

1 sommaire avec n° de page

↓

2 **PRCI - JAO Système**

- ▶ préambule
- ▶ à propos du JAO Système
- ▶ mon historique JAO

8 **PRCI - matériel JAO**

- ▶ généralités
- ▶ JAO1
- ▶ JAOALIM et JAOALIM-G
- ▶ JAOAIG
- ▶ USB JAO

13 **PRCI - autre matériel**

- ▶ boîtier alimentation
- ▶ bloc-alim
- ▶ rack JAO
- ▶ générateur -VR / 12V~ réglable

26 **PRCI - environnement**

- ▶ ordinateurs
- ▶ auxiliaires
- ▶ onduleur

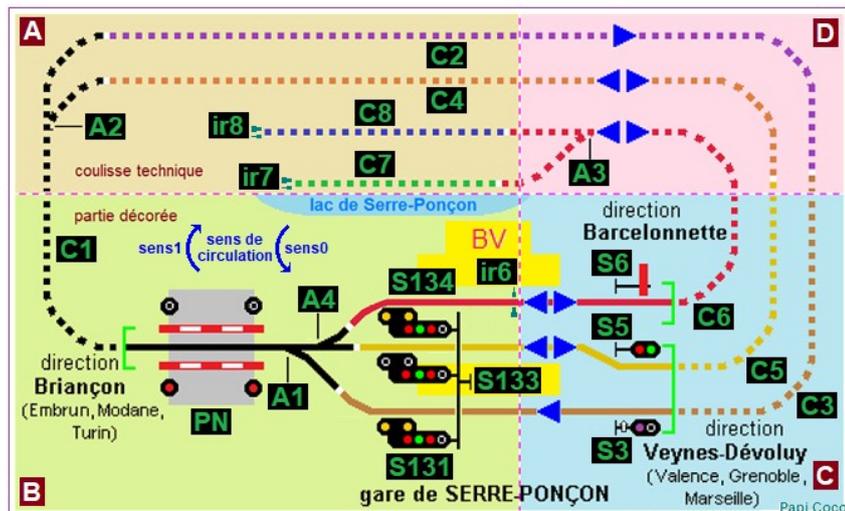


Schéma de principe réseau PR découpé en 4 modules (A, B, C, D) :

- ligne principale avec 2 voies bouclées, découpées chacune en 2 cantons successifs C2 et C3 extérieurs, C4 et C5 intérieurs (canton commun C1) possédant les aiguillages A1 et A2 (pour passer d'une boucle à l'autre) ainsi qu'un passage à niveau (PN)
- ligne secondaire (débutant par l'aiguillage A4) avec une voie en gare (canton C6, utilisé en terminus ou en transit) prolongée par 2 voies en impasse (cantons C7 et C8 et aiguillage A3) ; les 3 extrémités de la ligne étant équipées de capteurs infrarouge ir6, ir7 et ir8 participant à la détection des convois

Gare de Serre-Ponçon équipée de signaux lumineux (S3, S5, S131, S133, S134) et mécanique (sémaphore S6)

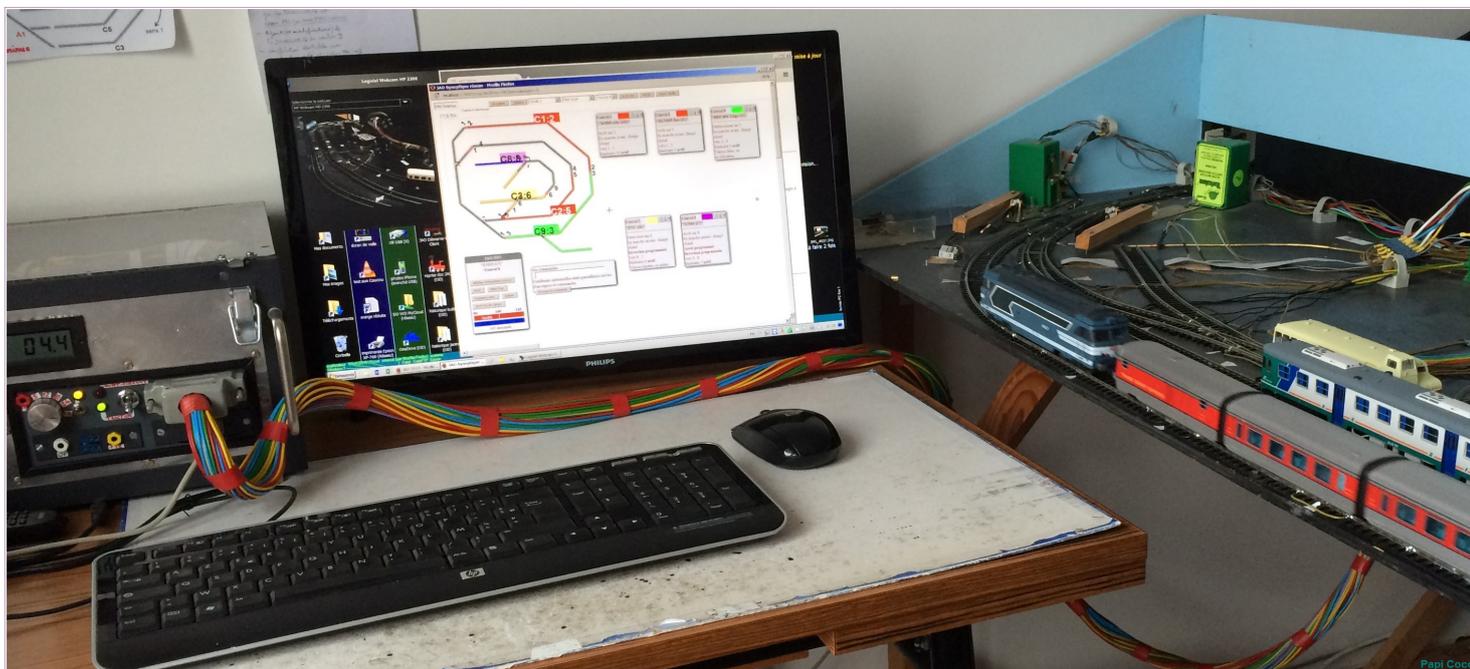


Photo du « poste de pilotage » PRCI en ordre de marche avec utilisation du logiciel JAO 2013 (02/2017) :

- à gauche vue partielle du rack JAO (le voltmètre affichant la valeur de la tension -VR)
- au centre, l'écran du PC de bureau (unité centrale non visible sous la table) affichant, en haut à gauche, l'image de la webcam visualisant l'arrière du réseau caché, et au centre, l'affichage du logiciel JAO 2013 avec le synoptique du réseau et 7 fenêtres (une pour visualiser l'état de chacun des 5 convois présents sur le réseau lors de la prise de vue, une pour modifier les réglages d'un convoi sélectionné et une pour la saisie de commandes au clavier) ; devant l'écran, la rallonge SubD50 de liaison entre le rack JAO et le réseau PR
- à droite, PR pas encore décoré ; les 2 moteurs Tortoise sont ceux des barrières du passage à niveau PN (origine Hornby (protégées par des pare-chocs durant le chantier) ; à l'époque de la prise de vue, la potence de signaux n'était pas encore présente et la voie en impasse n'avait pas encore été supprimée ; 3 convois étaient visibles : locomotive diesel BB67400 (Jouef) + rame Talgo (Ibertren), autorail italien ALN668 (Rivarossi), autorail FNC (R37)

## ► préambule

Dans ce fichier pdf, il n'y a pas de lien (par exemple, aucun dans les indications type [voir wagon / wagonnet / lorry](#)) ; pour en ressortir, il est nécessaire de faire retour arrière dans le navigateur ←...

Après les descriptions générales du réseau PR dans une 1<sup>ère</sup> série de lorries ([voir wagon anciens réseaux / wagonnet PR tout court](#)), cette 2<sup>ème</sup> série est réservée au transport de tous les éléments matériels PRCI, spécifiques à la mise en œuvre de sa commande par ordinateur au moyen du JAO Système (choix, réalisation du rack contenant les cartes électroniques, adaptation du réseau et environnement technique). Tout ce qui concerne l'utilisation des fonctionnalités de base du logiciel JAO 2013 ainsi que mon expérience et mon ressenti, est relaté dans une 3<sup>ème</sup> série de lorries ([voir lorry PRCI "logiciel"](#)) (*cette organisation pourrait évoluer*).

Je ne traite ici (succinctement et avec risque d'erreurs) que des éléments que j'avais moi-même mis en œuvre. Je ne pense donc pas que des modélistes chevronnés, adeptes convaincus du JAO Système, parfois créateur de fantastiques réseaux ([voir wagon documentations & liens / wagonnet autres doc. & liens / lorry modélisme ferroviaire](#)) puisse être réellement intéressés par toute ma prose et mes dessins.

Mon appellation PRCI que j'utilise pour désigner tout ce qui est relatif à cette commande signifie bien sûr Petit Réseau à Commande Informatique ([voir wagon documentations & liens / wagonnet lexique](#)).

## ► à propos du JAO Système

C'était un ensemble comprenant un logiciel et des cartes électroniques spécifiques, permettant de piloter un réseau de trains miniatures par l'intermédiaire d'un ordinateur PC. J'emploie les conjugaisons du passé car la société JAO SYSTEMES® qui commercialisait ce système a fermé en 2020.

Son principe se démarquait franchement du concept "Digital" car il n'y avait pas besoin d'installer de décodeur numérique dans les locomotives. En fait, on pouvait considérer que le décodage se faisait au niveau des cartes électroniques du JAO Système, ces dernières échangeant des informations avec l'ordinateur via une liaison USB et pilotant l'alimentation des cantons, la commande des aiguillages et des signaux. Certains ont qualifié ce système de « commande analogique assistée par ordinateur ».

Les cartes électroniques du JAO Système renseignaient le logiciel (occupation des cantons et zones d'arrêt...) et recevaient en retour une tension de commande pour piloter les convois (arrêt, démarrage, ralenti, changement de sens) et des informations logiques (commande des moteurs d'aiguillages et des feux des signaux) ; tout ceci en respectant des itinéraires aléatoires ou programmés.

Le logiciel du JAO Système proposait 4 fonctionnalités principales : la description du réseau (création de fichiers de modélisation avec dessin du réseau, chainage des cantons, vitesses des engins moteurs...), la simulation du fonctionnement, le test du matériel et le pilotage effectif, le tout se faisant par le clavier ou la souris, avec visualisation sur un TCO virtuel sur l'écran du PC ou sur un TCO physique (potentiomètres, interrupteurs, voyants) connecté sur les cartes électroniques) afin, par exemple, de démarrer ou arrêter un convoi, changer la position d'un aiguillage. Il permettait, surtout, de gérer des automatismes simples ou sophistiqués à décrire soi-même (bloc automatique, protection des aiguillages, itinéraires, macro-commandes...) avec création de scénarios simples ou complexes, mais respectant toujours la sécurité des circulations.

Le système n'était adapté qu'au matériel moteur en 2 rails courant continu (et acceptant l'alimentation en courant pulsé) et, d'une manière générale, à du matériel remorqué consommateur de courant (avec résistance ou éclairage réparti de préférence sur toute la longueur des convois) ; et cela, quelle que soit l'échelle (HOe, N, HO, HOm...). Le réseau devait être configuré de manière adéquate, c'est à dire qu'il devait être tronçonné en cantons avec doubles coupures délimitant les cantons et coupures sur le rail de gauche (dans le sens de la marche) délimitant les zones d'arrêt (câblage de 4 fils pour un canton standard sur lequel l'arrêt est possible ou 2 fils pour un canton de transit sans zone d'arrêt). Sur un réseau existant, le cas échéant, il fallait évaluer les travaux d'adaptation nécessaires (positionnement des coupures, câblage, interface pour certains moteurs d'aiguillages ou signaux...). Il fallait évidemment disposer d'un ordinateur PC sous Windows (XP minimum), se procurer le logiciel et l'installer.

Les cartes électroniques du système étaient vendues par la société JAO SYSTEMES®, le logiciel associé **JAO 2013** étant, quant à lui, en téléchargement gratuit. Il fallait donc prévoir, au minimum, la carte interface USB (**USB JAO**) pour liaison avec l'ordinateur, une carte plancher **JAO1** (complétée éventuellement par plusieurs cartes JAO2 en fonction de l'ampleur du réseau), chacune pouvant contenir 16 cartes canton (**JAOALIM-G**, avec les options possibles d'éclairage permanent et/ou de commande des signaux et/ou de pilotage manuel par potentiomètre) et 4 cartes aiguillages (**JAOAIG**, une carte pour la commande de 4 aiguillages à bobine double) ; la mise en cascade jusqu'à 8 cartes plancher offrait donc une capacité maximale de 128 cantons et 128 aiguillages.

Toutefois, la société JAO SYSTEMES® ne fournissait ni de coffret pour loger toutes les cartes, ni les alimentations nécessaires au système (5V électronique JAO, 16V traction, ainsi que, selon mes choix personnels de motorisation *Tortoise* (moteurs d'aiguillages, du signal mécanique et du passage à niveau) 12V et 24V (12V étant aussi utilisé pour les feux des signaux lumineux et l'éclairage nocturne). Ces éléments étaient à concevoir soi-même, de même que le travail de câblage pour le raccordement au réseau. Le tout était à compléter éventuellement par des interfaces personnelles à réaliser pour répondre à des besoins particuliers (par exemple, adaptation pour commander les moteurs à mouvement lent *Tortoise*).

Avant toute chose, il fallait s'approprier les connaissances nécessaires en consultant toute la documentation accessible dans le logiciel, pour parvenir le mieux possible à un résultat satisfaisant, aussi bien pour installer facilement et correctement le matériel que pour utiliser le logiciel. Cela me semblait incontournable pour acquérir une certaine maîtrise de la syntaxe particulière propre au logiciel.

Pour débiter avec le JAO Système, cela se passait d'abord uniquement avec l'ordinateur, l'existence physique d'un réseau n'étant pas nécessaire. Cette première phase consistait à **modéliser** le fonctionnement du réseau tel qu'il était souhaité, au moyen des outils du logiciels ; c'est à dire, en dessinant le réseau puis en décrivant les diverses tables de fonctionnement (concernant, notamment, la correspondance entre les numéros de canton et les numéros de carte électronique, tous les enchainements possibles de 3 cantons successifs, les caractéristiques de vitesse des engins moteur, les itinéraires souhaités...) sans oublier de sauvegarder tous ces fichiers. L'écriture des tables pouvait se faire automatiquement à partir du dessin, mais il était quasiment obligatoire de faire « chauffer la matière grise » pour les vérifier ligne par ligne (ou de les créer de toutes pièces), pour, éventuellement, faire des ajouts, modifications ou suppressions car, même si le logiciel était performant, il ne pouvait pas deviner les souhaits personnels de fonctionnement.

Une fois ce « travail » à priori terminé, il était possible d'essayer virtuellement le fonctionnement du réseau avec le mode **simulation** du logiciel. Cette phase n'était pas obligatoire, mais permettait de déceler des anomalies. Personnellement, je préférais le mode simulation de la première version du logiciel **JAO sous DOS** car on y voyait les convois, représentés par leur numéro, se déplacer sur le dessin du réseau ; cela était beaucoup plus intéressant, visuellement parlant, que, avec **JAO 2013**, le simple changement de couleur du dessin moins pratique à suivre et demandant une certaine accoutumance.

