques identiques aux 9200). Pour faire une lapalissade, « la surpuissance ne sert à rien quand elle est inutile » ! Autres points négatifs : leurs appels de courant étaient à l'aune de leur puissance, et mettaient parfois à mal des sous-stations vieillissantes, cependant que leurs bogies à double démultiplication et empatement super-court générait, à vitesse élevée, des phénomènes de « sassage » inquiétants. Et l'utilisation très prolongée des crans sur rhéostats en faisaient d'excellents instruments de réchauffage de l'atmosphère !

Parallèlement à ces machines « de prestige », assez semblables dans leur (mauvaise) définition aux E 03 (puis 103) de la Deutsche Bundesbahn, les bureaux d'études Alsthom et la DETE planchaient sur un projet plus réaliste, mettant à profit les projets fulgurants en matière d'électronique.

En matière de « redressement » du courant alternatif en courant quasi-continu, alimentant des moteurs classiques, on avait débuté par des redresseurs à vapeur de mercure, du type « excitron », puis « ignitron », faisant très correctement leur travail, mais cependant encombrants et exigeants en termes d'environnement technique.

A la fin des années 1950, on commença à bien maîtriser la technologie des semi-conducteurs, ce qui permit la conception de diodes performantes et fiables, initialement connues sous le nom de « redresseurs secs » ou redresseurs au silicium. Le principe est fort simple : la diode ouvre le passage aux valeurs positives d'un courant alternatif, et se ferme quand la valeur de la tension atteint zéro avant de s'inverser. Autrement dit, ces semi-conducteurs effectuaient le même travail qu'un redresseur à vapeur de mercure, mais avec une compacité (et une fiabilité globale) bien plus importantes.

Les années 60 virent la même démarche de « scale-up » s'opérer autour des thyristors, qui peuvent être simplement décrits comme des diodes « à allumage commandé », c'est-à-dire capable d'interrompre le courant pour une valeur choisie par l'opérateur. Celle-ci est bien sûr déterminée par le « temps d'allumage », puisqu'inévitablement, le courant alternatif ayant une période constante, à chaque instant périodique correspond une valeur donnée de la tension.

Donc, de fait, et au moins sur le papier, il devenait possible d'obtenir n'importe quelle valeur de tension du courant redressé sans avoir à utiliser un transformateur réglable, avec ses prises discontinues. Ceci permettait l'élimination du gradateur, appareillage lourd et délicat, en même temps que la possibilité permanente du freinage par récupération de courant, simplement en inversant temps d'ouverture et temps de fermeture. D'où une possibilité de réglage ultrafin de la puissance de la locomotive, dotée du même coup d'un freinage rhéostatique, et d'une gestion automatisée des shuntages de l'inducteur.

Il en résultait une économie non négligeable d'électricité et de consommables, en même temps que la possibilité de mise au point de nouveaux automatismes, jusqu'ici réalisés grâce à des dispositifs électromécaniques aussi complexes et lourds que géniaux.

La mise au point des thyristors pour la traction ferroviaire fut soignée, donc longue. Non point que la technologie fût imparfaite, mais plutôt que l'on redouta, parfois à juste titre, que les courants harmoniques générés par leur usage ne viennent gravement perturber les circuits de voie, et, partant, le fonctionnement de la signalisation (sans oublier la génération d'un parasitage en règle des télécommunications...).

Néanmoins, en 1971, apparut la première BB-15000 ! Esthétiquement, c'était un « nez cassé », tristement décoré en vert, dans la mesure où, initialement, on ne savait pas définir clairement sa vocation mixte ou voyageurs.

Techniquement, la machine était bien plus révolutionnaire que sa timide apparence extérieure. Si l'on avait conservé les bogies monomoteurs, ceux-ci avaient été privés de la double démultiplication, et donc présentaient un empattement « décent ». Leurs suspensions primaires et secondaires avaient été complètement repensées, et faisaient appel à des blocs de caoutchouc. La technologie électrique utilisait les thyristors, dans un montage très simple qui s'avéra très efficace (et fiable) à l'usage. Un transformateur très généreux débitait un courant abaissé à 1500 V, qui, après redressement, lissage, et ajustement par les thyristors, alimentait deux moteurs Alsthom TAB666. La puissance continue s'établissait à 4420 kW (6000 ch), la puissance unihoraire s'élevant à 4650 kW (6320 ch). La vitesse maximale était de 180 km/h, pour une vitesse effective en service de 160 km/h. Le poids en ordre de marche s'établissait à 88 tonnes. L'effort de traction maximal au démarrage était de 295 kN (soit 1,5 plus élevé que celui d'une CC-6500 sur couple GV...).

Côté conduite, les procédures étaient radicalement différentes des usages en monophasé. L'adoption des thyristors permettait de « programmer » les intensités maximales absorbées, et aussi l'installation d'un dispositif de « Vitesse Imposée » (VI), permettant au conducteur de ne plus avoir à se préoccuper constamment de l'ajustement des crans pour « tenir le trait ». La sélection couplée intensité/vitesse assurait, de fait, l'accélération du convoi, et son respect du plafond choisi (tout de même, dans certaines limites de tonnage et de profil). S'y rajoutait bien sûr le freinage par récupération, couplé au freinage pneumatique de la locomotive, et s'y substituant totalement ou partiellement selon la force demandée et la vitesse. Originalité complémentaire : les 15000 ne possédaient qu'un pantographe.

Les essais en ligne furent rapides et très positifs, au point que les 15000 s'adjudèrent très vite les meilleurs trains du Réseau Est où elles avaient toutes été affectées au dépôt de Strasbourg. Il s'avéra alors qu'elles étaient parfaitement adaptées aux convois C160 les plus lourds, rendant complètement inutile la commande des CC-14500 initialement prévues.

Quoiqu'ayant montré d'excellentes aptitudes au décollage des « marchandises » lourds, les 15000 y montrèrent des limites – prévisibles, du reste – liées au fait de s'en remettre à l'autoventilation des moteurs, grande lubie de l'époque. On peut donc dire que très tôt, leur service fut orienté vers les « voyageurs » ou les « messageries » plus rapides que lourds.

Les moteurs TAB666 furent rapidement améliorés, d'abord sur les 15016 à 25 par une augmentation du nombre de spires des pôles auxiliaires, puis à partir de la 15026 par l'adoption du TAB674, équipé de série de la modification précédente, et permettant de surcroît un taux de shuntage plus élevé.

