TECHNIQUE

Proposé par Michel Durochat et Gilbert Desplanques texte de Marc DEBRUYNE

LA TRACTION SYNCHRONE

Ces pages racontent l'histoire et Ie vécu des hommes de chez Jeumont-Schneider qui sont venus sur le site d'Alsthom de Villeurbanne mettre en œuvre Ia traction synchrone entre1987 et 1994.

Je dédie ce texte à Yannick.

L'HISTOIRE DE LA TRACTION SYNCHRONE

Nous sommes en 1979, c'est ici que l'histoire commence le TGV-PSE poursuit encore ses essais en ligne; il sera mis en service commercial en Septembre 1981 comme chacun sait, il est équipé d'une chaine de traction faisant appel au « bon » moteur à courant continu, pour être précis 12 moteurs de 535kW. C'est ce qu'il faut pour rouler à 260 voire 270kmlh et passer les collines du Morvan mais….

Mais déjà les services techniques de la SNCF pensent aux matériels de la future décennie, aux locomotives universelles, à la 2ème génération de TGV qui, elle, devra aller plus vite, 300km/h. Le constat est simple : il faut des engins plus puissants avec des équipements traction plus compacts pour respecter les contraintes de masse tout en permettant le fonctionnement sous les deux tensions du réseau ferré français : 1500V DC et 25000V-50Hz; les moteurs CC à collecteur ont donné tout ce qu'ils pouvaient, et seuls les moteurs triphasés, libérés de la contrainte du collecteur, peuvent relever le défi.

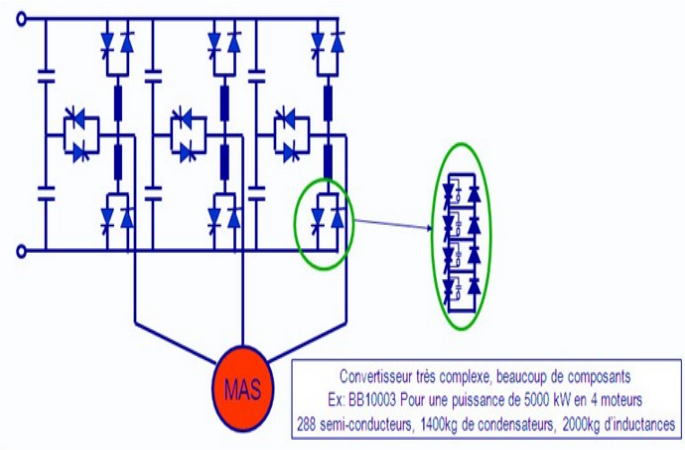
On pense de suite au moteur asynchrone à cage, peu de gens alors pensent à une autre machine tout aussi performante et beaucoup utilisée dans le monde industriel des fortes puissances ou dans les bateaux : le moteur synchrone, ce sera la proposition Jeumont-Schneider à la SNCF pour relever le challenge.

La SNCF, en étroite collaboration avec les constructeurs ferroviaires du moment va donc mettre en chantier un grand programme de développement de nouvelles chaînes de traction ; avec Alsthom ce sera la technologie à moteur asynchrone onduleur de tension et le prototype BB10003 (ex BB15007) qui sortira vers 1983 (voir le texte de J.Bonifas); avec TCO *(Traction CEM Oerlikon)* ce sera l'asynchrone à onduleur de courant et avec JS ce sera la technologie à moteur synchrone dit autopiloté qui sortira un peu avant en Septembre 1981, avec la BB 15055 modifiée, qui changera de nom et de livrée en décembre 1982 pour devenir la BB10004. Ce qui suit va se focaliser essentiellement sur le développement de cette technologie à moteurs synchrones autopilotés et sur les hommes qui l'ont mise en œuvre au cours des décennies 80 et 90, technologie qui est et restera certainement unique en son genre dans le monde ferroviaire par l'ampleur qu'elle a prise en France.

Quelques réalisations avaient vu le jour auparavant: BBC dans les années 30 fera un prototype de laboratoire sans grand succès, puis les Russes entre 1970 et 1976 sortiront 4 locomotives double BoBo, les VL80v équipées de cette technologie, la mise au point sera très longue, il n'y aura pas de suite en URSS c'est à dire pas de série, le temps n'était pas encore venu, la technologie n'était pas encore mûre.

Revenons au début des années 80: la SNCF, en étroite collaboration avec JS passe en revue les possibilités de traction à moteurs triphasés avec le souci de faire simple, fiable, compact et au coût minimum, en se basant sur le retour d'expérience des réalisations récentes comme les BB15000, les BB7200 et BB22000 sorties respectivement en 1971 et 1976. La technologie asynchrone a bien démarré dans le monde germano-suisse et même en France à l'Alsthom, mais en ces temps-là seul le thyristor existe, c'est dire le challenge pour faire un onduleur de tension capable de contrôler un moteur asynchrone, les schémas à thyristors sont très complexes avec leurs circuits d'extinction forcée, la fiabilité et surtout le bilan de masse n'est pas favorable pour réaliser une locomotive en technologie asynchrone bi-tension dans une caisse de BB22000 et dans une masse inférieure à 90 tonnes

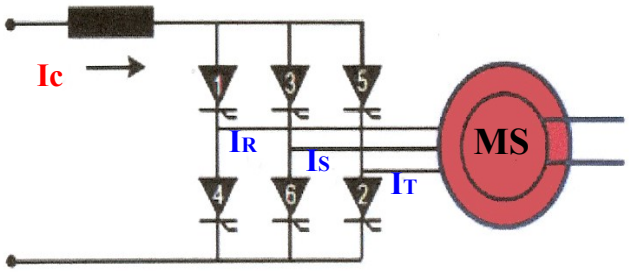
(*voir figure 1 ci-dessous).*



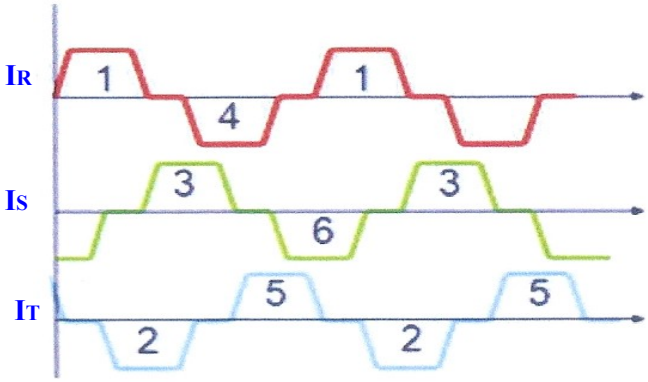
Complexité de I'onduleur de tension à thyristors (1983)Convertisseur très complexe, beaucoup de composants Ex : BB10003 pour une puissance de 5000 kW en 4 moteurs, 288 semi-conducteurs, 1400 kg de condensateurs, 2,000 kg d'inductance.