Arrivé à ce stade, il convenait alors de disposer du réseau en ordre de marche (donc construit et raccordé) pour se lancer dans le **pilotage réel** de convois posés sur les rails. Mais il fallait d'abord commencer par une phase de **test du matériel** pour, à la fois, tester le fonctionnement des cartes électronique du JAO Système ainsi que de tous les composants du réseau (câblage général, alimentation de la voie, commande des aiguillages...) pour s'affranchir de tout problème technique avant d'aborder la mise au point du logiciel.

Concernant le pilotage, j'avais délibérément choisi de ne pas privilégier les manœuvres manuelles en marche à vue (le "Digital" me semblant mieux adapté à cela) mais plutôt un fonctionnement automatisé en recherchant un spectacle attractif avec des circulations qui s'enchaînaient soit de manière aléatoire soit en suivant des itinéraires prédéfinis, et cela avec un minimum d'intervention manuelle. Pour ne pas lasser le spectateur, j'avais recherché l'obtention de scénarios de durées les plus longues possible pour rompre la monotonie, c'est à dire augmenter la durée de la période avant la reproduction à l'identique qu'une même séquence.



Le but recherché était de coordonner la circulation des convois avec la commande automatique des signaux et du passage à niveau la plus réaliste possible. Je n'avais pas envisagé de manière de piloter autre qu'avec l'ordinateur local à proximité du réseau (écran du PC + clavier + souris), j'avais donc exclu l'utilisation d'un ordinateur distant (via internet), d'un smartphone ou d'un TCO physique (interrupteur + voyant + bouton...) bien que ces possibilités étaient proposées par le logiciel.

## ► mon historique JAO

En **1990**, alors que la construction de mon **premier réseau** était toujours en cours (technologie analogique pure), j'avais commencé à m'intéresser à l'informatique. J'avais remarqué les articles parus dans la presse spécialisée concernant un nouveau système complet permettant de piloter un réseau de trains miniatures avec un PC : le **JAO Système**. Par curiosité, avec l'achat de mon premier PC (sous DOS + Windows 3.1) et de la disquette du logiciel de simulation du JAO Système, j'avais découvert les possibilités du système en modélisant et simulant plusieurs réseaux virtuels.

En **1992**, une visite au salon du modélisme de la porte de Versailles à Paris, dans lequel la société JAO SYSTEMES® tenait un stand, m'avait permis de voir un réseau de démonstration et d'apprécier les explications données par le concepteur lui-même, en particulier concernant les points suivants :

- simulation du fonctionnement du réseau pour affiner sa conception, avant même sa construction.
- absence d'adaptation du parc traction (pas de récepteur embarqué), absence de relais, même pour changer le sens de marche.
- contrôle du trafic par le logiciel, allant du pilotage manuel à des scénarios programmés pouvant être complexes, en passant par le fonctionnement aléatoire choisi par l'ordinateur, avec sécurité du block automatique, aussi bien en voie unique banalisée, qu'en double voie ou dans la traversée des enchevêtrements d'aiguillages en entrée de gare.
- connexion à l'ordinateur par le port imprimante parallèle (à cette époque, le port USB n'existait pas encore) et fonctionnement du logiciel sous DOS (donc sans problème avec les versions de Windows ayant le DOS maître comme 3.1, 95, 98 et Millénnium) (la dernière version du logiciel, dénommée **JAO 2013**, utilisait un port USB et fonctionnait sous Windows, versions XP et suivantes)
- existence du CLUB DES UTILISATEURS DU JAO SYSTEME favorisant le partage d'expérience, la prise en main du système et les relations avec la société JAO SYSTEMES®, notamment par le congrès annuel, les bulletins et des fiches techniques très utiles venant en complément de la documentation fournie par la société JAO SYSTEMES®.

Petit à petit, une idée commençait alors à germer dans mon esprit : si un jour je me décidais à construire un nouveau réseau, je l'équiperai avec le JAO Système...

En **1993**, j'étais conforté dans cette idée par une visite au congrès de la Fédération Française de Modélisme Ferroviaire qui se déroulait cette année-là à Béziers. Une conférence réunissait le concepteur du JAO Système et des membres de l'Association des Modélistes Ferroviaires du Lyonnais (AMFL) qui expliquaient leur choix du JAO Système pour piloter leur grand réseau en construction près de la gare de Lyon-Brotteaux. L'AMFL ayant quitté les lieux en 2010, ce réseau a été démonté, mais une vidéo, filmée juste avant, a été mise en ligne sur YouTube par l'AMFL ([voir wagon documentations & liens / wagonnet autres doc. & liens / lorry modélisme ferroviaire / Réseau HO Les Brotteaux Lyon 28 03 2010 / https://www.youtube.com/watch?v=-RjJlEslU0](#)) avec, aux points 14mn 51s, 16mn 04s et 18mn 48s, des vues de l'installation du matériel du JAO Système).

En **1997**, apparaissait sur le marché Driving Railway (concurrent direct du JAO Système) produit par la société Pégase Informatique. Mais, bien que son logiciel eût l'avantage d'être compatible avec toutes les versions de Windows, mon ressenti sur son approche technico-commerciale n'avait pas pu me faire changer d'avis. Par la suite, j'avais pu faire un crochet par Lyon lors d'un voyage estival, afin de visiter le réseau de l'AMFL dont le pilotage par le JAO Système était désormais effectif ; un échange avec ses membres finissait de me convaincre.

Dès mon retour de Lyon, je passais à l'action et je me décidais à :

- abandonner mon **premier réseau**
- commencer la construction du réseau **PRCI MINI**
- réfléchir au plus projet plus ambitieux du réseau **PRCI MAXI**
- acquérir progressivement une configuration JAO Système
- adhérer au CLUB DES UTILISATEURS DU JAO SYSTEME

Mes premières commandes à la société JAO SYSTEMES® ont porté sur :

- le logiciel fonctionnant sous DOS acquis en plusieurs fois (payant à cette époque, mais fractionnable par fonctionnalités), dans un premier temps limité aux fonctionnalités minimales (nota : Driving Railway, lui, était fractionnable selon un nombre maximum de cantons)
- la carte **JAOP** : interface de communication entre le port parallèle du PC et la carte **JAO1**
- une seule carte plancher (ou mère) **JAO1** suffisante pour **PRCI MINI** et le projet **PRCI MAXI**
- 9 cartes **JAOALIM** (tout court, carte canton de 1<sup>ère</sup> génération), suivies, dans un deuxième temps, par 11 cartes **JAOALIM-G** (évolution de la carte **JAOALIM** et pour en remplacer certaines), dont 10 avec les options éclairage (option qui finalement ne sera jamais utilisée) et signaux, ainsi qu'une avec les options signaux et pilotage manuel (elle aussi jamais utilisée)
- 4 cartes **JAOAIG** (une carte pour commander 4 aiguillages)

Par la suite, en **2014**, j'avais pensé avoir fait le bon choix en apprenant l'arrêt de commercialisation de Driving Railway, alors que JAO SYSTEMES®, subsistait seul sur cet étroit marché, et venait enfin de sortir la version Windows du logiciel.

Hélas, en **2020**, la société JAO SYSTEMES® a fini, elle aussi, par cesser la commercialisation de son système. Pourtant, le logiciel **JAO 2013** serait, à priori, toujours téléchargeable sur son site internet (vu le 10/11/24, non sécurisé car en http et non pas https, [voir wagon documentations & liens / wagonnet autres doc. & liens / lorry modélisme ferroviaire / JAO Systèmes / http://jao.2013.free.fr/](#)).

Heureusement, l'association CLUB DES UTILISATEURS DU JAO SYTEME œuvrerait toujours pour, autant que possible, assurer une certaine maintenance matérielle pour les utilisateurs utilisant toujours ce système pour piloter leur réseau ; quant au logiciel **JAO 2013**, au moment de l'arrêt de la société, sa version était, à priori, correcte et exempte de bogue majeur.

Pour revenir sur mon choix du JAO Système plutôt que du "Digital", je peux ajouter quelques appréciations personnelles relatives à la comparaison des coûts et de la complexité entre les deux :

- le coût du JAO Système était surtout lié aux caractéristiques du réseau (nombre de cantons et nombre d'aiguillages) et était indépendant du nombre d'engins moteur (sans décodeur) dont on disposait
- en "Digital" le coût dépendait plutôt du nombre d'engin moteurs équipés de décodeur (le surcoût d'un engin déjà digitalisé par rapport à un engin analogique étant de l'ordre de 100 à 150€, proche du prix d'une carte **JAOALIM-G**) ; au prix de la centrale s'ajoutait le prix d'équipements dépendant des caractéristiques du réseau (décodeurs d'aiguillages, modules de rétro-signalisation...)
- dans les 2 cas, il y avait aussi le coût des alimentations et de l'ordinateur (pas obligatoire en "Digital" mais un logiciel adéquat était nécessaire pour gérer facilement le parc de matériel roulant, les itinéraires etc.)
- le travail de câblage était plus simple pour une solution "Digital" de base, mais devenait équivalent au JAO Système si on ajoutait un découpage en canton pour la signalisation, divers capteurs et boîtiers annexes.

En fuyant tous les débats plus ou moins polémique sur la comparaison JAO Système / "Digital" (pérennité du système, service après-vente, aide du fabricant, compatibilité, complexité, coût, délai de livraison, travaux d'installation, facilité de pilotage etc...), j'avais simplement repris la boutade « le chef a toujours raison » : Article 1, je choisis la solution JAO Système, Article 2, même si, par exemple, avec le "Digital" on peut avoir des sons et des effets lumineux embarqués configurables à souhait, l'article 1 est applicable. Cet exemple était peut-être mal choisi car le JAO Système permettait aussi de piloter des fichiers audio via des haut-parleurs branchés sur le PC. Mais il est clair que, si je n'avais pas déjà possédé le matériel JAO Système, envisager d'utiliser seulement les fonctionnalités les plus basiques de ce système sophistiqué pour le fonctionnement d'un réseau aussi modeste que **PR** (8 cantons et 4 aiguillages) aurait pu ouvrir une réflexion débouchant sur un autre choix.

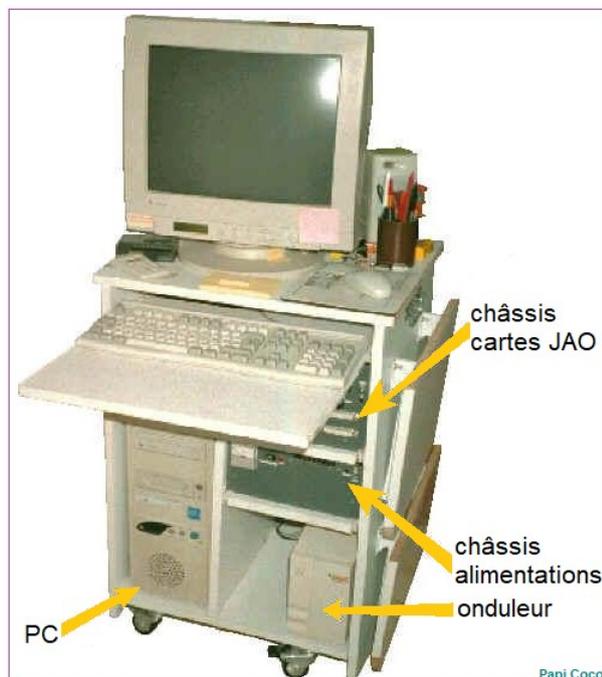
Selon les tarifs, qui étaient visibles sur le site de la société JAO SYSTEMES® (au 27/08/18), la valeur d'achat d'une configuration matérielle JAO Système nécessaire et suffisante pour piloter le réseau **PR**, s'établissait à 1603€ (le logiciel **JAO 2013** étant gratuit), c'est-à-dire :

- 1 carte liaison **USB JAO** (160€)
- 1 carte mère **JAO1** (425€)
- 8 cartes canton dont 4 **JAOALIM-G-S** (avec option signaux, 116€ pièce) et 4 **JAOALIM-G** (sans option, 94€ pièce) (**JAOALIM-G** étant une évolution apparue en 2000, par rapport de la 1<sup>ère</sup> version de **JAOALIM**)
- 2 cartes aiguillages **JAOAIG** (89€ pièce)

En **1997**, j'avais construit 2 châssis métalliques avec leur face avant, un pour les cartes du JAO Système et un pour les alimentations. L'ensemble faisant très « trippes à l'air », je l'installais sur des tiroirs intégrés dans un meuble informatique, fabriqué par mes soins (*voir photo ci-dessous*). Pour rester fidèle à moi-même, un onduleur prenait place à côté du PC, protégeant le PC (fonctionnant à cette époque sous Windows 95) et la configuration complète du JAO Système. Cet onduleur était un modèle de récupération (d'un type plutôt professionnel) qui avait le gros avantage de fournir une tension de sortie sinusoïdale (donc parfaitement compatible avec la production d'une tension **12V~** sinusoïdale, nécessaire à la carte **JAO1**), contrairement à la tension en forme de créneaux des modèles pour le grand public (*voir page 29*).

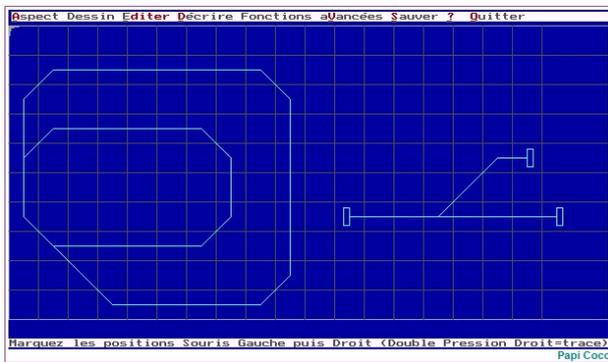
*Ci- contre, le meuble informatique sur roulettes "fait maison" avec 3 tablettes coulissantes, de haut en bas, celle pour le clavier, celle supportant le châssis contenant les cartes du JAO Système (on distingue, en face avant, les connecteurs SubD 50 pour la connexion sur le réseau **PRCI MINI**), celle supportant le châssis contenant les alimentations de l'électronique et, sur le côté droit du meuble, 2 tablettes rabattables pour, par exemple, une imprimante (1997)*

En **2001**, Microsoft sortait Windows XP. Mais dans cette nouvelle version du système d'exploitation, la "couche" DOS ne permettait plus au logiciel d'« avoir la main » sur le port parallèle du PC. Le pilotage par le logiciel du JAO Système devenait donc impossible avec un PC équipé de Windows version XP (ou versions suivantes). Heureusement, à cette époque, j'utilisais aussi un PC portable équipé de Windows ME (Millennium Edition) toujours doté d'un port parallèle (*voir photo page suivante*). Ce PC m'avait permis de faire fonctionner le réseau **PRCI MINI** et me rendait de bons et loyaux services en attendant la sortie de **JAO 2013**. Comme son nom l'indique, cette version était finalement apparue une douzaine d'années plus tard, encouragée par le CLUB DES UTILISATEURS DU JAO SYSTEME.