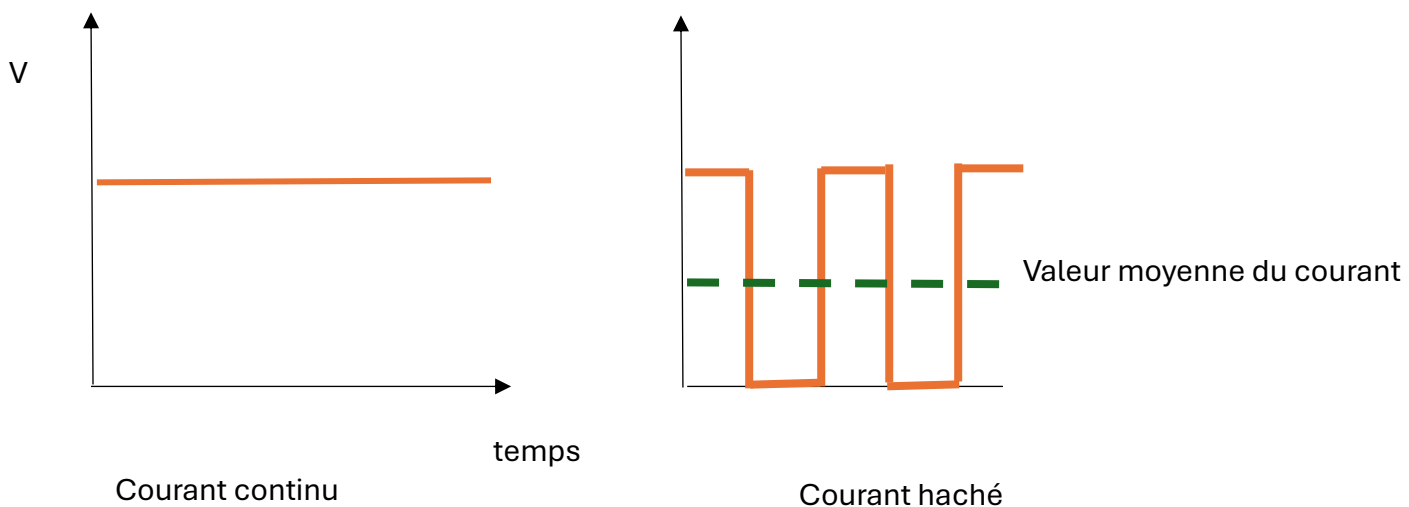
L'affirmation du caractère « prestigieux » des BB-15000 se vit par l'adoption, dès la BB-15006, des teintes plus flatteuses adoptées sur les CC-6500. De même, les BB-15051 à 15065 héritèrent des cabines plus profondes, à pare-brise moins inclinés, caractéristiques des secondes séries de BB-7200 et BB-22200. Les persiennes de ventilation (à la livraison) connurent, de même plusieurs variantes de formes et de matériaux (même si, au final, elles furent unifiées).

b) L'extension

Forts du succès opérationnel des BB-15000, la SNCF et Alsthom furent encouragés à poursuivre vers une seconde étape, avec, cette fois, pour finalité de révolutionner la traction en courant continu par l'électronique de pointe.

Dès le début des années 70, on entreprit donc d'expérimenter, d'abord à faible puissance, puis à puissance « ferroviaire », les hacheurs de courant continu.

Le hacheur est un dispositif utilisant les thyristors, cette fois réglés (ou réglables...) pour couper la tension continue selon un intervalle de temps variable. Le courant ainsi traité va donc apparaître « haché » périodiquement :



On conçoit que le dispositif permet de moduler la tension reçue par les moteurs à une valeur moyenne définie par le temps de coupure périodique imposé par le thyristor.

L'intérêt, en traction à courant continu, est considérable, puisqu'il permet, sur le papier, d'éliminer :

- Les changements de couplage
- Le gradateur à crans
- Le rhéostat

Il en résulte cette fois, en plus des avantages déjà cités pour les BB-15000 et leurs thyristors, une économie de courant inutilement transformé en chaleur dans le rhéostat, lors des démarrages, qui est dans ce cas très appréciable.

Pour ces raisons, la SNCF mobilisa la BB-15007, devenant pour le coup la BB-7003, pour tester « grandeur nature » le dispositif nouveau. Le transformateur, inutile sous courant continu, était mis hors circuit, et les hacheurs prenaient la place des thyristors classiques.

L'expérimentation ayant été couronnée de succès, il fut décidé la construction des BB-7200, dédiées au 1500 V continu, sur ce schéma de base découlant de la BB-15000.

Mises en service à partir de 1977, les BB-7200 s'avérèrent vite, après d'inévitables petites mises au point, tout à fait aptes à intégrer la cavalerie « Sud-Est » très sollicitée à l'époque.

Les BB-7200 sont donc, pour faire simple, des BB-15000 amputées de leur transformateur, et recevant des hacheurs aux lieux et places des thyristors. De ce fait, elles sont plus légères que les 15000 (ça pèse, un transfo !!!) avec 84 t seulement. Leurs moteurs sont des TAB674, comme ceux des 15000. La vitesse maximale d'origine est aussi de 180 km/h (160 en service).

La puissance UIC ressort cette fois à 4140 kW « seulement », mais il convient de savoir qu'entre 1971 et 1977 :

- Les normes UIC ont évolué, avec, entre autres, la suppression de la notion de « puissance unihoraire »
- Et qu'en vertu de ces normes, on a retenu la puissance développée à l'optimum de fonctionnement des hacheurs, à savoir 1400 V (pour 1500 effectifs)

Dans la réalité des faits, 15000 et 7200 sont « identiques », mais en service courant, une 7200 est un peu moins puissante qu'une 15000. Tout est à relativiser, puisque l'on admet qu'une 7200 en service marchandises lourd peut être amenée à développer aux arbres jusqu'à 5700 kW sans dommages particuliers.

Comme les 15000, les 7200 ont connu deux variantes de cabines : la « courte » pour les 7201 à 35, la « longue » pour les 7236 à 440. Par contre, elles ont toutes les mêmes persiennes, et deux pantographes.