JS va donc proposer une solution originale et relativement plus simple : le moteur synchrone alimenté par un onduleur de courant et non de tension, à thyristors; 6 thyristors « lents » classiques suffisent, ils commutent naturellement grâce aux forces électromotrices que développe la machine, c'est ici que réside l'énorme avantage de cette technologie. Le moteur synchrone convenablement excité peut produire de la puissance réactive, c'est-à-dire fonctionner avec un cosinus avant le courant alors « avance » par rapport à la tension machine, et c'est précisément cette propriété inhérente à ce type de moteur qui va être mise en œuvre pour commuter naturellement les interrupteurs thyristors ; difficile de faire plus simple, seul point à résoudre : le démarrage et les très basses vitesses ; quand les « f.e.m » *(force électro motrice)* moteur sont trop faibles pour assurer une commutation correcte, un circuit auxiliaire constitué d'un condensateur et de 2 thyristors résout le problème avec une masse modique, moins de 30kg pour un moteur de 1100kW Le schéma de l'onduleur (*figure 2 ci-dessous*)

Simplicité de I 'onduleur de courant à thyristors pour moteur synchrone autopiloté

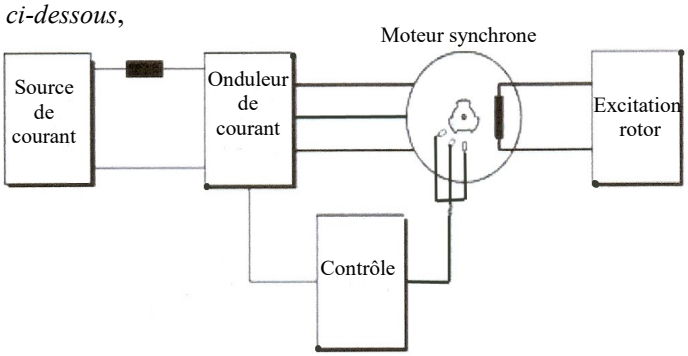


alimenté en courant montre la simplicité du convertisseur qui fera qu'il sera difficilement frappé d'obsolescence et qu'il restera très compétitif en masse et



en coût face à la technique asynchrone même avec l'apparition des thyristors GTO; de nombreuses fois je me rappelle avoir procédé à de telles comparaisons, l'avantage restait au synchrone c'est l'avènement des transistors IGBT au début des années 90 qui fera basculer définitivement la balance côté asynchrone. L'autre avantage du synchrone qu'il convient de noter est le fait de disposer d'un freinage rhéostatique en toute sécurité pour les TGV en excitant simplement le moteur par la batterie pour qu'il travaille en génératrice électrique, ce point ne va pas laisser la SNCF insensible.

L'architecture générale d'une chaine de traction à moteur synchrone autopiloté est présentée sur la *figure 3 ci-dessous*,



Architecture d'une chaine de traction à moteur synchrone autopiloté

On distingue principalement une source de courant suivie d'un onduleur de courant (un commutateur de courant) alimentant le moteur synchrone l'excitation du moteur est faite par un courant continu injecté dans le rotor bobiné au moyen de bagues et de balais.

Quand on y regarde de plus près, on comprend pourquoi, en 1983, quand la SNCF a dû choisir la technologie qui équipera ses futures locomotives universelles les BB 26000 et le TGV Atlantique, elle retiendra le synchrone ; ce fut un choix sage, pragmatique tout en étant très innovant, mais basé sur le retour d'expérience des essais de ses prototypes et des séries de locomotives précédentes à thyristors.

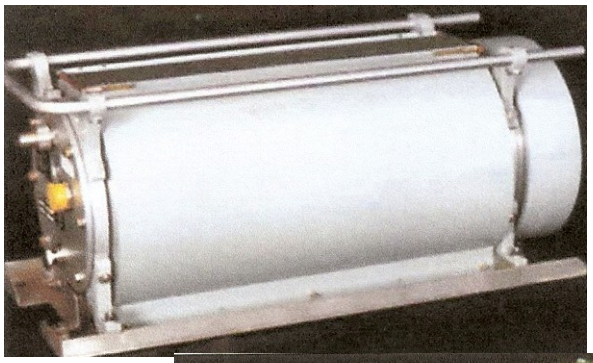
Pour exemple la source de courant est bien connue et maîtrisée : en 25000v-50Hz ce sont les ponts mixtes et complets des BB 15000 (1971), en 1500V ce sont les hacheurs des BB 7200 / 22200 (1976).
L'onduleur de courant a déjà fait ses preuves par ailleurs dans l'industrie métallurgique ou navale ; quant au

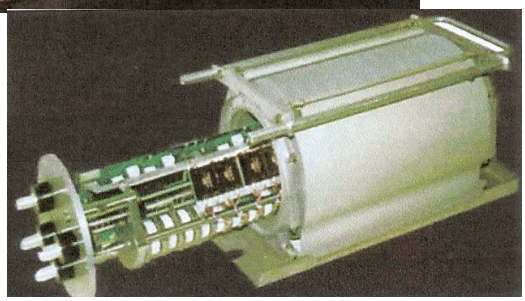
moteur synchrone c'est un alternateur utilisé en moteur, alternateur déjà en service dans les Diesel électriques.