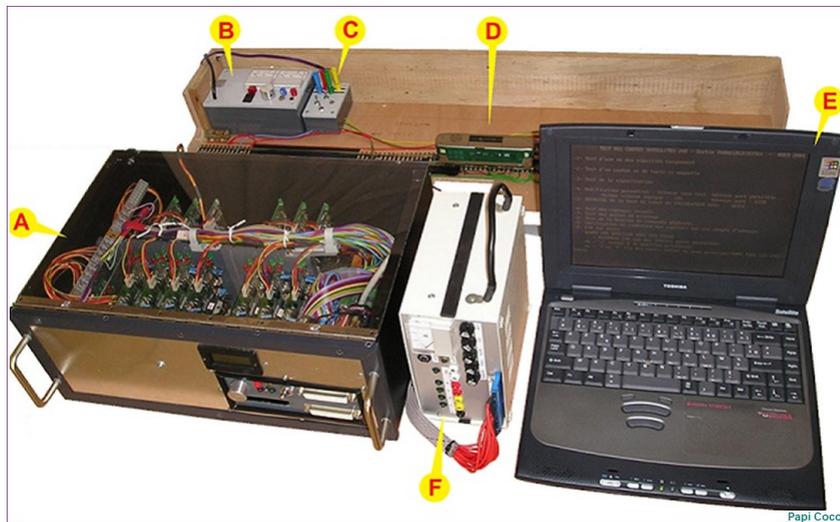


En **2004**, j'avais remplacé les premiers montages archaïques par de nouveaux équipements. A la même époque, j'avais remplacé le PC sous Windows 95, par un nouveau PC sous Windows XP. Pour garder toujours une solution de secours en cas de panne du PC sous Windows ME, je l'avais fait équiper d'origine avec un système « double-boot » permettant de choisir, au démarrage, entre Windows XP (utilisation courante) ou Windows 98 (pour utiliser le JAO Système). Mais ce PC s'étant révélé d'une fiabilité désastreuse (plusieurs pannes d'alimentation ayant nécessité chaque fois le retour au SAV) et je l'avais remplacé prématurément, peu après la fin de sa période de garantie.

Jusqu'en **2006**, **PRCI MINI** avait fonctionné avec le JAO Système (simulation et pilotage) en utilisant 7 cartes **JAOALIM** et 1 carte **JAOAIG**. Ensuite, ce fut la débâcle à cause de 2 déménagements successifs m'obligeant à le « déconstruire ». Je récupérais uniquement le **boîtier alimentation**, le **rack JAO** et tout son contenu. Quant au réseau **PRCI MAXI**, qui n'a jamais été terminé et qui a, lui aussi fini à la déchèterie, il aurait nécessité 14 cartes **JAOALIM** et 3 cartes **JAOAIG**.



Ci-dessus, copie d'écran du dessin du réseau PR avec la version DOS du logiciel JAO Système, représentant séparément les 2 lignes du réseau (description logicielle dénommée PRCIμ) (2014)



A droite, le réseau-test (aujourd'hui récupéré pour construire le nouveau **u** réseau) dans un environnement en ordre de marche (2005):

**A** rack JAO dans sa configuration revêue, à cette époque, pour piloter le réseau PRCI MINI (par la suite il y avait eu des évolutions pour le pilotage du réseau PR)

**B** alimentation amovible dénommé **alim-test** ; ici présente, mais non utilisée pour tester avec le JAO Système ; elle aussi a été récupérée pour faire fonctionner le **u** réseau

**C** boîtier annexe permettant d'alimenter la voie soit par une carte JAOALIM à tester (test nécessitant un engin moteur), soit par l'alim-test pour tester un engin moteur sans recours au JAO Système

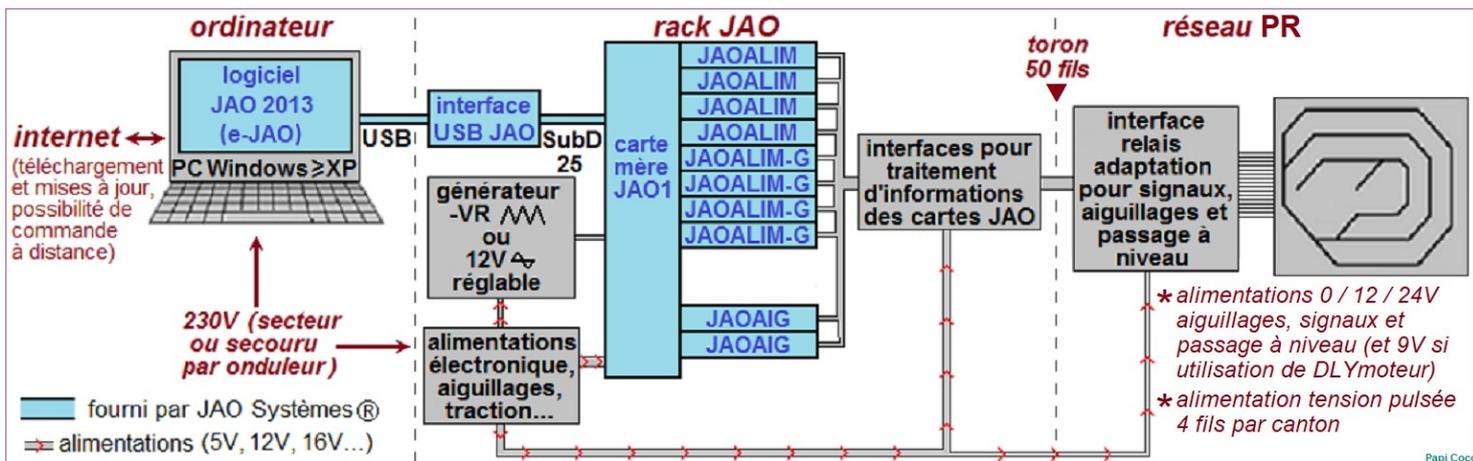
**D** le réseau-test lui-même, canton unique avec, à chaque extrémité, une coupure sur le rail de gauche pour délimiter une zone d'arrêt (vu ici avec une locomotive diesel italienne D345 Roco)

**E** PC portable Toshiba (aujourd'hui disparu) sous Windows ME, relié au rack JAO par port parallèle

**F** boîtier alimentation avec le toron connecteur bleu 16 pour connexion au rack JAO

En **2014**, après 8 ans d'abstinence, je reprenais l'activité de modélisme ferroviaire. Avant de me décider à franchir le pas vers **JAO 2013**, je procédais d'abord à une ultime vérification de la version DOS du logiciel du JAO Système pour m'assurer que mon vieux PC sous Windows ME et mes cartes électroniques étaient toujours en état de marche (avec les fonctionnalités de test du matériel) et j'en profitais pour modéliser le réseau **PR** (voir copie d'écran ci-dessus) et en faire une simulation.

Pour franchir le pas du logiciel du JAO Système sous DOS à **JAO 2013**, je n'avais eu qu'à acheter la carte **USB JAO** et à télécharger gratuitement le logiciel **JAO 2013** depuis le site internet de la société JAO SYSTEMES® (voir page 5), et c'était reparti ! Avec ce « retour », je réactivais ma page internet personnelle, tout en la renommant **letraindepapicoco** selon la suggestion de ma petite fille...



Plus détaillé que celui présenté précédemment pour le réseau PRCI MINI (utilisant l'ancien logiciel sous DOS), ce schéma montre ma mise en œuvre du JAO Système (utilisant le logiciel JAO 2013 sous Windows) pour le réseau PR avec les principaux éléments qui étaient, soit fournis par la société JAO SYSTEMES®, soit effectivement construits par mes soins, soit restés inachevé ou simplement à l'état de projet au moment de l'abandon du réseau PR).

## ► généralités

Le JAO Système faisait appel à des cartes électroniques spécifiques pour assurer la liaison entre l'ordinateur et l'alimentation des voies, des moteurs d'aiguillages et des signaux. Il convenait tout d'abord, de faire la distinction entre 2 catégories de matériel :

- la première comprenant le matériel conçu et vendu par la société JAO SYSTEMES® (dont l'achat était quasiment obligatoire)
- la deuxième regroupant des équipements complémentaires, mais tout aussi indispensables, non fournis par la société JAO SYSTEMES® et qu'il fallait acheter ailleurs ou construire soit même.

Ce lorry ne transporte que du matériel de la première catégorie et j'ai utilisé le terme "quasiment" car il était possible, pour des électroniciens chevronnés d'en construire certaines comme les cartes **JAOALIM** ou **JAOAIG**. (malgré que leurs schémas n'avaient pas été diffusés). Faut de compétence et de temps, je ne m'étais jamais lancé dans de telles réalisations, par contre, à l'époque où cela était proposé par la société JAO SYSTEMES®, j'avais acheté quelques cartes **JAOALIM** en kit afin de réduire les coûts ; mais le fer à souder avait surtout chauffé pour fabriquer mes alimentations et d'autres circuits annexes adaptés à mon réseau **PR** ([voir page 13](#)).

Les cartes électroniques étaient inutiles pour évaluer le logiciel et simuler à l'écran le fonctionnement d'un réseau virtuel. Elles n'étaient nécessaires que pour piloter un réseau physique. Les cartes du JAO Système étaient compatibles avec l'ancienne version du logiciel sous DOS, sauf la carte **USB JAO** spécifique à la nouvelle version sous Windows (liaison USB ayant remplacé la liaison par port parallèle avec carte **JAOP** spécifique à l'ancienne version sous DOS).

La **Documentation montage matériel** (donnant des explications sur l'installation, le câblage et l'utilisation des cartes avec leurs divers cavaliers et connecteurs mais sans leur schéma interne) n'est plus directement accessible aujourd'hui par le site internet de JAO SYSTEMES® ([voir lien page 5](#)). Il semblerait que le seul moyen d'y avoir accès maintenant serait le menu du logiciel **JAO 2013** (donc après l'avoir installé), par son onglet **Aide** / **Information version** au bas duquel se trouvait le lien [Plus de documentation](#), sachant que cette possibilité pourrait évidemment évoluer indépendamment de ma volonté (d'ailleurs certains liens affichaient la mention **Obsolète**...).

Dans ce lorry, je me limite, à des explications partielles concernant uniquement les cartes que j'avais achetées et utilisées (et que, pour certaines, j'avais modifiées) : **JAO1** (mère), **JAOALIM** et **JAOALIM-G** (canton), **JAOAIG** (aiguillages) et **USB JAO** (liaison PC). La société JAO SYSTEMES® avait aussi proposé des accessoires de câblage, par exemple, des petites cartes d'adaptation pour des informations extérieures entrantes (capteurs volants) ou des cordons multifilaires plats (type limande) avec connecteurs femelles (type barrette).

## ► JAO1

La carte mère (ou « plancher ») **JAO1** pouvait être la première d'un chaînage pouvant en compter jusqu'à 8 au total. Compte tenu des modestes dimensions de **PR**, je n'en ai utilisée qu'une seule.

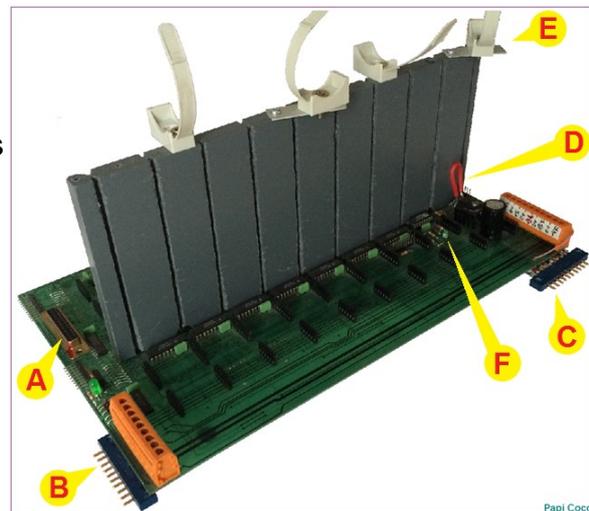
Elle était destinée à recevoir jusqu'à 20 cartes « satellites » (ou filles), soit un maximum de 16 cartes canton (**JAOALIM** ou **JAOALIM-G**, une carte par canton) et de 4 cartes aiguillages (**JAOAIG**, une carte pour commander de 1 à 4 aiguillages). Disposée horizontalement pour une tenue naturelle des cartes satellites qui étaient embrochées dessus verticalement, elle occupait la majeure partie de la place à l'intérieur du **rack JAO**. Ce rack type 19 pouces en hauteur « 4 unités » (environ 18cm avec ses pieds) convenait idéalement.

Pour un réseau plus important, il aurait été nécessaire de brancher en cascade des cartes JAO2. Comme la **JAO1**, la JAO2 permettait de recevoir 16 cartes canton et 4 cartes aiguillages supplémentaires. Jusqu'à 7 cartes JAO2 pouvait ainsi être branchées à la queue leu leu derrière une carte **JAO1** via un bus spécial, pour obtenir un maximum de 128 cantons et 128 aiguillages. Je suppose que peu de modélistes ferroviaires ont buté sur cette restriction, mais je me demande si, moyennant l'utilisation d'une deuxième carte **USB JAO** et, donc, d'une deuxième chaîne de cartes **JAO1** + JAO2, il n'aurait pas été possible de dépasser les 128 cantons / 128 aiguillages ; mais revenons sur terre...

La carte **JAO1** possédait un connecteur SubD25 (**A**) soit pour brancher le câble 25 fils venant de la carte **USB JAO** (liaison avec le PC sous Windows) soit pour enficher directement l'ancienne carte **JAOP** (liaison par port parallèle pour PC sous DOS). A ce sujet, je remarquais qu'en pages 22 et 23, la [Documentation montage matériel](#) n'avait jamais été mise à jour depuis l'apparition de **JAO 2013** et montrait toujours des photos représentant l'ancien montage avec la carte **JAOP**.

*Ci-contre, la carte **JAO1** modifiée, sans les cartes « satellite »*

Sous la carte **JAO1**, sur les points de soudures du bornier à vis **B1**, j'avais soudé un **connecteur bleu 10** (**B**) pour pouvoir déconnecter et démonter plus facilement la carte. Le bornier à vis n'était donc plus utilisé et, du fait que le nombre de bornes effectivement utilisées étaient inférieur à 10, certaines liaisons avaient pu être doublées ou triplées pour améliorer les contacts et diminuer la chute de tension en ligne. **B1** recevait les tensions d'alimentation et était le seul à posséder l'entrée **12V~**.



De même, le bornier à vis **B2** avait lui aussi été doublé par un **connecteur bleu 10** soudé sous la carte (**C**) mais avec des liaisons coudées à 90° pour ne pas augmenter l'encombrement de l'ensemble dans le sens de la longueur du **rack JAO**. Sur **B2** on retrouvait les mêmes tensions d'alimentation déjà branchées sur **B1** (2<sup>ème</sup> branchement pour diminuer encore les chutes de tension) et il était le seul à posséder l'entrée/sortie **VR**.

En plus de ces modifications de connectique, j'avais pratiqué une modification fonctionnelle impactant l'ensemble du système et venant en contradiction avec le contenu de la documentation accessible via le site internet de la société JAO SYSTEMES®. Elle consistait en la soudure d'un strap (fil **rouge**) (**D**) court-circuitant l'entrée et la sortie des 2 régulateurs 7805 d'origine montés en parallèle sur la carte. L'alimentation **5V** était remplacée par celle incluse dans le **bloc-alim** (ou le **boîtier alimentation**). Donc, contrairement à ce qui était décrit dans cette documentation, la carte **JAO1** n'était pas alimentée en **9V**, mais directement en **5V**. Cette modification ancienne, datait de l'époque de l'étude du réseau **PRCI MAXI**, car je craignais que l'échauffement des régulateurs 7805 fut excessif compte tenu du nombre de cartes **JAOALIM** et **JAOAIG** qui aurait du être plus important. Par la suite, avec **PR**, bien que le nombre de cartes satellites branchées sur **JAO1** n'était que de 10 sur un total possible de 20, j'avais choisi de ne pas revenir en arrière pour ne pas reconsidérer le schéma des alimentations.

Cette modification personnelle était assortie de l'obligation de ne pas utiliser cette carte **JAO1** sur une autre installation (qui serait restée conforme aux spécifications d'origine, donc alimentée « normalement » en **9V**) sans enlever ce strap, sous peine de destruction de la carte.