Le dispositif de VI est identique à celui des 15000, mais, nous en reparlerons brièvement, il n'est pas opérationnel sur les 7200 « PV » à démultiplication VL100. Sauf les BB-7411 à 7440, les BB-7200 ne disposent pas du freinage à récupération, mais d'un freinage rhéostatique.

Les BB-7343 à 7370 sont en outre aptes à la circulation en UM (unités multiples).

Si les BB-7200 sont sorties d'usine avec des moteurs autoventilés, leurs modifications en PV avec montage de bogies à démultiplication courte VL100 laissa bientôt apparaître très lourdement l'insuffisance du système, et sans doute même de manière plus criante encore sur des machines VL180 utilisées aux marchandises. On les équipa donc d'une ventilation forcée, en commençant par les BB-7236 à 7280, puis, au gré des passages en révision, sur l'ensemble de la série.

Dès la mise au point de la BB-7003 prototype, on en arriva vite à la conclusion qu'une machine bicourant pouvait aisément en être dérivée. La condition étant de rééquiper la locomotive d'un transformateur à sortie unique, et de diodes de redressement, alimentant la chaîne de traction à hacheurs. Ainsi naquirent les BB-22200, qui dérivèrent des BB-7200... Et pas des BB-15000 !

Plus lourdes que les BB-7200 (90 tonnes), elles sont extérieurement presque identiques, à l'exception des deux pantographes orientés dans le même sens. Deux variantes de cabines, aussi, comme pour les BB-7200 (22201 à 27 = « petite » ; « grande » au-delà). Les persiennes sont identiques... sauf pour les 22351 à 22360, montées d'origine sur des bogies à démultiplication V200 (électrification Paris-Nantes), qui possèdent des persiennes type TGV, un peu moins hautes que les normales (mais il faut vraiment le savoir !). Même équipement de VI, et même freinage rhéostatique. A l'instar des BB-7200, les 22200 ont reçu soit de construction, soit en révision, la ventilation forcée des moteurs.

Les moteurs sont du type TAB674, identiques à ceux des 7200. La puissance aux normes UIC ressort à 4140 kW sous 1500 V, 4040 kW sous 25 kV (et non le contraire, comme on le voit écrit le plus souvent : le transformateur, sous 25 kV, n'a pas un rendement de 100 % !!!).

A noter que, malgré des caractéristiques électriques à peu près identiques, les courbes d'effort / vitesse diffèrent un (petit) peu selon le mode d'alimentation utilisé... Mais rien de comparable, par exemple, avec les BB-25100/25200 !

c) Services et carrières

1- BB-15000

Les 65 BB-15000 ont toutes été livrées au dépôt Est de Strasbourg. On l'a dit, leur mise en service fut du « gâteau », et dès 1972, les 15000 avaient, au détriment des BB-16000, raflé les meilleurs trains de la région Est.

Leur service était alors, et restera tout au long de leur carrière, à forte dominante « voyageurs ». L'arrivée, en 1975, des voitures Corail, posa un petit problème de compatibilité entre celles-ci et les 15000. Pendant la brève période qui permit de le résoudre, les 16000 assurèrent brillamment l'intérim.

La période courant jusqu'à 2006 les vit indissociables de l'Est, avec de fréquentes incursions en réutilisation sur le Nord.

La mise en service du TGV Est bouleversa ce long séjour alsacien, et entraîna leur mutation à Achères, aux « CIC » (Corail Intercités). Ce qui ne les empêchait pas, du reste, de continuer à assurer des convois sur l'Est et le Nord. A noter que, dès le milieu des années 90, les 15000 n'eurent plus qu'une mission « voyageurs ».

La décennie 2010-2020 les vit de plus en plus souvent en tête (ou en queue...) de TER, certaines machines ayant été équipées pour la réversibilité, et à ce titre, largement employées sur les dessertes normandes.

A partir de 2019, on entama la réforme des machines non dotées de la réversibilité MUX, celles dotées demeurant actives jusqu'à la réception complète des merveilleuses (mais si !) automotrices destinées à remplacer les dernières rames tractées.

Globalement, les BB-15000 peuvent être considérées comme une, pour ne pas dire la série la plus réussie de la SNCF. Fiables, performantes, agréables à la conduite, elles ont su répondre à chaque fois de manière pertinente aux évolutions de la demande. En témoignent leurs parcours en fin de carrière impressionnants, puisque nombre d'entre elles ont actuellement largement dépassé les 10.000.000 de km parcourus. Les BB-15001 à 5 ont dépassé les 12.000.000, et 30 d'entre elles la barre des 11.000.000 (en 2019...).

Paradoxalement, les BB-15000 furent aussi une série bien malchanceuse :

- 15006 : détruite par incendie en 2005
- 15011 : détruite lors d'un déraillement en 1976
- 15014 : tamponnement à Bâle en 1994, puis réforme
- 15028 : détruite par incendie en 2012
- 15033 : détruite par incendie à Mulhouse en 2003
- 15057 : détruite par tamponnement à un PN à Vitry-le-François en 1981,

La palme revenant sans doute à la 15004, victime d'un heurt avec un...dromadaire à la Ferté-sous-Jouarre en 2004 (mais réparée ensuite).

2- BB7200

La livraison débuta par la 7201, le 15/07/76 au dépôt de Villeneuve. D'abord prudemment engagée dans des roulements d'essais à parcours limités en décembre 1976, ce n'est qu'à partir du début de 1978 que les 7201 à 35 de Villeneuve commencèrent à se substituer massivement aux BB-9200/9300 et CC-6500 sur les bons roulements de ce dépôt. A noter toutefois qu'elles avaient repris le « Mistral » dès décembre 1977.

La BB-7233 fut, à titre d'essais, munie en 1977 de bogies permettant 200 km/h, avec les équipements attachés (cab-signal). Mutée à Paris Sud-Ouest, elle fut intégrée dans le roulement des CC-6500 « V200 » et assura la traction de « l'Etendard » entre Paris et Bordeaux.

Mais la SNCF avait d'autres projets, plus orientés vers la traction des trains lourds de marchandises. Dès 1977, on commença à substituer des bogies à démultiplication courte V100 aux bogies initiaux à V180. Initié en essai sur la 7201, le mouvement concerna bientôt la totalité des 7201 à 7235. Le montage de bogies PV s'accompagnait de la neutralisation de la VI, remplacée par un dispositif dit « TRE » permettant la répartition de l'effort entre bogies AV et AR pour empêcher le cabrage lors des démarrages en puissance. En cas d'amorce de cabrage, l'effort était réduit à l'AR pour limiter celui-ci.