Dernière fonction : le contrôle ; c'est là qu'il y aura le plus de soucis, on peut s'en douter tout ne sera pas rose, l'introduction des microprocesseurs va révolutionner la commande des machines en général et celle-ci en particulier, on entre en même temps dans l'ère de l'informatique et du tout numérique.

La technologie synchrone fera l'objet d'essais intensifs: de 1981 à 1988 avec la BB 10004 puis les deux locomotives de présérie BB 20011 et BB 20012 sorties en début 1985, et qui serviront pour la mise au point de la série des BB 26000 commercialisée en 1988 ; il en sera de même avec la rame 88 du TGV-PSE modifiée avec 8 moteurs synchrones (motrices 2301, et 2302) en 1985 qui préfigure la deuxième génération des TGV avec le TGV Atlantique qui démarrera le service commercial en 1989.

La technique synchrone qui a pris naissance au début des années 80 traversera presque trois décennies, le dernier équipement du TGV-Duplex synchrone sortira du site d'Alstom Tarbes en 2006, la dernière rame Duplex n°29289 sera livrée à la SNCF en janvier 2007; il est intéressant de constater à cette occasion que l'onduleur à thyristors (figure 4)





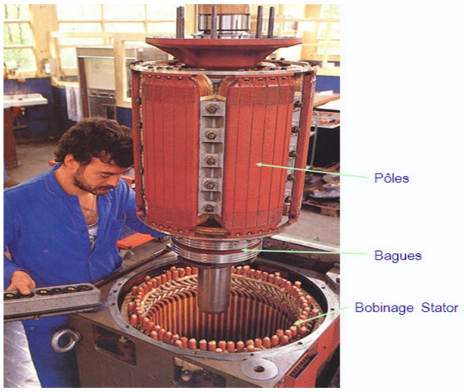
Enceinte onduleur 80 kg - refroidissement semi-conducteurs par fréon R I I 3

des TGV synchrones est resté inchangé depuis son origine, plus de 4000 sont actuellement en service.

234 locomotives BB 26000 équipées de 2 moteurs à double étoile de 2800kw sont aujourd'hui en opération ainsi que toutes les séries de TGV de deuxième génération: TGV Atlantique, TGV-Réseau bi et tri courant, AVE espagnol, KTX Coréen, Thalys (PBKA) , TGV Duplex ce qui représente environ 500 rames.

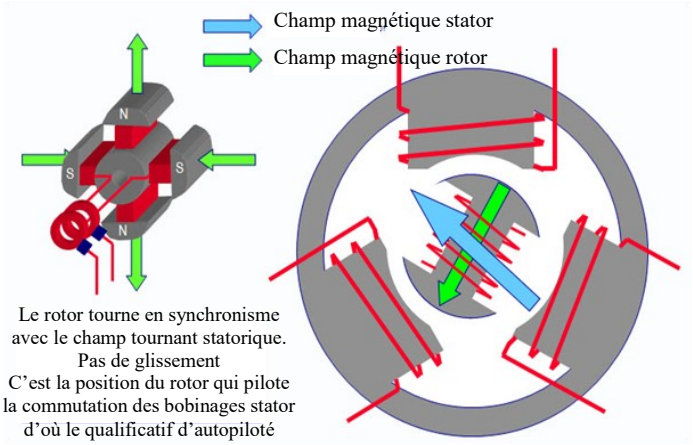
UN PEU DE TECHNIQUE SYNCHRONE

Si l'on veut bien maintenant faire un peu de technique, nous allons voir en quoi consiste ce moteur synchrone dit autopiloté: c'est d'abord un moteur triphasé qui, comme tout moteur de ce genre, se doit de générer un champ magnétique tournant au stator (partie fixe) ; ceci est réalisé grâce à trois séries de bobines installées dans les encoches de son circuit magnétique, mais ce qui le caractérise le plus et ainsi le différencie du moteur asynchrone qui a le même type de bobinage statorique, c'est son rotor (partie mobile). Ici le rotor qui est en fait l'inducteur de la machine est constitué de masses polaires entourées de bobinages parcourus par du courant continu pour créer des pôles magnétiques nord et sud en alternance, le courant continu arrive et repart par un système de bagues et de balais (*figure 5 ci-dessous*).



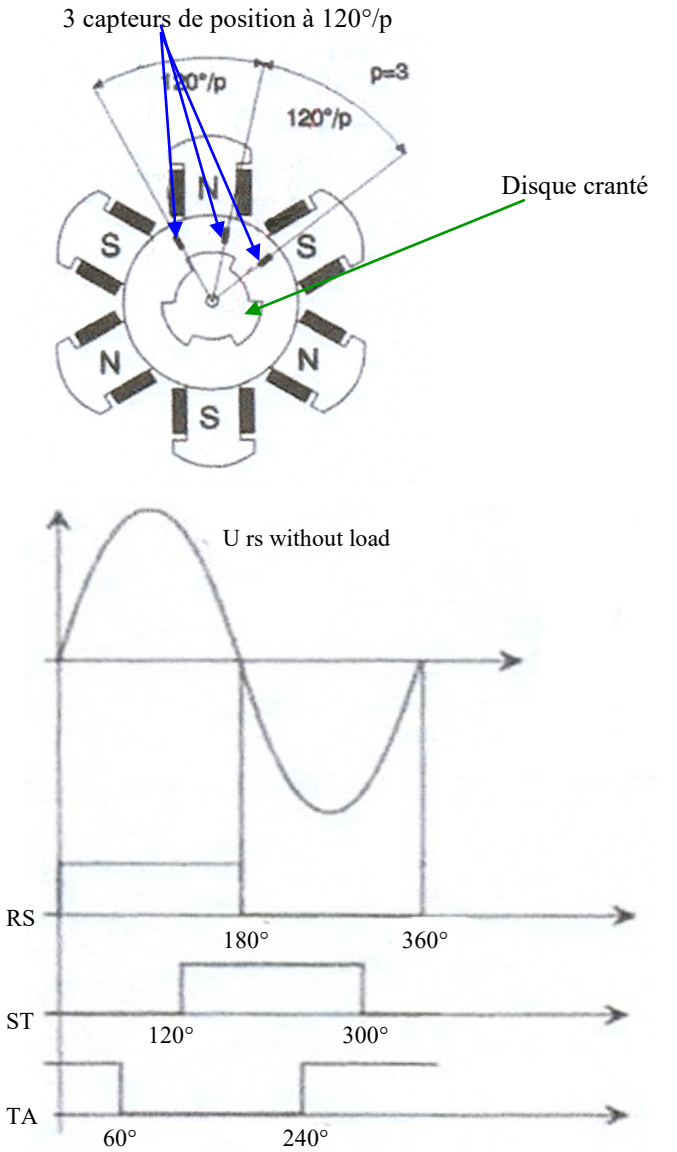
Moteur synchrone TGV SM4T l100kW en cours de montage à Ornans