La société JAO SYSTEMES® livrait la carte **JAO1** avec un guide vertical (**E**) pour le maintien des cartes **JAOALIM** et **JAOAIG**. Il convenait de s'assurer que ce guide ne gênait pas la bonne insertion des cartes satellites au risque de provoquer un décalage de bornes en les embrochant (risque de panne...). Pour limiter ce risque, j'avais légèrement approfondi certaines des rainures. J'avais ajouté des colliers ouvrables pour guider les fils branchés sur les cartes et obtenir ainsi un câblage plus propre.

La carte possédait une LED **verte** (**F**) située entre l'emplacement **JAOALIM** n°16 et l'emplacement **JAOAIG** n°9 à 12, dont je n'ai pas souvenir du fonctionnement. Elle possédait aussi des straps et d'autres connecteurs (notamment pour le branchement de capteurs volants) que je n'aborde pas car je ne les ai jamais utilisés.

### ► **JAOALIM et JAOALIM-G**

À la suite d'achats successifs, je me suis retrouvé en possession de cartes canton **JAOALIM** (ancienne version) et **JAOALIM-G** (nouvelle version). Les cartes **JAOALIM-G** pouvaient inclure, en option, l'éclairage permanent du matériel roulant, la commande de la signalisation lumineuse pour les 2 sens de marche et une commande manuelle physique (potentiomètre et inverseur). Les cartes **JAOALIM-G** se distinguaient visuellement des **JAOALIM** (tout court) par le remplacement des 8 transistors de puissance par un composant de puissance unique ([voir photos page 11](#))

L'option éclairage n'aura finalement jamais été utilisée car inutile avec les éclairages actuels à LED qui s'illuminent avec une très faible tension (voir explications plus loin). L'option signaux aurait peut-être nécessité une programmation par **macro-commandes** pour obtenir un résultat plus satisfaisant que le seul fonctionnement en BAL 3 feux. L'option commande manuelle aurait pu être intéressante pour pratiquer facilement des manœuvres en gare au milieu du trafic automatisé.

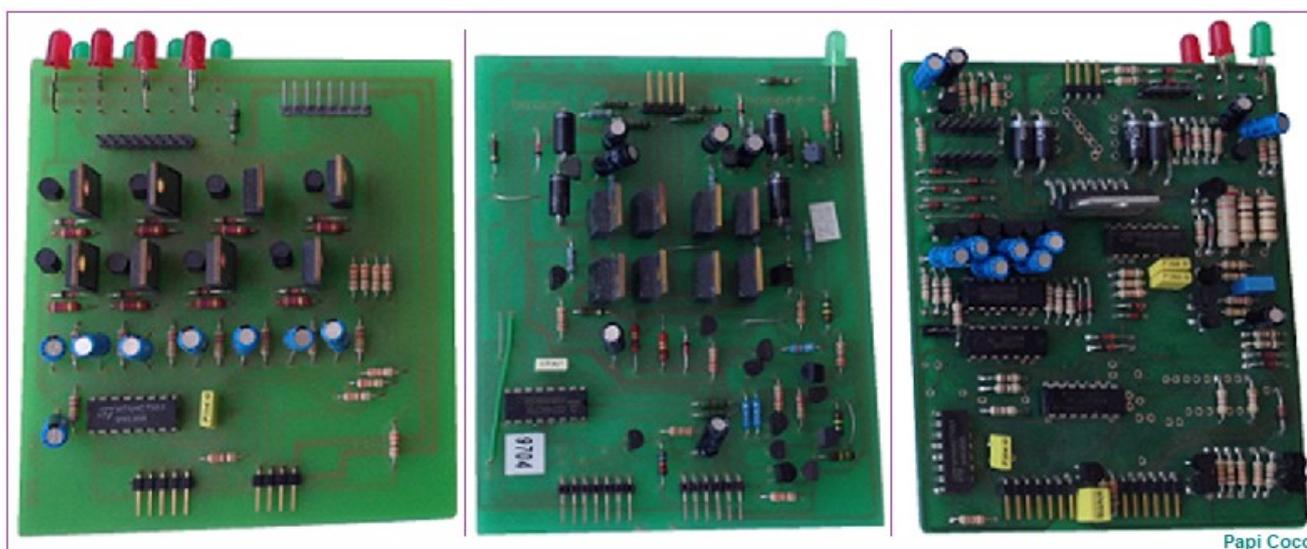
La carte **JAOALIM** (tout court) ne possédait qu'une seule LED **verte** qui devait s'éclairer dès l'apparition de la tension **VR** (issue du **12V-** réglable ou du générateur de dents de scie). La vérification de l'éclairage de la LED **verte VR** était impérative sur toutes les cartes avant de mettre sous tension les autres alimentations, en particulier si des travaux avaient été effectués dans le **rack JAO** ou si des cartes **JAOALIM** avaient été changées car, si une carte avait été enfichée avec un décalage des bornes, il y avait risque de panne en cas de mise sous tension du **5V** ou de la tension traction...

Outre 4 sorties traction pour alimenter la zone normale et la zone d'arrêt pour les 2 sens de marches, la carte **JAOALIM** ou **JAOALIM-G** comportait un connecteur de sorties auxiliaires. Ces sorties étaient utilisables, par exemple, pour alimenter les voyants d'un TCO ou pour concevoir des automatismes en logique câblée. Les informations étaient détection de court-circuit, occupation zones d'entrée et d'arrêt du canton et occupation générale du canton.

En outre, contrairement à la carte **JAOALIM-G**, la carte **JAOALIM** possédait 2 sorties pouvant indiquer le sens de circulation en cours, une active en **sens1** et une active en **sens0**. Ces informations n'étaient pas des niveaux logiques directement exploitables car il s'agissait de la tension de commande pilotant les transistors de puissance de la carte (créneaux variables). Cette tension ne devait absolument pas être perturbée par un montage extérieur. Si elle permettait d'éclairer une LED, il aurait fallu créer un montage savant pour la transformer en niveau logique continu.

Mes cartes **JAOALIM-G** possédaient toutes (sauf une) les options éclairage et signaux. Mais, comme ces 2 options étaient inutiles pour les cantons entièrement cachés et que l'éclairage HF était devenu inutile pour les LED (ayant remplacé aujourd'hui les ampoules et s'éclairant à très faible tension), je pouvais aussi bien employer des cartes **JAOALIM-G** ou des **JAOALIM** pour les 4 cantons cachés (**C2**, **C4**, **C7** et **C8**) et des cartes **JAOALIM-G** avec uniquement l'option signaux pour les 4 cantons visibles (**C1**, **C3**, **C5** et **C6**). Je n'avais jamais sorti l'oscilloscope pour voir comment fonctionnait l'option éclairage.

Le concepteur ayant validé ma demande, j'avais aussi acquis une carte **JAOALIM-G** avec un couple d'options n'ayant pas figuré au catalogue de JAO SYSTEMES® : signaux et commande manuelle par potentiomètre externe. En fait, j'avais utilisé cette carte en banalisation avec les autres cartes **JAOALIM-G** (signaux étant la seule option utilisée sur **PR**) et n'avais jamais testé la fonctionnalité permettant, sur un canton, de faire des manœuvres (plus finement avec bouton / inverseur plutôt qu'avec clavier / souris), le reste du réseau continuant son fonctionnement automatique.



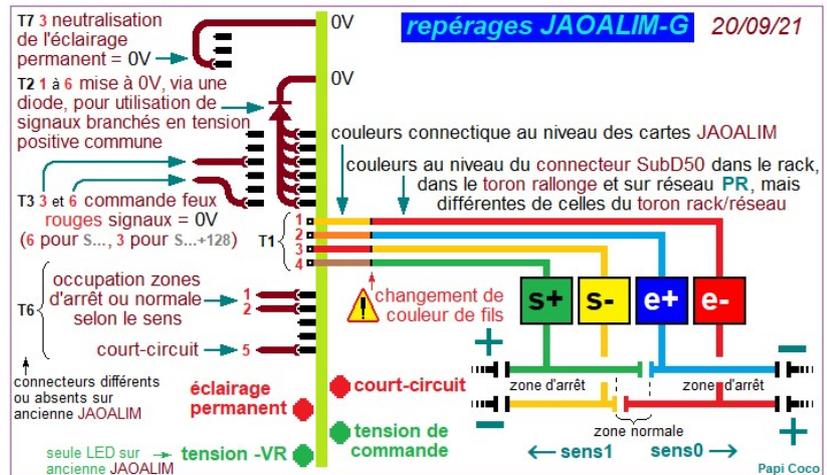
De gauche à droite les cartes **JAOAIG** (voir page suivante), **JAOALIM** et **JAOALIM-G** avec ses options signaux et éclairage (la carte **JAOALIM-G** avec les options signaux et commande manuelle est absente sur cette photo).



La carte **JAOALIM-G** avec option signalisation possédait 12 sorties (2 x 3 x 2) pour alimenter les signaux à 3 feux dans les 2 sens de circulation et avec 2 possibilités de polarisation (selon que le commun était au potentiel + ou - et selon l'utilisation de LED, d'ampoules ou de relais). En général, il s'agissait des 2 sémaophores de BAL (feu **rouge** pour arrêt, **jaune** pour passage au ralenti en prévision de l'arrêt au prochain signal et **vert** pour marche à vitesse normale), un pour chaque sens de marche placé aux 2 extrémités du canton. Moyennant des descriptions de **macro-commandes**, ces sorties pouvaient être affectées à des signaux situés sur un autre canton ou possédant des feux complexes comme le rappel de ralentissement 60 avec ses feux **jaunes clignotants**.

**Ci-contre, schéma vu de dessus de la carte JAOALIM-G avec repérage des LED et des connecteurs (différent de JAOALIM) ainsi que les couleurs des liaisons vers la voie (employées dans le rack JAO et sur le réseau PR)**

Le repérage des 4 LED de la carte **JAOALIM-G** n'était pas précisé dans la **Documentation montage matériel**. Sauf erreur de ma part, en partant du coin de la carte (donc de bas en haut sur le schéma ci-contre), j'avais pensé que c'était le suivant :



- LED **verte** présence tension **-VR** et carte correctement embrochée (correspondant à l'unique LED qui occupe le même emplacement sur l'ancienne **JAOALIM**), éclairée en permanence dès que la tension **-VR** est présente, sinon problème majeur et coupure immédiate (voir ci-dessus)
- LED **verte** (côté circuit imprimé) présence d'une tension de commande pilotant les transistors de puissance, quel que soit le sens de marche et l'amplitude (éclairée, même si la tension envoyée sur la voie ne permet pas à un engin moteur d'avancer) (éclairée en permanence si l'éclairage HF était activé)
- LED **rouge** éclairage permanent en service, éteinte si neutralisé par commande logicielle ou par un strap mis en place de manière adéquate sur le connecteur **T73** de toutes mes cartes **JAOALIM-G**
- Led **rouge** (côté circuit imprimé) présence d'un court-circuit (la conception d'une alarme globale à partir du signal sur le connecteur **T65** faisait partie des projets jamais finalisé)

## ► JAOAIG

La carte **JAOAIG** était conçu pour produire les commandes impulsionnelles pour 4 aiguillages à moteurs à double bobine. Mais comme j'avais utilisé des moteurs à mouvement lent *Tortoise* pour les aiguillages **A2**, **A3**, et **A4** (l'aiguillage **A1** ayant eu droit à un traitement spécial) ([voir page suivante](#)), j'avais été obligé de modifier la carte pour obtenir une commande permanente au lieu d'une commande impulsionnelle. J'avais donc court-circuiter les 8 condensateurs adéquats afin de supprimer l'effet dérivateur produisant l'impulsion à chaque changement de polarité du niveau logique.

Entre les sorties de **JAOAIG** et les 2 bornes des moteurs, une adaptation restait nécessaire. Plutôt que d'utiliser un circuit annexe proposé par JAO SYSTEMES® ou le CLUB DES UTILISATEURS DU JAO SYTEME, j'envisageais une interface personnelle avec des relais à choisir parmi 3 possibilités :

- inverser la polarité **12V** entre les 2 bornes du moteur (une seule alimentation **12V** nécessaire)
- envoyer sur une borne une tension alternative redressée mono alternance (soit la négative, soit la positive), l'autre borne étant reliée au **0V** de cette alimentation (alimentation **12V~** nécessaire)
- envoyer sur une borne une tension de **0V** ou **24V** selon la commande, l'autre borne étant reliée en permanence à l'alimentation **12V** (alimentation à 3 polarités **0V** / **12V** / **24V** nécessaire)

J'avais retenu la 3<sup>ème</sup> possibilité en utilisant des relais intermédiaires (mini relais REED ou DIL montés sur l'**interface relais** implantée sur **PR**) dont l'inverseur sélectionnait **0V** ou **24V**. J'ignorais si la fiabilité de cette solution pouvait rivaliser avec la solution entièrement électronique (bascule à 2 transistors) que j'avais utilisée précédemment mais qui était inadaptable à d'autres systèmes.



En **2018**, j'avais testé la motorisation *DLYmoteur* (achat d'un set de démarrage comprenant un bloc alimentation secteur, la carte à microprocesseur *DLY-400-8* et 4 kits de motorisation à base de servo-moteur mais, finalement, j'étais resté fidèle à la motorisation *Tortoise*. Toutefois, ayant conservé le matériel au cas où je changerais d'avis, j'avais adapté le câblage du réseau **PR** et l'**interface relais** pour passer facilement d'un système à l'autre, électriquement parlant, car le plus difficile aurait été le remplacement mécanique des motorisations elles-mêmes. Le passage temporaire à *DLYmoteur* avait nécessité, dans l'**interface relais**, la pose de la carte à micro-processeur, le déplacement de straps (alimentation de la carte en **9V**) et le remplacement de relais (facilement débroschables) pour modifier les contacts qui devaient piloter les entrées de la carte à microprocesseur *DLY-400-8* par **0V** ou « **en l'air** ».

Pour chaque aiguillage, une seule des 2 sorties complémentaires de **JAOAIG** était utilisée. Cela permettait de choisir la position directe ou déviée sans modifier la **Table des fonctions** dans le logiciel (*voir lorry* **PRCI "logiciel" / PRCI - modélisation JAO ► fonctions**), au cas où, pour une fonction donnée, la position obtenue aurait été l'inverse de celle souhaitée.

La motorisation de l'aiguillage **A1** était différente. A l'origine, j'avais conçu cet aiguillage **non motorisé, talonnable et non renversable** avec simplement un relais pour commuter sa pointe de cœur. Cette conception semblant favoriser les déraillements, je l'avais finalement doté d'un moteur à bobine double, mais, pour ne pas modifier le câblage général et remodeler la carte **JAOAIG**, j'avais ajouté une interface spécifique à relais à proximité de l'aiguillage (*voir lorry* **équipements ► interface A1**).

Si le passage à niveau **PN** avait été commandé par une **macro-commande** (*voir lorry* **PRCI "logiciel" / PRCI - modélisation JAO ► macro-commandes**) via une sortie de carte **JAOAIG**, une 2<sup>ème</sup> carte **JAOAIG** était prévue, avec une seule sortie utilisée, pour commander les 2 moteurs *Tortoise* manœuvrant les barrières, selon le même principe que les aiguillages. Je n'avais pas exclu de me servir des 3 autres sorties de cette 2<sup>ème</sup> carte **JAOAIG** pour commander les signaux **S6**, **S131** et **S133** par l'intermédiaire de **macro-commandes** « classiques », au lieu d'utiliser les sorties signaux des **JAOALIM-G** et des **macro-commandes** spécifiques à la signalisation...