Si l'adhérence était élevée, et la puissance suffisante, on constata vite que l'autoventilation des moteurs était une vraie limite à l'augmentation des charges remorquées. Aussi, les 7236 à 7280 en cours de livraison (mais à couple 180) furent d'emblée dotées de la ventilation forcée.

En 1981, les 7201 à 8, et 7210 à 7235 (la 7209 avait été détruite dans une collision), toutes PV, furent partiellement transférées à Limoges pour remplacer les « doublettes » ou « triplettes » de BB-900 assurant les RA et RO sur l'axe Paris-Toulouse.

En 1981, Limoges avait 12 7200 PV, Villeneuve 142 machines, dont 107 GV. A partir de 1982, Villeneuve renforça le parc de PSO, la mise en service du TGV Sud-Est ayant sérieusement limité le champ d'action des trains classiques.

Fin 1982, 10 machines étaient à PSO (7236 à 7245 GV), 33 à Limoges (7201-8, 7210-19, 7221-35, toutes PV), et 157 à Villeneuve (7220 PV, 7347 à 7380 PV, aptes à l'UM + 7246-7342 et 7381-7410 GV). Les mutations vers PSO se poursuivirent avec les 7246 à 53 en 1983.

La livraison des 7411 à 7440 clôtura la série en 1984. Machines PV affectées à Chambéry, spécifiquement à vocation « Maurienne », elles étaient couplables en UM, et disposaient du frein à récupération indispensable sur cette ligne à longues et fortes pentes/rampes.

De fait, les 7347 à 7380 avaient initialement été envisagées, mais les insuffisances du frein rhéostatique en descente prolongée les avaient fait se replier sur Villeneuve.

En 1986, les BB-7261 à 7263 de PSO reçurent des bogies « 200 » échangés avec ceux des BB-22358 à 22360 de Rennes. Ainsi grées, elles furent incorporées dans les roulements des CC-6500 « V200 » pour la traction des trains aptes à cette vitesse, les Corail 200 accessibles aux deux classes s'étant multipliés au Sud-Ouest. Avantage non négligeable : les 7200 étaient, à la différence des 6500, aptes à la conduite à agent seul.

En 1987, le parc était ainsi réparti :

- Villeneuve : 109 unités, toutes GV (7264 à 7342, 7381 à 7410)
- Limoges : 34 unités (7201-8, 7210-35) toutes PV
- PSO : 28 unités (7236 à 7260 GV160, 7261 à 7263 GV 200)
- Chambéry : 68 unités (7347 à 7380 UM, 7411 à 7440 UM+récup) toutes PV.

Début 1990, les unités PV de Limoges furent transférées à Bordeaux, Limoges recevant à la place des UM de 8500.

L'arrivée du TGV Atlantique Sud-Ouest et (enfin...) des BB-26000 modifia considérablement la donne au début des années 90. Les BB-7264 à 7280, et 7325 à 27 furent mutées de Villeneuve à PSO début 1993, suivies, avec l'arrivée de nouvelles Sybic, des BB-7328 à 7342. Les BB-7315 à 24 et 7381 à 90 furent, fin 1993, expédiées à Bordeaux. Bordeaux devait recevoir les 7330 à 7334 de PSO en mai 94, puis les 7269 à 7280 et 7335 à 42 en mai 95.

La partition (ridicule...) en activités compliqua un peu plus les schémas... Même si les structures de partition du parc n'évoluèrent guère entre machines PV et GV, de nouvelles résidences furent créées à Dijon, Marseille ; PSO disparaissant comme dépôt détenteur.

2009 vit une évolution des parcs, avec (encore...) une valse des bogies : les 7200 à petites cabines récupérèrent cette fois des bogies GV sur les 7381 à 7389, 7392, 7401 et 7406 (entre autres...). L'idée étant de favoriser les grandes cabines pour le Fret où les temps de parcours étaient plus longs que les TER devenant le lot quotidien des 7200 GV.

En 2012, une dernière grosse transformation prit jour, avec la transformation de 7200 GV grandes cabines en BB-7600 pour la banlieue parisienne (les BB-8500/25500 arrivant à bout de souffle, étant de surcroît très décriées pour leur inconfort). L'opération consista en la pose d'appareillages permettant la réversibilité, d'un circuit de télévision quais/intérieurs, pimenté d'une limitation en service à 140 km/h.

Simultanément, les machines restées à disposition du parc TER se virent, pour beaucoup, munies de la réversibilité par multiplexage (MUX).

A l'heure actuelle, les 7200 sont en cours avancé de réforme : d'une part, le Fret est moribond, d'autre part, le besoin TER-rames tractées se réduit comme peau de chagrin, et les « Intercités » font désormais partie des souvenirs lointains.

Si, dans l'apparence, le parc semble encore conséquent, l'activité réelle semble bien plus marginale.

Mais globalement, les 7200 ont été une série très réussie, et largement appréciée des personnels de conduite, même si les kilométrages effectués sont en retrait par rapport aux BB-15000 (le plus souvent < 10.000.000 km). Les 7200 ont plus souffert que les 15000 des mises en œuvre des TGV, et des arrivées des Sybic. Leur spécialisation « continu » les a également desservies, ce qui explique aisément leur « glissement » progressif du Sud-Est vers le Sud-Ouest.

A noter qu'elles font partie des rares machines françaises récentes à avoir été exportées en grand nombre, les chemins de fer néerlandais (NS) en ayant compté un large parc, qui, s'il est aujourd'hui officiellement réformé, n'en continue pas moins sa carrière aux couleurs de sociétés de leasing de locomotives, en tête de trains de fret.

3- BB-22200

La première 22200 fut livrée à la SNCF fin 1976, mais son affectation officielle à Marseille-Blancarde ne fut effective qu'en mai 1977. Mais les 22201 et 22202 ne furent pas engagées en service régulier, étant placées en US (utilisation spéciale) aux fins de tester les bogies PV limités à 100 km/h (la marotte du moment...). Initialement, il était prévu une partition des 57 premières machines entre Marseille et Montrouge, mais qui ne se fit pas : Montrouge hérita des 25200 marseillaises, et Blancarde de l'ensemble des machines. Dès Juin 77, donc, les 22200 évincèrent peu à peu les 25200 mutées du service de la ligne de la Côte d'Azur.