Le champ magnétique du rotor s'accroche au champ tournant du stator, et tourne strictement à la même vitesse, d'où le qualificatif de moteur « synchrone »; il n'y a pas de glissement comme c'est le cas avec le moteur asynchrone *(figure 6 ci-dessous).*



Principe de fonctionnement du moteur synchrone cranté
Le rotor tourne en synchronise avec le champ magnétique statorique. Pas de glissement c'est la position du rotor, qui pilote la commutation des bobinages stator; d'où le qualificatif d'autopiloté.

Des capteurs détectent la position du rotor grâce à un disque cranté, ce qui permet de déclencher au bon moment les commutations des thyristors de l'onduleur afin de créer le champ tournant ; c'est la raison pour laquelle le moteur est dit autopiloté : la rotation du rotor pilote la fréquence de l'onduleur et non l'inverse (*figure 7 ci-dessous*).



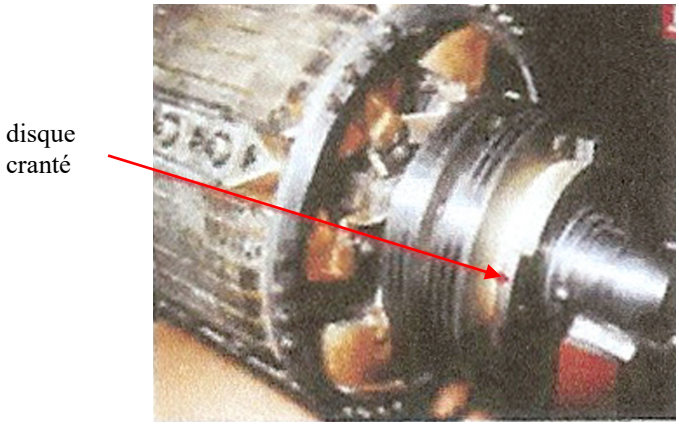
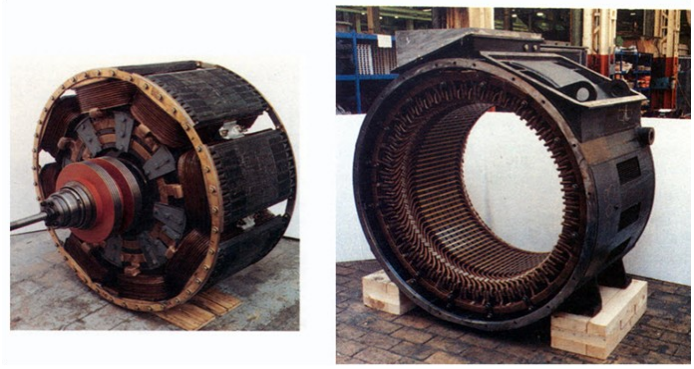


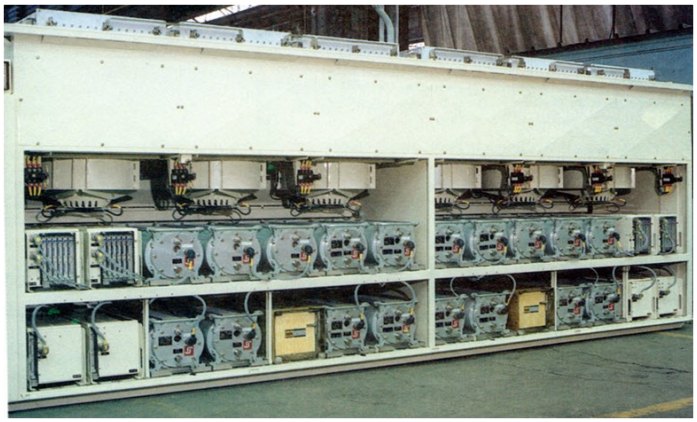
Figure 7 : Détection de la position rotor par disque cranté

Quelques photos du moteur et du bloc central de la BB 26000 pour conclure sur la partie technique.

Le moteur synchrone double étoile de 2800kW pèse 6400kg *(figure 8 ci dessous),*



il s'installe dans un bogie monomoteur 200km/h, on distingue les 8 pôles au rotor, le système bagues et balais d'amenée du courant d'excitation et le bobinage statorique classique;
Le bloc central BB 26000 *(figure 9 ci-dessous.)*



est assez impressionnant par sa longueur; il renferme non seulement les redresseurs, hacheurs et onduleurs de traction pour les deux bogies, mais aussi les onduleurs auxiliaires de 30 kVA à transistors et le disjoncteur à courant continu HRKS.

On remarque ici les rangées d'enceintes « Fréon », le refroidissement des semi-conducteurs se fait par immersion dans un fluogène, ici du fréon R113, plus tard remplacé par du FC72 sans danger pour la couche d'ozone ; ce mode de refroidissement aura beaucoup de succès dans le courant de la décennie 80. Plus de 40 000 enceintes de ce type seront produites par le site d'Alstom Tarbes pour couvrir non seulement toutes les réalisations synchrones BB 26000 et TGV mais aussi les automotrices Z2N, MI2N, UT450 de la RENFE et les locomotives E1300 Maroc…

LAVIE DES HOMMES DU SYNCHRONE À VILLEURBANNE DE 1987 à 1994

La technique est belle mais il ne faut pas oublier qu'elle a été mise en œuvre de façon parfois laborieuse par des hommes. Des hommes de la SNCF, de JS et d'Alsthom, avec un H car à cette époque Alstom Transport en avait encore un.