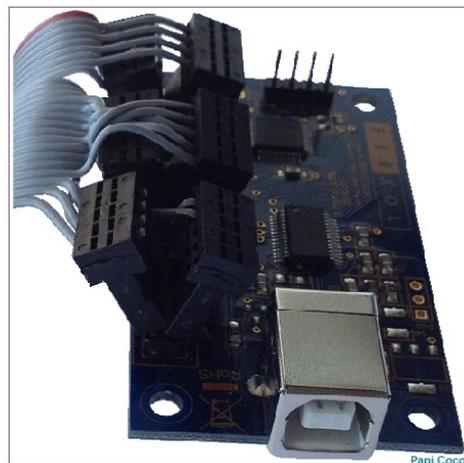
La carte **JAOAIG** possédait 8 LED, soit un couple **vert / rouge** pour chacun des 4 aiguillages à commander. L'indication des LED **vert / rouge** pour position directe / position déviée était toute relative en fonction du câblage et de la géométrie des aiguillages. Une seule devait être éclairée ; si, pour un aiguillage donné, les 2 LED **verte** et **rouge** étaient, soit éteintes ensemble, soit éclairées ensembles, il y avait une panne.

## ► USB JAO

Comme pour les autres cartes du JAO Système, la possession de la carte **USB JAO** n'était pas nécessaire tant qu'on utilisait le logiciel seulement en mode description ou simulation. Elle ne devenait obligatoire que pour les modes test et pilotage d'un réseau réel. Cette carte, bien que vendue par la société JAO SYSTEMES®, était un produit d'origine extérieure. Elle servait d'interface entre le PC sur lequel le logiciel **JAO 2013** était installé (câble USB fourni avec la carte) et la carte mère **JAO1** (câble SubD25 fourni avec la carte), qui servait, elle-même, d'interface avec les cartes **JAOALIM** et **JAOAIG**. Elle ne pouvait être connectée que sur un PC disposant d'un port USB et fonctionnant, au minimum, sous Windows XP ; en ce qui me concerne, au fil du temps et des changements de PC, j'avais utilisé le logiciel **JAO 2013** avec les versions Windows XP, 7, 8.1 et 10.

*Ci-contre, la carte **USB JAO** avec, devant, le connecteur USB type B pour connexion au PC et, à gauche, le câble 25 fils branché par 6 connecteurs type barrette et se terminant par un connecteur SubD25 (non visible sur la photo) pour connexion sur la carte mère **JAO1**.*

Pour installer la carte **USB JAO**, j'avais écarté 2 possibilités initialement envisagées (un boîtier spécifique à l'extérieur du **rack JAO** ou en lieu et place de la carte **JAOP**) pour finalement la fixer sur la face avant du **rack JAO**, côté intérieur, de telle manière que le connecteur USB était directement accessible depuis l'extérieur. Quant au câble 25 fils vers la carte mère **JAO1**, il la contournait par l'arrière pour rejoindre le connecteur SubD25.



Cette implantation présentait un autre avantage : ni le cordon USB, ni le câble 25 fils ne circulaient à proximité des circuits de puissance internes au **rack JAO** (notamment le **bloc-alim** et les câbles conduisant le courant traction pulsé) diminuant ainsi le risque de parasitage.

Concrètement, j'avais fixé la carte **USB JAO** sur une sorte d'équerre en plastique dont la face verticale constituait un bandeau visible comportant le trou carré au travers duquel affleurait le connecteur USB. Cet ensemble monté obturait un trou existant (ancien emplacement d'un 2<sup>ème</sup> connecteur SubD50 qui avait été prévu pour le branchement vers le réseau **PRCI MAXI**) redimensionné pour le passage de la carte avec les 6 connecteurs du câble 25 fils branchés.

Pour la mise en service et les réglages de cette carte, (notamment le temps de latence affecté au port), l'aide était accessible dans le logiciel **JAO 2013** (après son installation) par son menu **Aide / Carte USB**. **USB** (voir lorry **PRCI "logiciel" / PRCI - logiciel JAO 2013 ► réglages**).

## PRCI - autre matériel

### ► boîtier alimentation

Le fonctionnement du JAO Système nécessitait plusieurs tensions d'alimentation (spécificités décrites dans la notice **Documentation montage matériel**). Non fournies par la société JAO SYSTEMES®, elles étaient à acheter ailleurs ou à construire soi-même. Le CLUB DES UTILISATEURS DU JAO SYSTEME avait proposé des schémas, mais j'avais préféré les concevoir et les construire moi-même.

En **2004**, pour remplacer le système d'alimentation intégré dans un meuble (voir page 6), en même temps que la création du **rack JAO**, j'avais construit un vrai **boîtier alimentation**. Il produisait toutes les tensions d'alimentation nécessaires et une puissance suffisante pour faire fonctionner aussi bien le réseau **PRCI MINI** (7 cantons / 5 convois maximum) que le réseau **PRCI MAXI** alors en construction (prévu avec 16 cantons / potentiellement, une dizaine de convois présents simultanément). Par la suite, ce **nouveau** boîtier alimentation était devenu **ancien** avec la création du **bloc-alim** directement intégré à l'intérieur du **rack JAO** (voir page 15 un **tableau comparatif**).

**Faces avant et arrière du boîtier alimentation (sur le côté droit, un câblot sert de poignée de transport) :**

**A** prises de test des alimentations avec LED verte de présence tension  
**B** potentiomètres réglable **15V~** et **16V** traction (au tournevis, pour éviter un dérèglement accidentel)

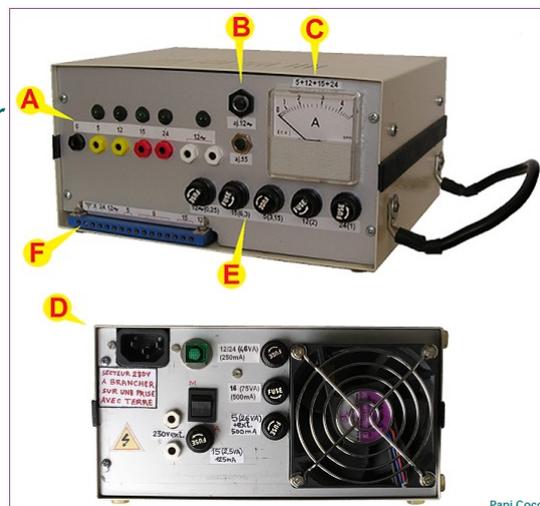
**C** ampèremètre sur le **0V** commun aux alimentations **5V**, **12V**, **16V** traction et **24V**

**D** face arrière avec tout ce qui concerne la tension secteur **230V~** :

- prise IEC pour l'arrivée **230V~**
- interrupteur général avec voyant néon vert de mise en marche
- 4 fusibles (au primaire de chaque transformateur)
- ventilateur (alimenté par l'alimentation **12V**, pour refroidir les transformateurs et les radiateurs des régulateurs (était bien superflu pour alimenter les équipements du réseau PR...))
- prise auxiliaire de sortie **230V~**

**E** 5 fusibles de sortie : **250mA** (**15V~**), **3,5A** (**5V** pour utilisation éventuelle avec le **rack JAO**), **6,3A** (**16V** traction), **1A** (**24V**), **2A** (**12V**)

**F** connecteur bleu 16 pour liaison vers le **rack JAO** (pour certaines polarités pouvant débiter une forte intensité, plusieurs broches sont mises en parallèle)

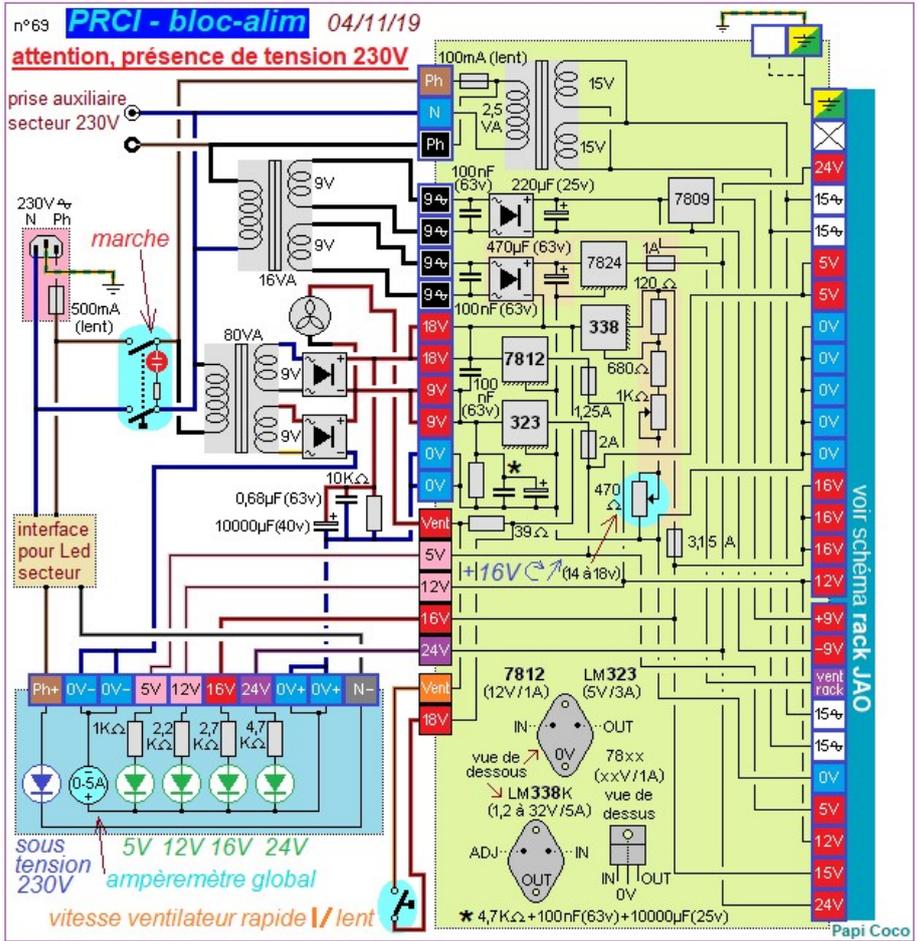


Pour rendre interchangeable l'alimentation du **rack JAO** par le **bloc-alim** (situation normale) ou par le **boîtier alimentation** (situation de dépannage) j'avais apporté 2 modifications sur ce dernier :

- A l'origine, le **boîtier alimentation** fournissait une tension **12V~** (à cette époque, le **générateur -VR / 12V~ réglable** n'existait pas encore) ; pour obtenir l'interchangeabilité avec le **bloc-alim** (ce dernier fournissant une tension de **15V~** nécessaire pour un fonctionnement correct avec le **générateur -VR / 12V~ réglable** ou avec un **générateur de secours** créé ultérieurement), j'avais remplacé son petit transformateur **12V 3VA** par un modèle **15V 2,5VA**.
- J'avais implanté à l'arrière, d'une prise auxiliaire de sortie **230V~** pour branchement éventuel, par exemple, du bloc secteur du système **DL Ymoteur** ou (au cas où le **rack JAO** se serait retrouvé alimenté par le **boîtier alimentation**) d'une alimentation **9V** dédiée au voltmètre en façade du **rack JAO**, pour remplacer l'alimentation par pile **9V**.



ci-contre, schéma du bloc-alim



ci-dessous, tableau comparatif des caractéristiques du boîtier alimentation et du bloc-alim

Tableau comparatif alimentations →	boîtier alimentation	bloc-alim
présentation : coffret métallique	indépendant	intégrable dans le rack JAO
dimensions (sans poignée ni fixation)	21 x 20 x 10 cm	21 x 14 x 8 cm
poids	5kg	3,2kg
préhension / fixation	poignée de transport	3 pattes de fixation (pas de poignée)
puissance totale installée	<b>150W</b>	<b>98W</b>
nombre de transformateurs (et de fusibles en protection des enroulements primaires)	4 (4 fusibles « primaire »)	3 (2 fusibles « primaire »)
ventilateur	<b>12V</b> 1,9W	<b>12V</b> 1,5W (2 vitesses)
tensions disponibles (courants admissibles et/ou calibre du fusible)	<b>5V</b> (3,15A) <b>12V</b> (2A) <b>16V</b> réglable (6,3A) <b>24V</b> (1A) <b>15V~</b> isolé réglable (0,25A)	<b>5V</b> (2A) <b>12V</b> (1A) <b>16V</b> réglable (3,15A) <b>24V</b> (1A) <b>15V~</b> isolé non réglable (0,15A) <b>9V</b> isolé (0,5A)
ampèremètre global sur le <b>0V</b> commun ( <b>15V~</b> non inclus)	<b>5A</b>	<b>5A</b>
connectique de sortie	connecteur bleu 16 douilles pour fiches bananes prise <b>230V~</b> auxiliaire (douilles)	connecteur bleu 10 prise <b>230V~</b> auxiliaire (douilles)
connecteur entrée secteur	type IEC mâle avec terre interrupteur général et voyant néon vert	type IEC mâle avec terre interrupteur général avec voyant néon rouge intégré

Les caractéristiques communes à l'ancien **boîtier alimentation** et au nouveau **bloc-alim** étaient les suivantes :

- coffret métallique (kit du commerce)
- entrée secteur **230V~** par prise male IEC sur le coffret (nécessitant un cordon secteur extérieur)
- sortie auxiliaire **230V~** pouvant servir, par exemple, pour brancher le **bloc-secteur 9V** fourni par *DL Ymoteur* si un jour je m'étais décidé à installer ce système de motorisation des aiguillages
- sorties par **connecteur bleu 16** pour alimentations **5V** des cartes du JAO Système, **12V** (relais et éclairage), **16V** (traction réglable de **14** à **18V**), **24V** (pour les moteurs *Tortoise* via l'interface relais installée sur **PR**) et **15V~** (pour le **générateur -VR / 12V~ réglable**)
- absence de voltmètre, mais présence d'un ampèremètre **5A** sur le **0V** commun (ne prenant pas en compte le courant débité par le **15V~**)
- ventilateur monté extérieurement au coffret
- schéma classique (transformateur > redresseur > filtrage > régulateur) utilisant des régulateurs LM323 (**5V**), LM338 (**16V** réglable) pour les débits supérieurs à 1A et type 78xx pour les autres

Différences par rapport au **boîtier alimentation**, ou caractéristiques propres au bloc-alim :

- un transformateur principal de **80VA** type torique comportant 2 enroulements secondaires de **9V / 4,44A** ; le premier enroulement produisant le **5V** et le second élaborant l'alimentation du ventilateur interne à 2 vitesses ; le **18V** (obtenu par la mise en série des 2 redresseurs) étant utilisé pour la traction **16V** réglable et pour la tension **12V**
- un transformateur classique de **16VA** avec 2 enroulements de **9V** ; l'un, dont le redressement mis en série avec le **18V** (*voir ci-dessus*), élaborant le **24V**, l'autre produisant une tension **9V** isolée pour l'alimentation du voltmètre digital et d'un 2ème ventilateur ajouté dans le **rack JAO**.
- la sortie **15V~** non réglable (mais réglage possible sur la carte **générateur -VR / 12V~ réglable**) (*voir page 22 ► générateur -VR / 12V~ réglable*)
- un **connecteur bleu 10** additionnel (avec la tension **9V** isolée et les tensions déjà présentes sur le **connecteur bleu 16**) pour des tests tout en laissant le **connecteur bleu 16** connecté à l'intérieur du **rack JAO**
- absence de douilles (pour branchement de fiches bananes) car reportées sur un **adaptateur connecteur bleu 10 / douilles**, connectable sur le **connecteur bleu 10** (*voir ci-dessus*)
- une LED **bleue** (éclairée présence entrée secteur **230V~**), 4 LED **vertes** (éclairées présence des tensions de sortie) et un ampèremètre sur le dessus (tous visibles au travers du couvercle transparent du **rack JAO**)