Utilisées en service voyageurs, mais aussi en service marchandises, elles ne tardèrent pas à montrer dans cette seconde utilisation les insuffisances du système d'autoventilation des moteurs (air connu...). Titulaire à la mi-78 de 75 machines, Marseille envoya les BB-22203 à 217 à Dijon-Perrigny, où elles limitèrent drastiquement les prestations nobles des séries plus anciennes, allant jusqu'à entraîner la disparition de la commutabilité de la gare de Dôle.

A l'instar des 7200, on commença alors à permuter les bogies des premières 22200 pour des bogies PV à VL100, les VL180 repartant en usine pour équiper les locomotives en construction. Bien que procurant un gain sensible d'effort de traction, cette solution concernant les BB-22201 à 68 ne fut que provisoire, toujours à cause de l'insuffisance maintes fois relevée de la ventilation des moteurs. Des essais comparatifs entre une 22200 PV et une GV équipée de la ventilation forcée démontra sans appel... des capacités

de traction à peu près semblables ! En conséquence de quoi, les 22201 à 268 furent cantonnées au trafic RO et RA entre Marseille et Vintimille.

Plus tard, les années 80 furent marquées par des mutations et affectations toujours plus nombreuses sur Dijon. Les 22200 connaissaient alors leur âge d'or, courant en tête de marchandises comme de voyageurs du Nord au Sud, sans oublier l'Est de la France sans échange de locomotive.

La 22278 connut une singulière transformation au début de 1981. Après échange de son panto monophasé pour un « continu », et munie de bogies VL200, elle fit une longue campagne d'essais sur le Sud-Ouest à la traction des « Etendard » et « Aquitaine », « Montaigne » et « Drapeau ».

L'expérience des 22200 PV était en passe de tourner court, dans la mesure où la ligne de la Côte d'Azur ne regorgeait pas de roulements RA ou RO... On vit alors les 22200 PV tracter des rapides lourds, ou des omnibus au départ de Marseille.

Devant ce constat, on décida de ramener les 22200 PV à leur statut initial, récupérant les bogies GV des 7347-80 sortant d'usine pour échange avec ceux désormais rendus par les 22201-68. La construction des BB-7411 à 7440 PV permit de finir le travail d'échange. A partir de 1984, plus aucune 22200 ne fut donc « PV ».

Même si la mise en service complète du TGV Sud-Est limita les prestations des 22200 sur l'artère impériale, leurs prestations en sortirent moins affectées que celles d'autres séries, et les 22200 demeurèrent ainsi visibles du Nord au Sud de l'hexagone ferroviaire.

L'électrification à l'Ouest de Paris-Nantes et de ses antennes vers Tours et Thouars entraîna l'affectation de 22200 à Rennes. Les 22351 à 360, en particulier, étaient aptes à 200 km/h, et se distinguaient de leurs sœurs par des persiennes latérales différentes (en fait identiques à celles des TGV, donc de hauteur un peu plus limitée). Assurant la traction à 200 km/h du TEE « Jules Verne », ce furent les premières machines françaises à circuler de manière officielle à 200 km/h sur ligne classique et caténaire monophasée.

Les 22371 à 380 furent acquises au nom de l'électrification de Lyon à Grenoble. Les deux dernières de la petite série furent aussitôt détachées en US pour devenir, au dépôt de Strasbourg,, les BB-20011 et 20012 préfigurant les futures Sybic. La dernière tranche des 22381 à 405 fut affectée à Dijon, la 22405 clôturant en juin 1986 la longue liste des « BB-4400 kW ».

L'électrification de Nantes au Croisic justifia l'attribution des 22371 à 374 dijonnaises à Rennes à la mi-86. Celle de Rennes à St Brieuc entraîna à son tour la mutation des 22375-6, puis des 22378 à 82 de Dijon vers Rennes. Les 22358 à 360 perdirent alors leurs bogies « 200 » au profit des BB-7361 à 63 de PSO.

L'électrification, ensuite, de Moret à Nevers, achevée en 1988, justifia un remaniement des roulements dijonnais, en prévision aussi de la poursuite de l'électrification jusqu'à Clermont-Ferrand.

La mise en service du TGV Atlantique priva les machines rennaises de leurs courses à 200 km/h, mais en contrepartie, l'électrification jusqu'à Brest leur redonna un peu d'espace. Ce qui n'empêcha pas leurs moyennes kilométriques mensuelles d'être alors amputées de près de 45 %.

Une lourde concurrence vint aussi des BB-26000, enfin mises au point, et qui ne tardèrent pas à s'emparer des meilleurs trains de la ligne du Bourbonnais, et qui s'octroyèrent de fait un quasi-monopole sur les sillons tracés à 200 km/h.

La mise en service, en 1993, du tunnel sous la Manche, et les retards de livraisons des Class 92 dévolues au service hors-Eurostar entraîna la transformation des BB-22379, 22380, 22399 à 405 en unités doubles. La machine menante (dite « TTU ») étant couplée à la menée (indiquée « TU »), et le tout supposant l'équipement en TVM430, UM et cloisons anti-feu. Le lot ainsi constitué assura la traction de 17 trains journaliers, affublées, pour des raisons de visibilité, d'un nez jaune qui leur valut le surnom de « Yellow Submarines ». Libérées en 1995, elles furent remises au standard, mais les « TTU » conservèrent leur TVM, et reçurent des bogies V200 provenant des 22351 à 22356, en vue de leur utilisation régulière sur LGV. Seules les 22357 et 22358 demeuraient V200, et à ce titre, assuraient les « Aqualys » nouvellement créés entre (Le Croisic) - Nantes et Orléans.

L'électrification Paris-Cherbourg fit envisager le recours à des 22200 V200, mais on y préféra, pour finir, les Sybic plus puissantes (mais bien moins fiables... !)