J'ai vécu toute la saga du synchrone de A à Z, ce fut une expérience hors du commun. La SNCF était à la manœuvre et battait la mesure, les services techniques du Département de la Construction étaient au top niveau et des hommes comme André Cossié chef de la Division de MCE (Matériel Construction Electrique) suivi ensuite par son successeur Georges Petit ont marqué à tout jamais leur époque par leur compétence technique, leur vision du futur, leur sens de la prise de risque toujours calculée ainsi que leur persévérance à réussir ; ils ne renonçaient jamais et il fallait que les « petits gars de JS » s'activent et vite je vous prie, c'était parfois difficile surtout quand on avait cassé du matériel.

Notre histoire, à nous les hommes de la plaine, de la Plaine-st-Denis au nord de Paris, se déroulait calmement entre essais du synchrone au Laboratoire SNCF de Vitry sur Seine, ou en ligne; vers Novembre 1986 j'étais à Mexico où l'on venait de mettre en service un prototype de trolley bus.. . Asynchrone à GTO , eh oui on faisait déjà des infidélités au synchrone. Pierre Decottignies avait fait un travail remarquable en un temps record et voilà que là-bas très loin de la France le téléphone a sonné et on apprend que JS cédait ses activités ferroviaires à Alsthom, on ne comprenait pas bien ce qui arrivait.
Mais on allait vite réaliser puisque sept mois plus tard à peine Pierre Decottignies, le 17 juillet 1987 exactement, était le premier des ex-JS à arriver dans la région lyonnaise; il intégrera le service de Jacques Bonifas qu'il quittera d'ailleurs dès Novembre, attiré par des activités au Brésil et quant à moi je pris mes nouvelles fonctions à peine plus tard, mes équipes ou plutôt ce qu'il en restait allaient suivre pour la rentrée de Septembre 1987. Période difficile pour les hommes, une mutation lointaine n'est jamais chose facile, cela pose beaucoup de problèmes familiaux et professionnels à résoudre rapidement…

J'ai fait le compte : à peine 30% des effectifs du Laboratoire Traction de JS La plaine St-Denis que je dirigeais à l'époque ont fait le grand saut vers le Sud à Villeurbanne, pour être précis 7 ingénieurs et 4 techniciens les autres ont soit démissionné ou sont partis à la Tour Neptune ou à Tarbes :

Pierre Decottignies - Michel Vion - Gilles Debled-Bernard Bouttier - Pierre Maguin -]ean-Claude Seguin et moi-même et pour les techniciens Yannick Bertrand - Jean-Marie Estievenart - Michel Marécal et Serge Pinchory Martial Muller n'est pas venu faute de travail pour son épouse, et Jean-Jacques Dubroca, lui, est venu à Villeurbanne, affecté aux tests des équipements électroniques chez Dominique Barge.

À La Plaine les ingénieurs traction avaient entendu parler de Villeurbanne, cette unité de TCO absorbée par Alsthom quelques années auparavant en 1983 ; ce site s'était bâti une fameuse réputation (justifiée) avec ses convertisseurs auxiliaires en tout genre super fiables, pour ce coup-là franchement JS n'avait pas fait aussi bien et aussi simple, donc la petite douzaine d'ex-JS s'en allait pour un endroit mal connu qu'on nous avait souvent vanté : quand André Cossié nous parlait du site de Villeurbanne il l'appelait avec une petite pointe d'ironie mais pas méchante « l'Université de Villeurbanne », c'était tout dire, là-bas au Sud il y avait quantité d'ingénieurs super pointus capables de tout mettre en équation , de tout théoriser, nous de JS étions plutôt terre à terre, technologie oblige ... Nous allions donc voir.

]e dois dire que l'impression fut très bonne et le reste encore aujourd'hui dans ma mémoire ; le site était moderne, clair, des vitres fumées partout, à La Plaine c'était plutôt vieillot, du style Germinal de Zola avec des charpentes métalliques rivetées... La poussière avait été remplacée par la lumière, le grand confort et surtout un hall avec des plateformes d 'essais à faire rêver, il y en avait des mètres et des mètres, on n'avait pas le dixième à La Plaine avec nos vieilles commutatrices du 19ème siècle. Mais il n'y a pas que cela, on sentait qu'on entrait dans un autre monde bien structuré, bien organisé, ils faisaient de beaux rapports techniques avec un canevas standard, d'ailleurs ils avaient des canevas pour tout, ils avaient aussi une bibliothèque incroyable avec des revues sur étagères, et des coins pause café sympas. Plein de petits détails que nous ne connaissions pas chez JS ; seul point noir ils ne faisaient pas d' apéro à midi, nous à La Plaine il y avait toujours un baptême, un anniversaire, une fête à arroser, au début ça nous a manqué un peu mais on s'est adapté.... Bernard Bouttier m'a confié avoir réussi à acheter un frigo pour le laboratoire commande, pour quelle raison, je vous laisse deviner, nostalgie du passé ou un besoin de boire frais ? Nous avons été très bien accueillis par Christian Gervais le directeur du site, pas très causant mais très efficace, par Bernard Lépinay, mon chef direct qui s'est mis en quatre pour intégrer ces gars de JS qui « excellaient » ,dans la technique synchrone, pour preuve Bruno Jayle qui manageait alors le service ET2 a pris d'autres fonctions pour me laisser la place, sympa non ?

Nous avons donc pris possession de nos beaux bureaux au premier étage du bâtiment côté Bel Air, et le travail a repris, travail qui avait été pas mal perturbé par toutes les péripéties de la mutation.

Côté BB 26000 Michel Vion, aidé de]ean-Claude Seguin et de Jean-Marie Estievenart a poursuivi sa tache de responsable technique pour la mise au point des prototypes BB 20011 et 20012.