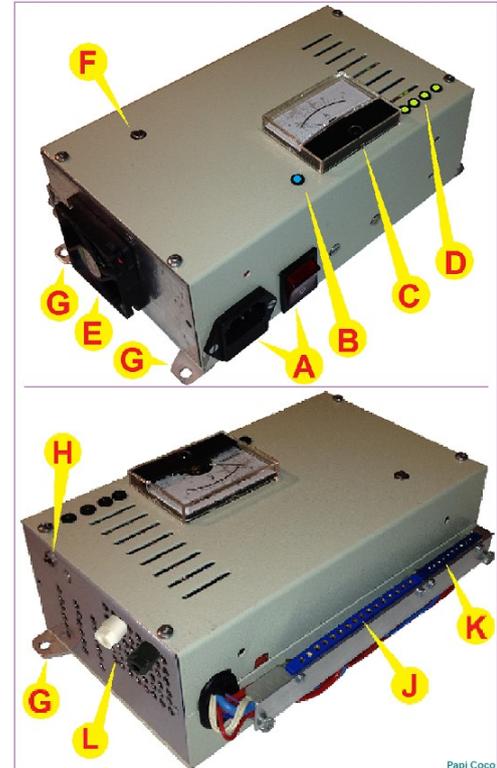
Précisions sur le schéma du **bloc-alim** ainsi que quelques précautions pour son utilisation :

- la zone du schéma sur **fond vert** était une platine construite autour des gros radiateurs des régulateurs, la zone sur **fond jaune** était une petite platine déportée mais reliée à la précédente
- le démontage et le remontage devait être fait avec grande précaution : avant d'écarter le capot du châssis, débranchement des connecteurs reliant les 2 parties ; observation des connecteurs pour les replacer de manière identique au remontage ; repositionnement des morceaux de plastique pour l'isolement entre certains composants trop proches, sans pincer des fils
- manipulation du **bloc-alim** toujours à plat
- ouverture après un choc important, pour vérifier l'intégrité de l'intérieur
- en cas d'utilisation du **boîtier alimentation** externe ou de déplacement du **bloc-alim** à l'extérieur (panne du **bloc-alim**, intervention sur le **générateur -VR / 12V~ réglable...**), le raccorder avec la rallonge **connecteur bleu 16** male/femelle par l'orifice de la prise secteur devenu béant après enlèvement du **bloc-alim** ; pour alimenter le voltmètre du **rack JAO** par l'alimentation **9V** du **bloc-alim**, utiliser en plus la rallonge type **connecteur bleu 10** dont 3 bornes seulement sont utilisées (**+9V, -9V, vent.rack**) ou utiliser le raccord spécifique pour l'alimenter par une pile **9V** (*voir lorry équipements ► outils de test et ► outils divers*) ou alors utiliser une alimentation extérieure (*voir page 18 bloc-secteur 9V*).
- si le **bloc-alim** était utilisé à fort débit à l'extérieur du **rack JAO**, par exemple, lors d'un essai en débit maximum sur les résistances du banc de charge (*voir lorry équipements ► outils de test*) selon les valeurs des courants dans le tableau précédent, il se produisait un échauffement très important de sa face avant (malgré la présence du ventilateur sur son côté gauche), en conséquence, un autre ventilateur avait été installé dans le **rack JAO** pour refroidir la face avant du **bloc-alim** par dessous.

- en cas de fonctionnement du **bloc-alim** capot ouvert, il fallait prendre garde à la présence de la tension **230V~** (donc, mettre en œuvre les mesures de sécurité adéquates), notamment au niveau de l'interface LED secteur (petit kit du commerçant permettant d'éclairer la LED **bleue** directement par le secteur, sans transformateur d'isolement)
- en plus de l'isolation thermique, les 3 entretoises isolantes permettaient un isolement électrique entre la carcasse du **bloc-alim** (toujours reliée à la terre via l'entrée secteur) et la carcasse du **rack JAO** ; pour une meilleure sécurité, un strap amovible (à l'intérieur du **bloc-alim**, près du **connecteur bleu 16**) avait effectivement été mis en place pour relier les 2 carcasses à la terre. Cette protection était accentuée par la présence de l'**interrupteur différentiel 10mA** dans le **boîtier auxiliaire** (*voir lorry équipements ► auxiliaires*).

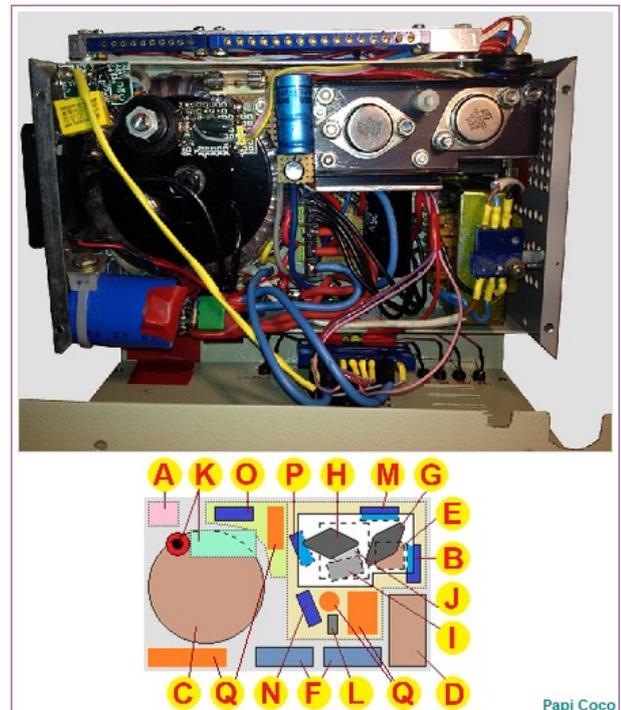
Ci-contre, vues avant et arrière du **bloc-alim** (2015) :

- A** prise d'entrée secteur IEC avec fusible intégré et inter/voiant rouge arrêt/marche
- B** LED secteur **bleue** présence **230V~** en amont de l'inter
- C** ampèremètre **5A** sur le **0V** commun aux alimentations **5V, 12V, 16V** et **24V**
- D** LED vertes de présence tension
- E** ventilateur à 2 vitesses
- F** potentiomètre d'ajustage du **16V** traction (entre **14** et **18V**)
- G** 3 pattes pour fixation à l'intérieur du **rack JAO**
- H** sélecteur vitesse du ventilateur lent/rapide
- J** connecteurs **bleu 16** sorties **5V, 12V, 16V, 24V, 15V~**
- K** connecteur **bleu 10** en plus des sorties **5V, 12V, 16V** et **24V** pour test, sorties **+9V, -9V** pour ventilateur et alimentation du voltmètre du **rack JAO**
- L** prise **230V~** auxiliaire, pouvant servir pour brancher le **bloc-secteur 9V** (*voir ci-dessous et page suivante*) ou une autre alimentation sans prise de terre et ne consommant au maximum que **100mA**



Ci-contre, en dessous, vue intérieure du **bloc-alim** capot ouvert (2015) et schéma d'implantation des principaux composants (avant ajout de la prise auxiliaire **230V~** sur le côté droit) :

- A** interface pour Led secteur
- B** fusible entrée secteur (**100mA**) spécifique au primaire du transformateur produisant le **15V~**
- C** transformateur torique **2 x 9V 80VA** (**5V** électronique, **16V** traction, **12V** et **24V** auxiliaires)
- D** transformateur **2 x 9V 16VA** (**24V** auxiliaire, **9V** voltmètre et ventilateur)
- E** transformateur **2 x 15V 2,5VA** (générateur -VR / **12V** réglable)
- F** 2 ponts redresseurs de puissance (secondaires du transformateur torique)
- G** régulateur (boîtier T03) **LM323** (**5V** électronique) sur radiateur supérieur
- H** régulateur (boîtier T03) **7812** (**12V** auxiliaire) sur radiateur supérieur
- I** régulateur **7824** (**24V** auxiliaire) sous le radiateur supérieur
- J** régulateur (boîtier T03) **LM338** (**16V** traction réglable) sur radiateur inférieur
- K** platine et potentiomètre de réglage traction entre **14** et **18V**
- L** régulateur **7809** (**9V** voltmètre)
- M** fusible sortie **5V** (**2A**)
- N** fusible sortie **12V** (**1,25A**)
- O** fusible sortie **24V** (**1A**)
- P** fusible sortie **16V** traction (**3,15A**)
- Q** condensateurs de forte valeur



Ci-contre, schéma du **bloc-secteur 9V** optionnel ; en cas de besoin, par exemple, pour alimenter le voltmètre en façade du **rack JAO**, mais pas le système de motorisation **DLYmoteur**

n°88 **bloc-secteur 9V** 02/10/20

**attention :**

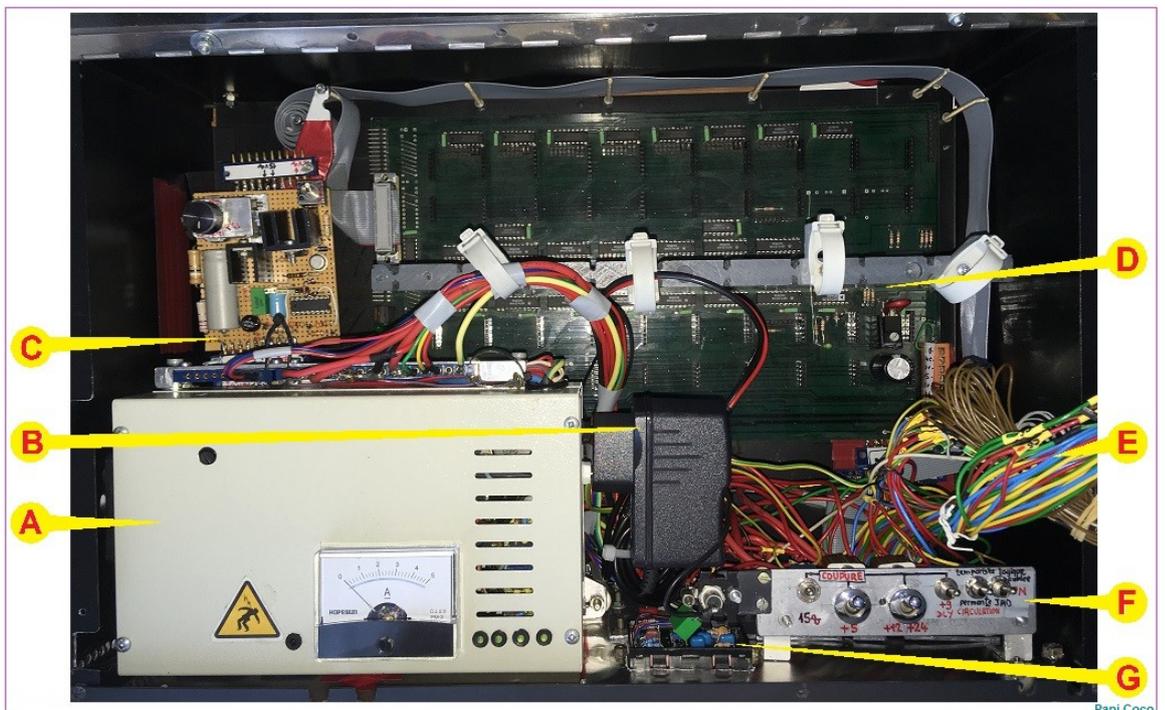
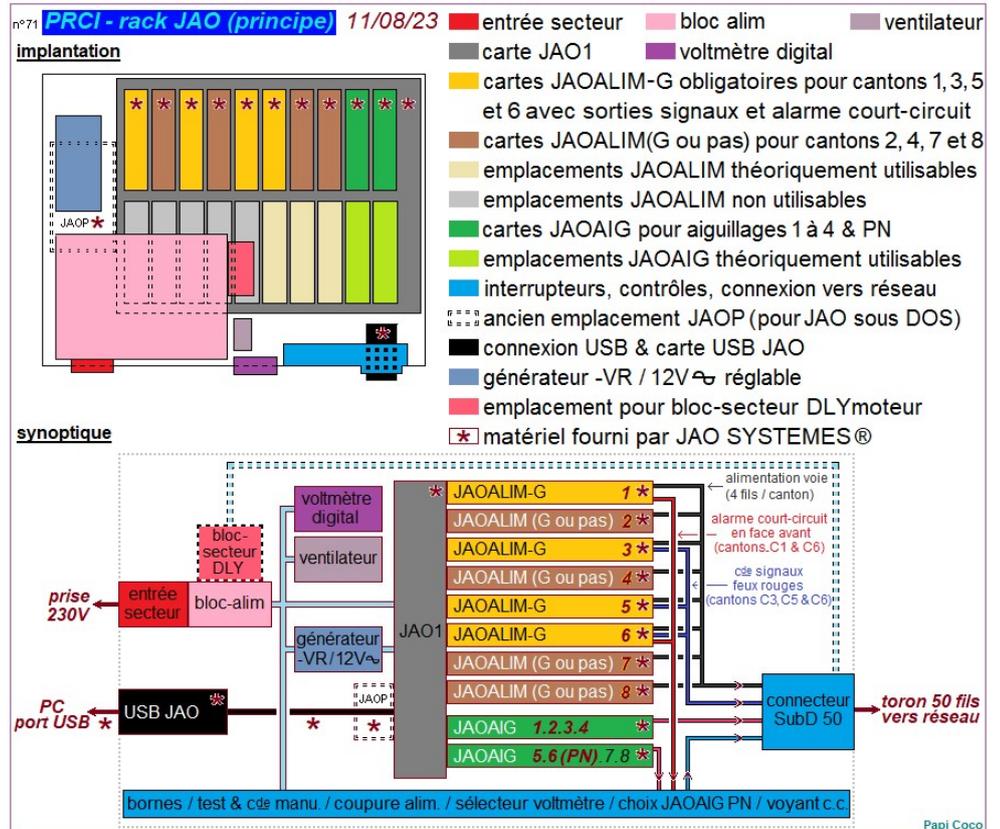
- présence de tension 230V
- absence de fusible à l'intérieur
- à brancher sur la prise 230V auxiliaire fusiblée du boîtier alimentation ou du bloc-alim
- à brancher et à débrancher que si le boîtier alimentation ou le bloc-alim est hors tension

Papi Coco

## ► rack JAO

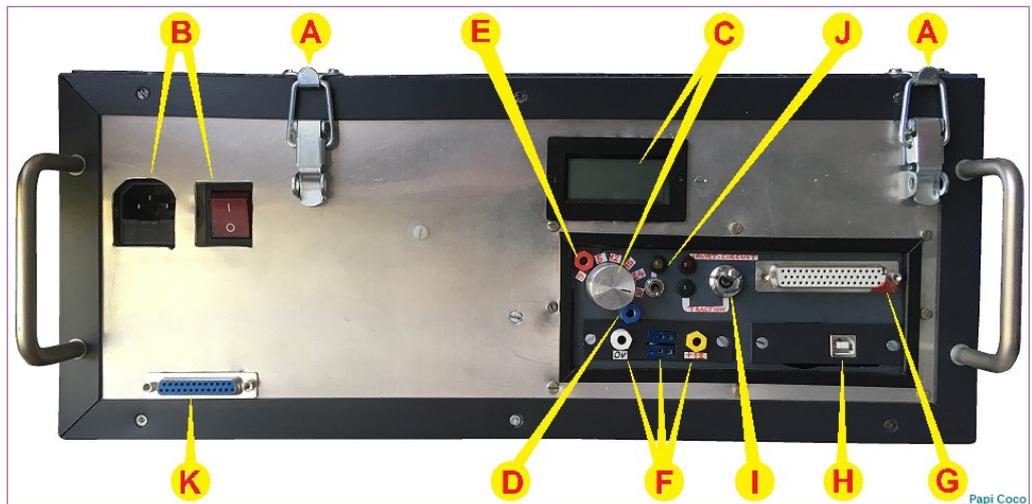
La société JAO SYSTEMES® ne proposait pas de coffret pour installer les cartes électroniques, mais seulement un guide vertical fourni avec la carte mère **JAO1**, pour maintenir les cartes satellites enfichées verticalement. En **2004**, j'avais donc décidé de construire un **rack JAO** digne de ce nom. Il s'agissait d'un coffret réalisé à partir d'un rack « standard 19 pouces » dans sa hauteur « 4 unités ». J'avais réussi à trouver ce type de rack (entièrement métallique), en kit, dans un magasin de composants électroniques spécialisé en sonorisation et jeux de lumières.