Au tournant du siècle, Rennes possédait 52 unités, assurant un service quasiment 50/50 entre voyageurs et Fret. Villeneuve possédait les huit exemplaires TVM/V200 affectés aux quatre trains C200 du SERNAM circulant de Paris à Toulouse via Bordeaux et la LGV, ainsi que le Paris-Avignon empruntant lui, la LGV Sud-Est jusqu'à Mâcon. Dijon détenait 65 exemplaires, conservant une activité soutenue vers le Jura et les Alpes, s'étendant jusqu'à Marseille. Marseille pour sa part, détenait 77 exemplaires, rayonnant sur la Côte d'Azur, mais aussi en direction de Bordeaux et de Lyon.

La répartition en activités rendit les affectations plutôt opaques, et surtout très « virtuelles ».

La décennie 2000-2010 fut marquée par l'apparition massive des TER, alors assurés en rames tractées pour beaucoup d'entre eux, et où les 22200 s'avérèrent fort appréciées. En Grandes Lignes, leurs domaines étaient à dominante nocturne, en direction du Sud ou des Alpes, avec aussi quelques parcours transversaux. En Fret, elles étaient toujours présentes sur un vaste territoire. A l'exception des machines désormais « Infra » (les « TVM »), les parcours mensuels tournaient autour de 15.000 km. Vers le milieu de la décennie, elles connurent de nouvelles résidences, avec Tours et Lens, puis Chambéry.

A chaque fois, il s'agissait de compenser la mise à retraite de séries plus anciennes (BB25100/25200, BB16500, etc...).

A dater de 2006, on assista à la mise en place de la réversibilité MUX sur un lot d'unités destinées à assurer les push-pull sur des rames Corail réversibles (B6Dux ou B5uxh). L'opération s'est poursuivie progressivement d'année en année, la demande TER étant de plus en plus pressante.

Plus inattendue est la conversion sous la forme de machines réversibles « à câblots » sous l'égide de la région PACA, motivée par l'emploi de rames RIO sur la ligne de la Côte d'Azur.

Et, cerise sur le gâteau, ce sont des BB-22200 qui ont été retenues pour recevoir la livrée très colorée des trains classiques Ouigo, en 2022.

Ceci ne doit pas cacher, malgré des effectifs en service encore importants sur le papier, l'érosion inéluctable des prestations de la série, dont une bonne partie est, dans les faits, GBE. La fin des livraisons des rames automotrices les limitera sans doute à des missions très confidentielles, avant extinction complète de la série.

Comme les 7200 et 15000, les 22200 constituent une très bonne série de locomotives. Leur bonne fiabilité d'ensemble, leur polyvalence et leur aptitude à évoluer sous les deux types de courant ont, indéniablement, contribué à prolonger leur carrière. La fiabilité plus douteuse des Sybic, et leur puissance très élevée hors de proportion avec les services à assurer actuellement les ont conduites, paradoxalement, à avoir aujourd'hui un pourcentage de locomotives réformées plus élevé que celui des « vieilles » 22200. Paradoxalement, leurs parcours s'avèrent un peu inférieurs à ceux des 7200, les 22200 ayant dû faire face à des affectations pas toujours judicieuses, puis à la suprématie dictée des Sybic, puis des 27000, sans que l'on ne songe à effectuer de vraies comparaisons objectives... Mais la SNCF nous a habitué, largement, à ces raisonnements « lumineux » qui n'éclairent que ses dirigeants, et c'est dommage !

4 – En forme de bilan...

Les « 4400 kW » ont été un groupe de locomotives illustrant la qualité conceptuelle du matériel de traction SNCF dans les années 70. Innovantes sur le plan technique, elles alliaient fiabilité et polyvalence, car leurs aptitudes étaient aussi bonnes en service voyageurs qu'en service marchandises. Malheureusement, elles illustrent aussi les incohérences et le manque de prévoyance de la Société nationale.

A l'exception des 15000, circonscrites au monophasé, et construites en nombre limité, on peut se demander pourquoi avoir commandé 445 7200 et 22200 pour livraison à partir de 1977, alors qu'il était patent que la construction des lignes TGV bouleverserait le paysage ferroviaire. On rêvait à l'époque – non sans motif, du reste – d'un Fret en pleine

expansion, d'où la volonté de développer les « PV » pourtant presque complètement inutiles en l'absence d'une ventilation forcée...

Certes, on ne prévoyait pas, d'une part l'extension des LGV, d'autre part l'effondrement du Fret, ni, pour finir, la domination presque absolue des automotrices sur le parc ferroviaire voyageurs... mais sans doute, avec un peu de clairvoyance, aurait-on pu alléger « l'ardoise » liée à la construction des 234 Sybic et des 179 27000...

Des trois séries, et subjectivement, ce sont les 15000 dont on gardera le meilleur souvenir. D'abord parce qu'elles ont eu une longévité exceptionnelle, et des parcours qui ne le sont pas moins, ensuite parce que – même si c'est subtil – l'énergie de leurs accélérations et de leurs reprises de vitesse laissait une impression un peu plus forte que celles des 7200 et 22200. Mais ce n'est qu'un avis !

CONSIGNES ET CONSEILS DE CONDUITE

Les modèles ont un paramétrage prenant en compte l'installation, sur les trois séries de machines, d'un dispositif dit de « Vitesse Imposée » ou « VI ». Celui-ci a été monté de série sur toutes les machines. **Comme dans la réalité, il est toutefois « débrayé » sur les 7200 et 22200 « PV ».** La raison de son non-usage dans cette configuration est facile à comprendre : contraindre la vitesse à ne pas dépasser un seuil imposé suppose, une fois franchi ce seuil, d'annuler l'effort de traction et de mettre en œuvre le freinage électrique pour revenir en-deçà. C'est tout à fait envisageable à vitesse relativement élevée, avec des rames de longueur « modérée » et de tonnage < 1000-1200 tonnes. Hors de ces limites, comme par exemple avec un train lourd de 2000 tonnes/40 wagons, la coupure, même progressive, de l'effort de traction à petite vitesse, suivie, éventuellement, d'un déclenchement du freinage électrique, puis d'une reprise de la traction pour revenir à la vitesse de consigne déclencherait des mouvements « d'accordéon » qui, s'ils sont supportables sur des rames légères et courtes, sont insupportables pour les attelages en service marchandises lourde. Et ce, d'autant plus que le freinage au régime « marchandises » est plus faible qu'en régime « voyageurs », tout simplement pour éviter ledit phénomène « accordéon » ; d'où des oscillations d'effort à la probabilité multipliée.