Pierre Decottignies, le premier des mutés ayant mis le doigt dans l'asynchrone avec son trolley bus de Mexico fut donc puni de synchrone et s'en est allé rejoindre les équipes de Jacques Bonifas qui travaillaient sur l'asynchrone ; il établira en 15 jours les schémas BT de la motrice prototype RATP M10024 alors qu'un budget de 6 mois avait été prévu, rapide le Pierrot. Plus rien à faire il s'ennuyait déjà et sautera sur l'occasion pour aller au

Brésil s'occuper des locomotives 3kV EC 362 de FEPASA à chaine de traction continue conçues chez JS ; en cumulé il y restera 2 ans, mais entre-temps il travaillera aussi chez Guy Vessillier avec Maurice Lacoque à la conception des locomotives Maroc les BB E1300. Bernard Bouttier finissait la mise au point de ses automotrices monophasées Z 11500 (sa dernière réalisation à moteurs CC), puis il se plongera dans la commande synchrone pour le futur TGV-Atlantique en rejoignant l'équipe de Philippe Nogaret, venue de Massy en 1986, et qui avait quelque souci avec le fonctionnement de la commande synchrone ; c'était bien d'avoir un bloc moteur au banc , la puissance ne posait pas trop de problème mais la commande Alsthom ne marchait pas , Bernard allait prendre la main et résoudre les problèmes de commutation assistée, pas facile de faire les transitions commutations assistée-naturelle et de stabiliser l'ensemble.

ÉVÈNEMENTS MARQUANTS

Si on prend un peu de recul, on s'aperçoit que quantité d'évènements marquants se sont passés pendant notre séjour à Villeurbanne de 1987 à 1994, certains nous touchent de près, d'autres sont plus généraux mais tout aussi importants : dans l'ordre chronologique en essayant de ne pas trop oublier, voici ce qui m'a marqué pour les avoir vécus, bien sûr à ce genre d'exercice, chacun a sa propre vision des choses selon son histoire, sa culture, sa sensibilité...

1988 : Mise en service de la BB 26001, qui va donner du fil à retordre à Michel Vion et Jean-Claude Seguin pendant plusieurs années pour fiabiliser l'ensemble, surtout les enceintes fréon qui cassaient.

Septembre 1989: Le TGV-Atlantique s'élance vers le Sud-Ouest, alors là on va y passer des années à améliorer le produit, à fiabiliser la chaîne de traction; c'est simple : pour moi et pour Pierre Chanal qui s'est beaucoup investi dans la commande synchrone, le TGV-A restera associé à 3121 ou 3122. Vous ne comprenez pas, j 'explique : 3121.code défaut raté de commutation onduleur N°1., 3122: code défaut raté de commutation de l'onduleur N°2 ! On a passé un temps considérable à éradiquer progressivement, péniblement ces ratés de commutation, notre bête noire, je m'en rappelle encore aujourd'hui. Avec les onduleurs de courant, si un thyristor ne se bloque pas ce n'est pas très grave, on peut bloquer la source de courant amont et l'orage passé repartir ; c'est d'ailleurs à cette époque que j'ai créé le fameux « Joker », dit autrement le droit à l'erreur, si l'onduleur rate, il s'arrête puis repart ; c'est ce qu'on a trouvé de moins mauvais pour calmer la SNCF un peu exaspérée par les codes défauts 3121, et 3122 à répétition. C'était efficace mais c'était oublier qu'un thyristor qui commute mal se fatigue à la longue et, au bout de 3 à 4 ratés, il rendait l'âme sans raison ; nous avons avec le temps nettement amélioré la situation, les onduleurs tourneront comme des horloges mais encore aujourd'hui il y a de temps en temps des 3121e t 3122.

Juin 1989 Tian'anmen : que vient faire ici cette triste date ? Soyons positifs, si Tian'anmen n'avait pas eu lieu, très probablement que Rong Fan Liu qui faisait sa thèse de docteur ingénieur de l'ENSEEIHT à Villeurbanne dans l'équipe de Philippe Nogaret sur les chaînes de traction synchrone, s'en serait retourné dans l'Empire du Milieu, nous aurions perdu alors un ingénieur que je n'hésite pas à qualifier d'exceptionnel, un génie de l'automatique et de la simulation qui a fait ce que le synchrone est aujourd'hui; il a tout théorisé, mis en équation, ce fut l'objet de sa thèse, seul petite contrepartie Rong Fan a toujours quelques soucis avec la langue de Molière, surtout la concordance des temps, mais quand il parle technique, même s'il est difficile à déchiffrer, il vaut mieux écouter car il ne se trompe pas souvent.

Juillet 1989 : On fait alliance avec GEC et l'on devient GEC AISTHOM, on va travailler avec nos amis britanniques, on exhume notre anglais approximatif,
(Figure 10 ci-dessous):
Les bommes du record du I8 Mai I99O : toute l'équipe au

grand complet; On reconnaît François Lacôte, George Petit, Max Beaujoin (SNCF),Michel Salvaudon, Pierre Chanal, Michel Marécal (GEC ALSTHOM)

enfoui depuis le lycée, on va se tutoyer et s'appeler par notre prénom, la culture anglo-saxonne va nous envahir; c'est encore ainsi de nos jours, ça donnera l'Eurostar avec une chaîne de traction asynchrone GEC mais avec une commande de Villeurbanne, ce sera la C.A.S (Commande Asynchrone Standard). Quelle idée d'appeler ainsi une commande traction, c'est de mauvais augure pour le synchrone, et pour ne pas être en reste on fera notre C.S.S (Commande Synchrone Standard) vers 1992,j' y reviendrai.

Mai 1990 : Présentation en grande pompe de la commande de AGATE lors du séminaire Deufrako à Berlin, commande développée par le service « Modules », dont Christian Gervais m'a confié la charge ; mais je reviendrai sur cette période un peu à part et en dehors de Ia traction synchrone.