### Ci-contre, implantation et synoptique du rack JAO



**Intérieur du rack JAO vu de dessus (01/09/18), les cartes JAOALIM et JAOAIG étant absentes, mais, à cette époque, le bloc-secteur 9V alimentant de système de motorisation DLYmoteur était en place pour des essais :**

- A** bloc-alim
- B** bloc-secteur 9V fourni avec le système DLYmoteur, différent de celui construit par mes soins (voir page précédente)
- C** générateur -VR / 12V~ réglable
- D** carte JAO1 vide (sans les cartes JAOALIM et JAOAIG)
- E** torons de câblage interne en attente de branchement sur les cartes JAOALIM et JAOAIG
- F** platines avec plusieurs interrupteurs : coupures alimentations, choix du type de commande du **PN**...
- G** voltmètre digital avec commutateur



Après plusieurs modifications, la description ci-dessous ne reprend que la dernière évolution du rack JAO au moment de l'abandon du réseau PR :

- au-dessus, 2 fermoirs **A** pour maintenir fermé le capot supérieur transparent
- sur la gauche, 2 ouvertures dans la face avant **B** pour permettre l'accès à la prise secteur et à l'interrupteur du **bloc-alim** installé derrière la tôle
- un voltmètre digital, avec sélecteur rotatif **C** à 6 positions, pour lire les tensions d'alimentations issues du **bloc-alim** (**5V**, **12V**, **16V** réglable et **24V**), la tension de sortie du **générateur -VR / 12V~ réglable** et une mesure extérieure (devant être positive et référencée par rapport au **0V** des autres alimentations du **bloc-alim**) à brancher sur la douille **E**
- la tension de sortie du **générateur -VR / 12V~ réglable** était aussi présente sur une douille pour fiche banane **D**, pour contrôler les dents de scie par un moyen extérieur, par exemple, un oscilloscope
- sur le plastron **F** (masquant un ancien trou pour un connecteur SubD37) se trouvaient :
  - pour divers tests, 2 douilles pour fiches banane l'une **jaune** avec la tension **12V**, l'autre **blanche** avec le potentiel **0V** (cette dernière pouvant servir de référence pour la mesure d'une tension extérieure branchée sur la douille de mesure extérieure **E**, ou pour la référence d'un moyen de mesures extérieur comme un multimètre ou un oscilloscope)
  - entre ces 2 douilles, un connecteur à 4 bornes (constitué de 2 petits morceaux de **connecteur bleu 10**) pour le branchement d'un éventuel accessoire extérieur associé à une hypothétique **interface rack JAO**
- la prise SubD50 femelle **G** permettait le raccordement du rack JAO sur le réseau **PR** (alimentation des cantons, des aiguillages...) au moyen du **toron rack / réseau** (50 fils) complété éventuellement par la **rallonge SubD50** et par la **platine de test SubD50** ([voir lorry équipements](#) ► **toron et** ► **outils de test**) ; dans le coin inférieur droit du connecteur SubD50, le marquage **rouge** repérait la borne **34**
- un autre plastron (à l'emplacement du 2ème connecteur SubD50 qui avait été prévu pour le 2ème toron nécessaire pour l'ancien projet **PRCI MAXI**) avait finalement été utilisé pour cacher la carte **USB JAO**, fixée juste derrière, avec sa prise USB **H** (pour liaison avec l'ordinateur PC) affleurant la façade
- l'interrupteur général traction **I**, faisait office d'arrêt d'urgence du trafic, avec, à sa gauche, la LED **verte** de présence tension (éteinte si l'interrupteur était ouvert, vers le haut) et LED **rouge clignotante** prévue pour signaler un court-circuit détecté par l'une quelconque des cartes **JAOALIM**, mais cette fonctionnalité, après des essais infructueux d'une interface, n'était toujours pas mise en œuvre au moment de l'abandon du réseau **PR**
- interrupteur éclairage de nuit de **J** (coupure 0Ve) avec LED **jaune** de présence tension
- prise SubD25 **K** pour une éventuelle extension, n'ayant jamais été câblée

Les dimensions du rack JAO permettaient de contenir l'assemblage des cartes JAO nécessaires pour le pilotage du réseau **PR**. Il aurait pu même en contenir suffisamment pour assurer le pilotage de **PRCI MAXI** qui avait été projeté à une époque antérieure. Le volume intérieur du rack JAO permettait ainsi d'y loger l'attelage, posée à plat, constitué par la carte **JAOP** (devenu par la suite inutile avec **JAO 2013**) à la suite de laquelle était embrochée la carte mère **JA01**. Tout ceci occupait presque toute la surface et la hauteur de « 4 unités » était parfaitement adaptée pour ménager l'espace recevant la connectique supérieure des cartes **JAOALIM** et **JAOAIG** disposées verticalement.

J'avais apporté 2 modifications par rapport à sa conception originale en remplaçant 2 de ses tôles :

- la face frontale, par une tôle d'aluminium (plus mince donc plus facile à travailler) et raccourcie en supprimant les débordements prévus pour fixation éventuelle sur un châssis
- la face supérieure, par une plaque de plexiglas transparente (facilitant la visualisation de l'ampèremètre et des voyants, disposés sur le **bloc-alim** et sur les cartes **JAOALIM** et **JAOAIG**), montée sur charnière pour un accès aisé à l'intérieur

Certaines caractéristiques ne sont pas visibles :

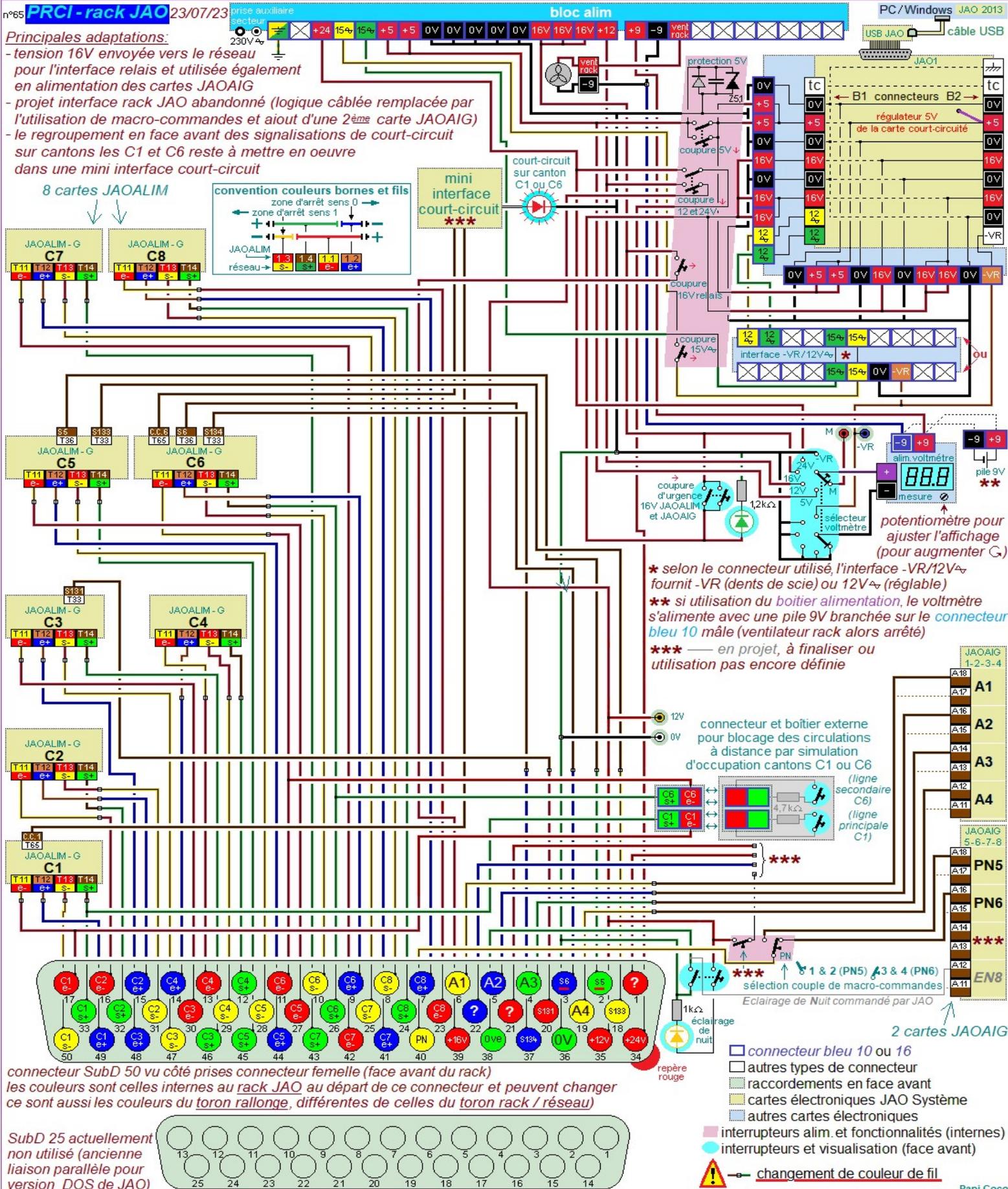
- la tôle de côté gauche avait une série de trous faisant face au ventilateur du **bloc-alim**
- la tôle arrière avait une découpe permet l'entrée d'air (c'était l'ancien emplacement du connecteur bleu 16 qui avait servi pour branchement du **boîtier alimentation** à l'époque du fonctionnement avec **PRCI MINI**)

La réalisation de certains travaux projetés n'avaient jamais été mené à leur terme :

- création d'une carte électronique **interface rack JAO**, logée dans un emplacement **JAOALIM** libre sur la carte mère **JAO1** (dont les connecteurs auraient servi à la fois pour la maintenir verticale et pour bénéficier de la connectique d'alimentation), prévue pour contenir la logique câblée pour la commande des signaux et du passage à niveau, au cas où la mise en œuvre de **macro-commandes** (*voir lorry* **PRCI "logiciel" / PRCI - modélisation JAO**) se serait avérée très difficile à mettre au point ; elle aurait pu aussi comporter les circuits élaborant la signalisation (prévue en face avant du **rack JAO** et associée à une alerte sonore) en cas de détection de court-circuit sur les cantons **C1** et **C6** (présence des aiguillages propices aux déraillement)
- remplacement du câble 25 fils fourni avec la carte **USB JAO** (liaison vers la carte mère **JAO1**), par un modèle plus court (à fabriquer soi-même) et avec des connecteurs moins volumineux, donc mieux logeable

Quelque modifications notables avaient tout de même pu être menées à bien :

- fabrication, réglage et bon fonctionnement effectif du **générateur -VR / 12V~ réglable** ; cette interface avaient une double fonction en générant, soit une tension en dents de scie **-VR**, soit une tension **12V~** réglable ; elle était implantée dans la zone prévue à l'origine pour la carte **JAOP** ; elle était destinée à fournir une tension de référence (servant à l'élaboration de la tension traction pulsée par les cartes **JAOALIM**) de meilleure qualité que le simple **12V~** redressé (*voir page 22*)
- ajout de 2 **connecteurs bleus 10** soudés sur les borniers à vis **B1** et **B2** de la carte mère **JAO1** pour la rendre plus facilement démontable et améliorer sa connexion par la mise en parallèle de plusieurs bornes
- en concomitance avec la construction du **bloc-alim** :
  - mise en place (côté intérieur de la face avant et côté gauche) de 3 équerres (avec entretoises isolantes) destinées à la fixation du **bloc-alim**
  - création de 2 ouvertures sur la face avant à l'aplomb de la prise d'alimentation **230V~** et de l'interrupteur de mise sous tension
- plusieurs modifications ou adjonctions concernant le câblage et de la connectique interne :
  - ajout d'un **connecteur bleu 16** et un **connecteur bleu 10** raccourci à 3 bornes (pour connexion du **bloc-alim**)
  - ajout d'un autre **connecteur bleu 10** pour connexion du **générateur -VR / 12V~ réglable**
  - reprise du câblage du connecteur SubD50 (après la création de l'**interface relais** implantée sur le réseau **PR**)
  - ajout de 5 interrupteurs pour une mise sous tension sélective des différentes tensions d'alimentation (**15V~**, **5V**, **16V** traction, **16V** relais et **12V / 24V**, position marche, dirigée vers le bord ou vers le bas)
  - ajout de 2 douilles pour fiches bananes en face avant, l'une **bleu** pour le contrôle à l'oscilloscope de la tension **-VR** (notamment de la forme bien pointue de son signal triangulaire) issue du **générateur -VR / 12V~ réglable** et l'autre **rouge** pour entrer une tension externe à mesurer (à référencer par rapport au **0V** commun)
  - en prévision de l'hypothétique **interface rack JAO**, ajout de connecteurs type barrette, d'inverseurs pour la commande du **PN** (dont la fonctionnalité restait à redéfinir) et d'un plastron comportant 2 douilles (**0V blanche** et **12V jaune**) pour test, ainsi qu'un connecteur à 4 broches pour branchement d'un éventuel accessoire extérieur (qui aurait pu être un boîtier filaire pour stopper et redémarrer la circulation sans avoir recours au PC)



**Schéma du câblage général du rack JAO présenté ici dans sa dernière évolution. Toutefois, certaines modifications, envisagées juste avant la décision d'arrêter définitivement les travaux sur le réseau PR, n'avaient pas été entièrement mises en œuvre comme l'hypothétique interface rack JAO envisagée pour créer une alerte visuelle et sonore en cas de court-circuit sur les cantons C1 et C6 et, éventuellement, pour supporter les circuits en logique câblée pour la commande des signaux et du passage à niveau.**

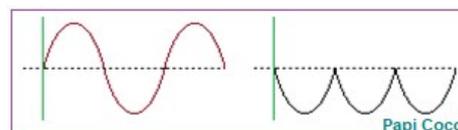
## ► générateur -VR / 12V~ réglable

Le CLUB DES UTILISATEURS DU JAO SYSTEME a été à l'origine du concept d'un générateur de tension triangulaire pour remplacer la tension **12V~**, pourtant suggérée dans les notices éditées par la société JAO SYSTEMES®. Trouvant cette évolution intéressante, j'avais décidé de l'utiliser, tout en l'adaptant à ma façon, en créant un module que j'avais nommé **générateur -VR / 12V~ réglable**.