De même, un dispositif de VI, dans son acception des années 1970, ne peut être utilisé qu'au-delà d'une certaine vitesse. En effet, à trop basse vitesse, l'effort de traction nécessaire à maintenir celle-ci est trop bas pour qu'une régulation « en douceur » soit possible. La mise en œuvre du frein électrique deviendrait, en conséquence, quasi-systématique, engendrant pour les voyageurs des secousses désagréables, et le tout pour une efficacité des plus médiocres.

Enfin, et la chose là encore se comprend aisément : la VI ne « marche » pas toujours à 100 %. En 1970-1975, il n'y avait pas d'ordinateur embarquable, capable de se substituer complètement au conducteur et de passer les crans à sa place ! Et encore moins d'intelligence artificielle. Donc, si une vitesse imposée est choisie avec une intensité trop faible et un train trop lourd ou une rampe trop forte, elle ne sera jamais atteinte ! C'est au conducteur de relever le seuil d'intensité jusqu'à ce que « ça colle »... Si ça peut, physiquement coller ! (demander 160 km/h avec 800 tonnes en rampe de 10 pour mille réclamerait 135 kN à la jante, soit 6000 kW, qu'on n'obtiendra jamais d'une locomotive de 4400 kW...).

Même situation en descente prononcée : les freins électriques des « nez cassés » donnant au mieux 95 kN, ils ne sont plus à même de ralentir suffisamment la rame si la gravité la pousse avec une force supérieure à ce seuil... !

Mais, soyez rassurés, le dispositif a été testé impitoyablement, et il demeure tout à fait efficace pourvu que l'on ne dépasse pas 5 pour mille de rampe ou pente. Au-delà, en

rampe, vous n'atteindrez probablement pas l'objectif fixé, tandis qu'en pente, vous aurez tendance à le dépasser un peu (car le frein électrique est quand même très efficace).

Dernier point : quand vous fixez la VI à 160, sur le « bon » cran, ne venez pas protester si vous plafonnez à 159. Sauf à avoir un « Include » de 5 Go (et encore... serait-il vraiment déchiffré par le jeu ??? Le calcul n'est jamais une limite, mais Openrails, si !), on est obligé d'adopter la moins mauvaise solution. De plus, depuis maintenant 4 ou 5 ans, il y a « du vent » dans Openrails, et surtout un vent que les concepteurs du jeu, toujours très inspirés, ont décidé de rendre permanent (Y sont forts, ces américains, quand même !! Avant, on pouvait d'un simple clic l'annuler, mais ça, c'était avant !). Donc, quand on l'a en pleine poire, ça représente parfois 500 ou 600 chevaux envolés sur une rame longue. Et nous ne sommes pas, disons-le, en mesure de le prévoir parfaitement... !

Mais, on vous l'assure, ça marche vraiment très bien, la VI, et vous allez le découvrir, ça change vraiment tout à la conduite. On prend le temps de vraiment observer la voie et les signaux, à anticiper sur l'avance ou le retard, bref, on se rapproche enfin de ce qu'est vraiment la conduite d'une machine moderne.

Enfin, et ça aussi on vous l'assure, on n'a pas fini de travailler dessus, notamment pour la rendre continue et plus adaptable. Donc, il est très probable que sortiront des versions améliorées dans les mois à venir. Que vous retrouverez sur votre site bien-aimé :

<https://nostalgie-express2.fr/index.htm>

(Vraiment) dernier détail : toutes les données utilisées pour le paramétrage des « nez cassés » viennent des documents de la DETE. C'est la règle chez nous de ne pas paramétrer sans documents précis. Donc, soit émanant de la DETE, soit retrouvés dans, par exemple, la RGCF (Revue Générale des Chemins de Fer), disponible avec un abonnement à la BnF (Bibliothèque Nationale de France).

Les transpositions que nous en faisons sont respectueuses de leur intégrité, mais, comme on a coutume de le dire, dans les limites d'Openrails que nous sommes, rassurez-vous, largement habitués à contourner !

Assez de discours, installons-nous à bord !

Grands principes et petits tableaux

La VI est basée sur le concept suivant : à l'aide du manipulateur de conduite, on fixe un effort maximal, puis, avec une petite commande sise à droite du petit manipulateur, la vitesse à ne pas dépasser.

L'électronique de bord va ensuite adapter les angles de déphasage des thyristors à l'effort demandé, et, à l'abord de la vitesse fixée, réduire celui-ci de façon à ce que la vitesse soit maintenue. Si, par exemple, à cause d'une petite rampe, la vitesse redescend « trop » en dessous de la consigne, l'effort va être augmenté pour retrouver la vitesse consigne. Si on

se trouve en pente, la valeur de référence de l'effort de maintien, calculée pour le plat, va être trop élevée, et donc l'effort va être réduit, éventuellement annulé, et si la vitesse augmente encore, le frein électrique va être mis en œuvre.

Après mûre réflexion, le choix s'est arrêté sur des crans – entre 0 et 100 – à « deux chiffres ». Celui des dizaines détermine la gamme d'effort, et celui des unités, la vitesse imposée. Il y a deux grilles de lecture, selon que la machine soit à VL 160 ou à VL 200. On rappelle que les « PV » à VL100 voyaient leur dispositif de VI neutralisé, pour des raisons déjà précisées plus haut.

Les crans finissant par « 0 » supposent une mise en œuvre minimale des shunts. Ils sont très utilisables à des vitesses < 60 km/h. Au-delà, ils délivrent une puissance décroissant de manière exponentielle rapide.

Au contraire, les crans finissant par « 9 » sont ceux qui exploitent les shuntages « aux limites » (les crans « du désespoir », en somme !).

Les crans en 0 et en 9 ne peuvent pas enclencher la VI.