18 Mai 1990: **Record du monde de vitesse à 515.3 km/h** avec la rame 325 équipées de ses 8 moteurs synchrones

suralimentés et poussés pour l'occasion à 1900 kW au lieu de 1100kW, un travail d'équipe impressionnant (Figure 10), notamment pour la technique traction mise à l'honneur avec Michel Salvaudon (un JS resté à Alsthom Paris), Pierre Chanal et Michel Marécal (figure 11) ; Michel Marécal aujourd'hui à Tarbes et qui part en retraite prochainement m'a confié que ce record restera le moment fort de sa carrière professionnelle, il s'y est beaucoup investi avec Pierre Chanal ; la mise au point n'a pas été immédiate, et ils avaient peur d'une chose dans la montée en vitesse : d'un raté de commutation onduleur, un 3121ou 3122 car cela aurait ruiné complètement la tentative par perte de puissance; je me rappelle qu'ils ont maintes fois peaufiné à l'extrême le réglage onduleur, ajusté à la µs (micro seconde) près l'angle de commutation pour disposer de la puissance maximale possible sans raté. Ils y arriveront.

Auréolés de gloire ils rentreront à Villeurbanne chaudement félicités par Christian Gervais qui les gratifiera d'une prime spéciale de 500 Francs, un peu moins d'un franc par km/h, la prochaine fois il faudra rouler plus vite. (Il faudra attendre tout de même le 3 Avril 2007 pour qu'un TGV-POS batte ce record et atteigne 574.8km/h)

(Figure lI : ci-dessous)

Les hommes de GEC ALSTHOM Transport
L équipe technique traction: Michel Salvaudone et Michel

Marécal (à gauche, 1er rang), Pierre Chanal (à droite,3ème rang) et le plus à droite M .Thinières (ex-TCO);

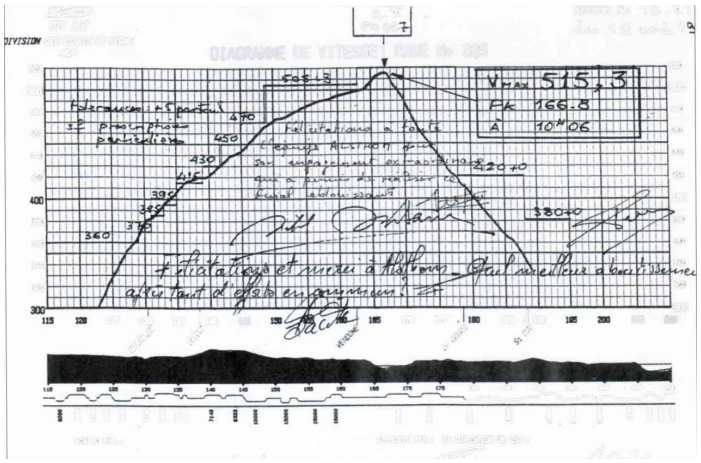


Figure 12 : Le diagramme de vitesse du record signé de la main de François Lacôte avec ses remerciements à l'équipe d'Alsthom

1992 : Mise en service commercial de I'AVE, le TGV espagnol entre Madrid et Séville dérivé du TGV-Atlantique, adapté pour rouler avec une caténaire 3000V Philippe Nogaret inaugure ici les premiers hacheurs à GTO sous 3000V, GTO par souci de compacité, la mise au point sera délicate car équilibrer la tension aux bornes des 2 GTO de 4500V mis en série ne sera pas évidente.

Rong Fan Liu va s'occuper de la régulation des commandes des blocs moteurs, ça va tellement bien fonctionner qu'il me disait récemment : « Tu te rends compte je ne me suis jamais déplacé en Espagne pour I'AVE, ça a marché du premier coup » Eh oui lorsqu'on est excellent pas de tourisme en Andalousie…

1993 : Les TGV Réseau démarrent, bicourant d'abord 25kV-1500V puis tricourant 25kV-3000V-1500V. Les premières tranches reconduiront les commandes à base de microprocesseur Motorola 68 000 utilisées sur TGV-Atlantique ou BB 26000 mais ensuite on basculera sur la nouvelle génération de commande : la commande AGATE de première génération à microcontrôleurs en réseau CAN, ce sera la fameuse CSS que vont mettre au point Francois Marin et Bernard Bouttier.

LES ANNÉES MODULES

Je ne serais pas complet sur les années Villeurbanne si je n'évoquais pas ces 2 années passées à « Modules » loin de la technique synchrone.

Christian Gervais voulait voir naître des produits standards réutilisables facilement d'un projet à l'autre, c'était un visionnaire et un précurseur, l'avenir prouvera qu'il avait vu juste.

Il décide donc de créer un service « Modules » pour développer ces sous-ensembles standard : des commandes électroniques, des alimentations basse tension ou des allumeurs de GTO ; me voici donc en Mai 1988, à peine un an après mon arrivée à Villeurbanne privé de synchrone (temporairement) avec la mission de créer une commande en produits modulaires.

Nous allons donc traverser la rue et intégrer nos locaux en face côté Alfred de Musset, Pierre Maguin et Yannick Bertrand, mes experts en électronique bas niveau de chez JS vont m'accompagner, les autres continueront leurs missions sur les projets traction synchrones repris pour l'occasion par Guy Vessillier qui cumulera alors la traction à moteur courant continu et le synchrone.

La commande standard s'appellera AGATE : **A**dvanced **G**ec **A**lsthom **T**raction **E**lectronics; en 1990 1a direction me demande d'en faire la promotion et d'aller la présenter au séminaire Deufrako à Berlin ; je prépare donc les transparents sur le sujet, mais voilà qu'à la dernière minute on me dit que le nom d'AGATE est une marque déjà déposée, qu'on ne peut pas l'utiliser, il faut tout changer ! Dans l'urgence pour Deufrako j'ai donc dû changer

AGATE en GALATE, **G**ec **Al**sthom **A**dvanced **T**raction **E**lectronics, c'était nettement moins bien qu'AGATE mais enfin…

Que l'on se rassure, c'est la seule et dernière fois qu'on utilisera ce vilain nom de GALATE car rentré à Villeurbanne, j'apprendrai qu'en définitive on retiendra tout de même le nom d'AGATE, j'étais content c'est plus joli, par quel tour de passe-passe ce revirement je l'ignore encore, nos juristes ont dû s'arranger en haut lieu.