Passons aux tableaux opérationnels :

7200/15000/22200 à VL160

Crans	Vitesse Imposée	Observations	Effort maximal correspondant
0, 3, 5 et 8	OFF	Crans neutre, et de manoeuvre	24 à 57 kN
10	OFF	Effort minimal, sans shuntage	76 kN
12	80	Evolutions lentes	76 kN
20	OFF	Vitesse limitée	97 kN
22	80	Marchandises à vitesse stable	97 kN
23	90	« «	« «
24	100	« «	« «
30	OFF	Rames légères	118 kN
32	80	Marchandises, rames légères	« «
33	90	« «	« «
34	100	« «	« «
35	110	Rames légères	« «
36	120	« «	« «
37	130	« «	« «
38	140	« «	« «
39	OFF	« «	« «
40	OFF	Démarrage sans VL	132 kN
41	90		« «
42	100		« «
43	110		« «
44	120		« «
45	130		« «
46	140		« «
47	150		« «
48	160		« «
49	OFF		« «
50	OFF	Démarrage trains lourds	146 kN
51 à 58	90 à 160	Mêmes séquences que 41 à 48	« «
59	OFF		« «
60	OFF	Démarrage trains lourds	160 kN
61 à 68	90 à 160	Mêmes séquences que 51 à 58	« «
69	OFF		« «
70	OFF	Démarrages lourds, en rampe	181 kN
71 à 78	90 à 160	Mêmes séquences que 61 à 68	« «
79	OFF		« «
80	OFF	Rames très lourdes, en rampes	224 kN
81 à 88	90 à 160	Mêmes séquences que 71 à 78	« «
89	OFF		« «
90	OFF	Usage exceptionnel	266 kN
91 à 98	90 à 160	Mêmes séquences que 81 à 88	« «
99	OFF	Usage exceptionnel	« «
100	OFF	Effort maximal, V<30 km/h	290 kN

7200/22200 à VL200

Crans	Vitesse Imposée	Observations	Effort maximal correspondant
0, 3, 5 et 8	OFF	Crans neutre, et de manoeuvre	19 à 45 kN
10	OFF	Effort minimal, sans shuntage	60 kN
12	100	Evolutions lentes	60 kN
20	OFF	Vitesse limitée	77 kN
30	OFF	Rames légères	93 kN
32	100	Rames légères	« «
33	110	« «	« «
34	120	« «	« «
35	130	Rames légères	« «
36	140	« «	« «
37	150	« «	« «
38	160	« «	« «
40	OFF	Démarrage sans VL	105 kN
41	120		« «
42	130		« «
43	140		« «
44	150		« «
45	160		« «
46	170		« «
47	180		« «
48	190		« «
49	200	Sécurité à 200	« «
50	OFF	Démarrage trains lourds	116 kN
51 à 59	120 à 200	Mêmes séquences que 41 à 49	« «
60	OFF	Démarrage trains lourds	127 kN
61 à 69	120 à 200	Mêmes séquences que 51 à 59	« «
70	OFF	Démarrages lourds, en rampe	144 kN
71 à 78	120 à 200	Mêmes séquences que 61 à 69	« «
80	OFF	Rames très lourdes, en rampes	177 kN
81 à 88	120 à 200	Mêmes séquences que 71 à 79	« «
90	OFF	Usage exceptionnel	211 kN
91 à 98	120 à 200	Mêmes séquences que 81 à 89	« «
100	OFF	Effort maximal, V<40 km/h	229 kN

7200 et 22200 PV (VL100) : Pas de VI. Les crans décimaux (10,20,30 , etc....) ne sont pas shuntés. L'évolution est libre au sein d'une tranche décimale, sachant que le taux de shuntage augmente avec le chiffre des unités. L'effort maximal est limité à 338 kN (au-delà, l'adhérence serait insuffisante), mais le cran 100 % permet (avec sablage) d'obtenir 367 kN jusqu'à 15 km/h.

Crans	0-10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Effort (kN)	20-65	109	140	168	185	203	230	284	338	367

Sauf sur les machines PV, qui n'ont pas de VI, la vitesse imposée s'affiche dans le compteur rond situé à droite du manipulateur, en chiffres de style « digital ». A ne pas confondre avec l'aiguille indiquant la vitesse autorisée !!

Cas particulier des BB-22200

Les BB-22200, bicourants, ont des profils d'efforts un peu différents entre le fonctionnement sous 1500 V et celui sous 25 kV. Bien que ténue, cette différence a été prise en compte, et les 22200 **doivent donc circuler accompagnées de leur TRKM.**

Le TRKM180 est attelé à toutes les machines, sauf :

- **BB-22217 PV : à atteler au TRKM100**
- **BB-22352 et 22353 GV (aptés à 200), à atteler au TRKM200.**

CONFORMEMENT A NOTRE CONVENTION D'USAGE, LE DEMARRAGE DU JEU S'EFFECTUANT AVEC LE TRKM « ON », IL SIMULE ALORS UN FONCTIONNEMENT SOUS 1500 V CONTINU. POUR CIRCULER SOUS CATENAIRE 25 kV, IL CONVIENT DE FAIRE « Ctrl+Y » POUR ARRETER LE TRKM. LA MEME COMBINAISON DE TOUCHES PERMET LA REMISE EN ROUTE DU TRKM.

Conseils de conduite

- Démarrage du convoi manuel, en utilisant les crans décimaux (10, 20, etc...). Un train de 600-700 tonnes décolle à 40 %, valeur remontée à 50 puis 60 progressivement.
- Vers 40-50 km/h, choisir la VI en majorant l'effort autorisé. Dans l'exemple donné, on montera à 78 % pour avoir (en palier) une montée en vitesse rapide. 88 % pourra être nécessaire en cas de rampe.
- Parvenu à la VI, on peut redescendre à la gamme inférieure, par exemple ici, 68 % pour assurer le maintien de vitesse « à l'économie »
- Si, par exemple, un abaissement de vitesse à 140 s'annonce, et à condition de bien l'anticiper, on peut l'obtenir en descendant la VI de 68 à 66 %, par seul usage du frein électrique (mais il vaut mieux savoir que cela va demander 2 km)
- La VI ne peut pas tout (comme déjà dit). Mais même en descente prolongée, sa mise en action évite les débordements complets de la vitesse autorisée, lesquels se passeraient en l'absence du dispositif.
- On peut conduire « manuellement » ces machines, en se restreignant aux seuls crans décimaux (sans shuntage) et en « 9 » (shuntage maximal). On se retrouve alors dans une conduite classique de « machine à crans ».
- Mais, et vous le constaterez, ça n'a pas beaucoup d'intérêt !!

BONNE ROUTE, ET BIEN AMICALEMENT !

Jean-Paul, alias le Paramétreur fou !