Le standard AGATE *(figure 13 ci-dessous)*
La commande standard AGATE: ensemble des produits.

s'est construit en moins de deux années puisque les produits sortaient dès fin 1989, il faut dire que les hommes qui l'ont développé connaissaient bien leur métier ; Pierre Maguin déjà parfaitement aguerri au concept de standardisation avec la commande 68000 qu'il avait développé chez JS à La Plaine St-Denis s'est attelé cette fois ci à concevoir des cartes à microcontroleurs 80C196 d'Intel communicant entre elles par un réseau série CAN (**C**ontroller **A**rea **N**etwork) ; Jean-Michel Auret, lui, a fait la même chose mais pour les applications convertisseurs auxiliaires, et Yannick Bertrand a mis sur étagère toute une panoplie d'alimentations et d'allumeurs ; j'ai ici un petit pincement au cœur en pensant à lui, car Yannick était pour moi plus qu'un collaborateur, c'était un ami de toujours, on a fait toute notre carrière ensemble chez JS, on était devenu au fil du temps un binôme inséparable ; technicien hors pair il a d'ailleurs ensuite gravi les échelons et deviendra ingénieur, seulement voilà il nous a quitté brutalement bien trop tôt et il nous manque aujourd'hui .

En Mai 1990, ma tâche accomplie à « Modules », je vais retraverser la rue et revenir à Bel Air pour reprendre le service synchrone, Guy Vessillier reviendra à ses projets traction continue et Jacques Bonifas continuera avec la traction asynchrone. Cette fois-ci nous ne sommes plus logés au premier étage mais cantonnés au deuxième tout au fond, et comme il n'y a pas assez de mètres carrés pour nous « caser » tous , le mur du fond sera percé et une partie de mes équipes projets goûtera au confort plus que spartiate des ALGECO installés sur la toiture ; ils m'en parlent encore, en été c'était la fournaise les climatiseurs étaient incapables de réguler, en hiver des radiateurs électriques tentaient de chauffer l'ambiance mais les têtes étaient alors dans l'air sec surchauffé tandis que les pieds restaient glacés au contact du sol , ce qui n'est pas idéal pour concevoir des chaines de traction synchrone. Tout cela durera jusqu'en 1994.

Que dire encore sinon que les années Villeurbanne ont été très riches, elles ont vu la concrétisation et l'apogée des chaînes de traction synchrone démarrées en 1980 chez JS avec les BB 26000, le TGV-A, I'AVE, le TGV-R ; suivront ensuite Thalys, et les TGV Corée et Duplex, on verra l'explosion des commandes numériques comme AGATE ; j'en donnerai pour preuve le TGV PSE de 1981 qui ne renfermait pas un seul microprocesseur, tout était encore analogique, alors que 8 ans plus tard le TGV-A en sera truffé avec en plus l'apparition d'un réseau informatique de bord « TORNAD », on assistera enfin au décollage de la traction asynchrone avec l 'Eurostar. Sur le plan du travail au quotidien on va vivre l'avènement des PC, je suis arrivé à Villeurbanne avec une calculette 4 opérations, des rapports papier et avec l'écriture manuscrite, en 1994 quand on ira vivre une autre vie à Tarbes l'informatique sera déjà bien installée, les PC commencent à fleurir sur les bureaux, ce sera un changement radical mais c'est une autre histoire.

L'histoire villeurbannaise va se terminer Pour certains, dont je suis, en 1994. Au courant de 1993 de grandes réorganisations s'annoncent Christian Gervais qui était l'âme de ce site qu'il avait peu à peu construit et forgé à son idée va se voir remercier par le top management parisien, et prié de rapidement laisser la place au profit du nouveau directeur Bernard Lemoine, quand je dis rapidement ce sera très, très rapide. L'idée qui a germé dans la tête d'André Navarri, le PDG Alsthom Transport et de dissocier la partie puissance traction des systèmes de commande, dit autrement de séparer la tête et les jambes par souci de standardisation, de rationalisation, d'efficacité bien sûr ; je ne cache pas que je doute toujours aujourd'hui de l'intérêt de cette scission. Les choses vont aller bon train, cette période sera pour moi assez pénible car on va nous prier d'aller nous installer dans le centre de production de Tarbes dans les Pyrénées, une autre mutation commençait avec sa série de tracas, de gâchis humain, de perte de compétence, ici encore à peine 30% des équipes suivront. Le top management avait cogité que l'ingénierie devait se rapprocher des lieux de production, donc exit le continu et le synchrone direction Tarbes mais pas l'asynchrone, ah non ! Je me rappelle Bernard Lepinay me dire : « Marc, pas possible de transférer l'asynchrone, tu n'y penses pas les équipes de]acques Bonifas ne suivront pas « ; comprenne qui pourra; d'ailleurs les bancs d'essais resteront à Villeurbanne encore 3 années ce qui ne facilitera pas le travail Jean Michel Debard, qui va mettre au point la locomotive asynchrone BB 36000 avec Alain Thevenon dans cette période agitée, se rappelle encore faire le passe-passe

entre Tarbes et Villeurbanne, mais le temps aura raison de tout cela.

En 1997 toutes les activités traction même « asynchrones » vont définitivement disparaître de Villeurbanne, la plupart des ingénieurs et techniciens travaillant sur les projets traction iront à Tarbes rejoindre la première vague partie en 1994, et les bancs d'essais de puissance suivront cette fois.

En 1997 Stéphane Rambaud-Meason fera de Villeurbanne le Centre d'Excellence pour l'électronique embarquée de la Division Transport (EES), et une nouvelle vie commencera pour l'ingénierie traction tarbaise regroupée tout type de moteur confondu : cette fois, continu, synchrone et asynchrone ne font plus qu'un.

A l'heure où je termine ces lignes cinq ex-JS comme on nous appelait, sont encore en activité dans les services d'ingénierie Traction sur le site d'Alstom Tarbes.

Tarbes, le 31 Janvier 2013
Marc Debruyne