Tout d'abord, je présente ici quelques considération « électrotechnique ». Telle qu'elles avaient été conçues par la société JAO SYSTEMES®, pour alimenter la voie, les cartes **JAOALIM** fournissaient une **tension pulsée**, ce principe étant très répandue en modélisme ferroviaire pour alimenter les engins moteurs prévus pour fonctionner en **12V** continu afin, surtout, d'obtenir une vitesse de ralenti à la fois plus faible et plus stable. En fait, la tension continue brute était découpée, à **fréquence fixe**, en **créneaux de largeur variable** mais d'**amplitude fixe**, de manière à obtenir un **rapport cyclique variable** avec, quel que soit le réglage, un moteur travaillant toujours avec un **couple maximum**, même à basse vitesse (meilleurs ralenti). La variable réglant la vitesse du moteur était, non pas la variation de la tension continue de l'alimentation, mais la modification, dans la période d'un créneau, de la proportion entre la durée pendant laquelle la tension est soit à **0V**, soit à la valeur de la tension d'alimentation, cette dernière étant, théoriquement **12V** mais, en général, un peu plus pour tenir compte des chutes de tension dans les composants électroniques (dans le cas du **bloc-alim** ou du **boîtier alimentation**, cette tension s'établissait à **16V**).

Si on respectait les spécifications d'installation décrites dans la **Documentation montage matériel** (accessible dans l'aide du logiciel après installation de **JAO 2013**), les cartes **JAOALIM** généraient une tension pulsée à la fréquence de **100Hz**. Cette fréquence était obtenue à partir de la tension secteur **230V~ 50Hz**, d'abord abaissée à **12V~** par un transformateur (non fourni par la société JAO SYSTEME® et à mettre en œuvre soit même). La tension de son secondaire devait être isolée des autres alimentations et être connectée sur les bornes adéquates du connecteur **B1** de la carte mère **JAO1**. Cette tension était redressée en double alternance négative à l'intérieur de la carte mère **JAO1** en prenant l'appellation tension **-VR** (lire *moins VR*), sa polarité positive était alors reliée au **0V** commun aux autres alimentations. Cette tension **-VR** était à la fois utilisée par les cartes canton **JAOALIM** (n°1 à 16, mais 8 suffisaient pour piloter le réseau **PR**) implantées sur la carte mère **JAO1** et envoyée sur le connecteur **B2** pour une connexion éventuelle vers d'autres cartes mères branchées en cascade (jamais achetées et inutiles pour **PR**) en cas d'utilisation de plus de 16 cartes **JAOALIM**.

**Ci-contre, oscillogrammes théoriques : à gauche, tension 12V~ (fréquence 50Hz), entrée connecteur B1, à droite, sortie tension -VR (redressée double alternance négative, fréquence 100Hz) connecteur B2**



Pour parler de façon simpliste, je dirais que l'électronique de la carte **JAOALIM** élaborait les créneaux de tension pulsée en « additionnant » :

- la tension négative **-VR** décrite ci-dessus
- une tension continue positive (nommée **tension de commande**) élaborée dans la carte **JAO1**, correctement adressée en fonction des données de pilotage reçues du logiciel et variable en fonction des réglages propres à chacune (correction) et du pilotage (arrêt, ralenti...).

Le résultat de l'opération permettait d'envoyer la tension vers la voie (via les transistors de puissance des cartes **JAOALIM**) uniquement pendant les laps de temps durant lesquels l'amplitude de la **tension de commande** variable devenait supérieure à l'amplitude de la tension fixe **-VR**. Les créneaux ainsi obtenus pouvaient évoluer entre 2 situations extrêmes, caractérisées par la disparition des créneaux :

- tension nulle, **0V** continu (voie non alimentée, train à l'arrêt)
- tension continue maximum (correspondant à la tension d'alimentation traction produite par le **bloc-alim**, soit entre **12V** et **16V** (*voir ci-dessus*) provoquant la vitesse maximum possible (mais souvent très excessive à ce niveau-là).

La plage de variation de la largeur des créneaux était donc limitée par 2 points de la tension **-VR** :

- le point à partir duquel les créneaux commençaient à apparaître ; lorsque la tension de commande « dépassait » le « pointu » constituant l'angle aigüe entre chaque redressement d'alternance.
- le point où les créneaux s'élargissaient pour devenir une tension continue ; c'est-à-dire lorsque la sinusoïde arrivait à son amplitude maximum, s'aplatissait avant de changer de pente.

Ce 2ème point était plus difficile à maîtriser car il pouvait être impacté par l'« aplatissement » des sommets de la sinusoïde, lui donnant une forme ressemblant plutôt à un trapèze. Cette déformation est courante chez les abonnés en bout de ligne EDF ou qui se situent à proximité d'installations réinjectant d'importants courants harmoniques (alimentations à découpage en grand nombre, variateurs de puissance pour moteur...). En plus de l'« aplatissement », on peut parfois observer à l'oscilloscope des sortes d'encoches sur les fronts montants et descendants de la sinusoïde.

La conséquence était que, plus l'amplitude de la **tension de commande** augmentait (pour se rapprocher du point où l'amplitude de la tension redressée **-VR** s'aplatissait), plus il y avait un risque de variation erratique de la vitesse, la largeur des créneaux de la tension pulsée s'élargissant de plus en plus vite et de manière de plus en plus instable.

Pour éradiquer le risque d'instabilité de la tension **-VR**, j'avais admis qu'il existait 3 actions d'amélioration possibles :

- remplacer la tension redressée issue d'un transformateur alimenté par le secteur EDF (donc soumise à des variations aléatoires), par une tension produite de toute pièce par un générateur électronique sinusoïdal alimenté par une alimentation régulée (meilleure stabilité)
- remplacer la forme sinusoïdale redressée (donc avec la moitié des sommets arrondis) par une forme en dents de scie avec des sommets hauts et bas pointus bien marqués et des fronts montant et descendant linéaires (meilleure progressivité et plus grande plage de réglage)
- augmenter la fréquence de la tension pulsée à **200Hz** (ralenti encore amélioré et moins bruyant qu'à **100Hz**, ces 2 points de vue dépendant essentiellement des caractéristiques des engins de traction et de la perception auditive de chacun)

A ce stade, je précise que le JAO Système fonctionnait bien en se contentant d'appliquer les consignes de sa documentation (un simple transformateur **12V~** branché sur le secteur EDF pour générer la tension **-VR**). D'ailleurs, il y a une vingtaine d'années, à l'époque où le réseau **PRCI MINI** fonctionnait avec le JAO Système, je n'ai jamais été gêné par la problématique décrite ci-dessus. Sans doute le secteur EDF était-il peu perturbé là où j'habitais. De toute façon, je n'avais jamais fait fonctionner mon réseau à l'extérieur de chez moi et je n'avais donc jamais eu la nécessité de reprendre les coefficients de vitesse à cause d'une tension secteur en hausse ou en baisse.

Plusieurs considérations m'avaient décidé à fabriquer et utiliser un tel générateur de dents de scie :

- je souhaitais disposer de la meilleure solution pour la régularité des vitesses de ralenti
- la forme de la sinusoïde du secteur EDF s'était dégradée chez moi
- je voulais que mon réseau soit utilisable ailleurs sans être obligé de reprendre des réglages
- mes compétences en électronique me paraissaient suffisantes pour fabriquer un tel montage
- je disposais d'un oscilloscope
- l'ayant fabriqué moi-même, je serais capable par la suite de le modifier ou de le dépanner
- en cas de difficulté je pourrais compter sur les spécialistes du CLUB DES UTILISATEURS DU JAO SYSTEME à l'origine de ce concept

Il s'agissait d'une carte électronique nommée **générateur -VR / 12V~ réglable**, à ajouter extérieurement à la carte mère **JAO1**. Cette carte n'était pas produite par la société JAO SYSTEME® ; mais le CLUB DES UTILISATEURS DU JAO SYSTEME en avait mis au point 2 variantes à l'intention de ses membres :

- l'une à base d'un circuit intégré classique NE555 dans un schéma relativement simple mais nécessitant des diodes à courant constant à priori introuvable en magasin ou sur internet ; un montage avec remplacement de ces diodes spéciales par des diodes classiques ne convenait pas car la pente des dents de scie n'était pas droite et on retrouvait des caractéristiques de fonctionnement semblables à celles du mode classique avec utilisation de la tension **12V~**
- l'autre est basée sur un circuit intégré XR2206 conçu spécifiquement pour une utilisation en générateur de fréquence (plusieurs schémas visibles sur internet), délicat à mettre en œuvre et, à priori, difficile à se procurer car il ne serait plus fabriqué depuis longtemps.

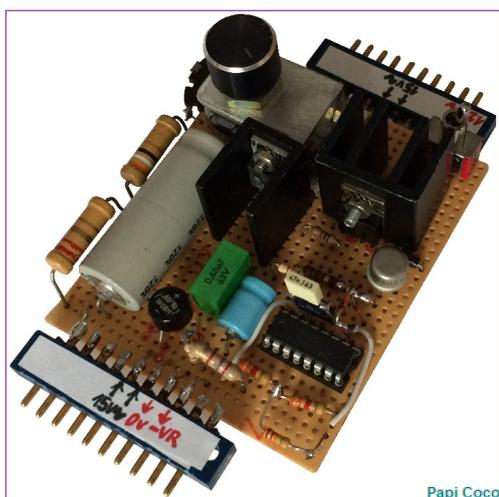
J'avais choisi cette deuxième variante car j'avais eu la chance de trouver des XR2206 dans le magasin AG ELECTRONIQUE de Lyon. Avant sa fermeture, le magasin SELECTRONIC de Lille l'avait aussi proposé. Je constate que, comme pour le modélisme ferroviaire, les magasins de composants électroniques ayants pignon sur rue, deviennent rare et j'ignore ce que valent des propositions commerciales visibles sur internet.

Par rapport au schéma initial, j'avais apporté quelques petites modifications personnelles en fonction, à la fois des composants en ma possession, de documents trouvés sur internet et des spécificités du réseau **PR**. Ainsi, ma carte **générateur -VR / 12V~ réglable** ne répondait pas à un cahier des charges aussi sévère que celui défini par le CLUB DES UTILISATEURS DU JAO SYSTEME. Ce dernier exigeait que cette carte soit suffisamment puissante pour alimenter le nombre de cartes **JAOALIM** maximum permis par le JAO Système (soit 128) et qu'elle puisse être alimentée par le même transformateur **12V~** préconisé dans la documentation du JAO Système pour fournir la tension **-VR** redressée négativement.

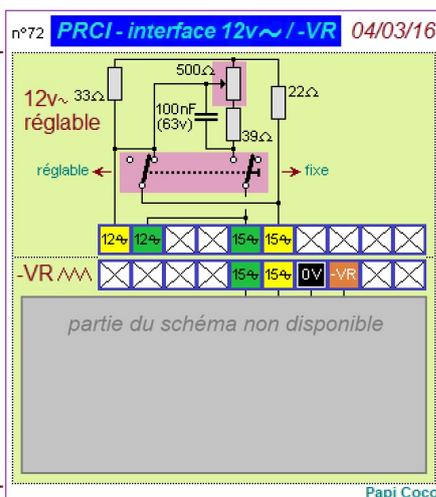
Mon **générateur -VR / 12V~ réglable**, tel que je l'avais adapté, nécessitait une alimentation **15V** régulée. J'avais donc remplacé, dans le **bloc-alim**, le transformateur **12V** d'origine, par un **15V 2,5VA**. L'exiguïté du **bloc-alim** m'avait empêché de loger un transformateur plus puissant. Mes essais avaient montré que cette puissance était suffisante pour alimenter les 8 cartes **JAOALIM** prévues pour le réseau **PR**, sans déformation des dents de scie. Le branchement sur la carte mère **JAO1** était conforme au schéma d'origine : l'entrée prévue pour la tension **12V~** sur le bornier **B1** n'était plus utilisée et la sortie dents de scie du **générateur -VR / 12V~ réglable** était branchée sur le connecteur **B2** (bornes prévues pour la sortie **-VR** vers une éventuelle extension).

Par la suite, j'avais construit un deuxième **générateur -VR** (même connecteur, schéma quasi identique, mais sans la partie **12V~ réglable**) initialement pour être utilisé avec l'éphémère commande en logique câblée **PRCA**, tout en étant compatible avec **PRCI**. Après l'abandon de **PRCA**, je l'avais conservé pour être utilisé en cas de panne du **générateur -VR / 12V~ réglable** du rack **JAO**.

Le **générateur -VR / 12V~ réglable** disposait de 2 **connecteurs bleus 10** situés sur des côtés opposés et affectés chacun à l'une des 2 fonctionnalités, le choix se faisait en pivotant la carte pour la connecter, avec le connecteur approprié, vers les borniers **B1** ou **B2** de la carte **JAO1**. Il n'y avait pas de risque d'erreur de branchement car, sur ces 2 **connecteurs bleus 10**, les bornes de sorties n'étaient pas positionnées au même endroit pour les 2 fonctionnalités.



Papi Coco



Papi Coco



Papi Coco

→ **A gauche**, le **générateur -VR / 12V~ réglable** du rack **JAO**, avec les 2 **connecteurs bleus 10**, en bas, celui à brancher pour fonctionnement en **générateur -VR**, en haut, celui à brancher pour fonctionner en **12V~ réglable** avec l'inverseur fixe / réglable et son potentiomètre de réglage.

→ **A droite** le **générateur -VR de secours** (ex **PRCA**)

→ **Au milieu** le **schéma partiel** ne faisant apparaître que la partie **12V~ réglable**, n'étant pas l'auteur de la partie **-VR**

Pour construire ma carte, je n'avais pas utilisé les composants les mieux appropriés. Par exemple : un montage de 2 transistors séparés montés en Darlington remplaçait un transistor Darlington unique, une diode zéner était remplacée par des diodes en série, des résistances et des condensateurs étaient montés en série ou en parallèle pour obtenir la « bonne valeur ». En fait, mis à part l'XR2206, je n'avais utilisé que des composants que j'avais déjà sous la main.

En testant mes deux XR2206, j'avais constaté que l'un donnait un résultat plus stable que l'autre. Cette instabilité pouvait provenir de la qualité des composants mais aussi de l'emploi d'une alimentation unique **15V**. Une alimentation symétrique (par exemple **2 x 7,5V** au lieu de **15V**), avec câblage adéquat du point zéro aurait probablement amélioré la stabilité mais cela aurait remis en cause la conception du **bloc-alim**. De toutes façons, lors des premiers essais avec le JAO Système équipé du **générateur -VR / 12V~ réglable** (avec le **réseau test** et les fonctionnalités du logiciel **JAO 2013 Préparer ou tester le matériel** du menu **Sélection réseau**), je n'avais pas constaté de fluctuations de vitesse anormale.

Après ces essais réussis, puis plusieurs séances satisfaisantes de pilotage avec 5 convois en circulation circulation, j'avais validé l'utilisation permanente du mode **générateur -VR** à la place du mode **12V~ réglable**.

*Dans le tableau des caractéristiques ci-contre, les fonctionnalités 12V~ réglable, absentes du générateur -VR de secours, sont grisées*

En dessous, 2 oscillogrammes :

→ à gauche, forme de la tension secteur constatée parfois chez moi, amplitude correcte (231V) mais forme perturbée (plus trapézoïdale que sinusoïdale)

→ à droite, formes superposées des tensions de sortie selon les 2 modes de fonctionnement :

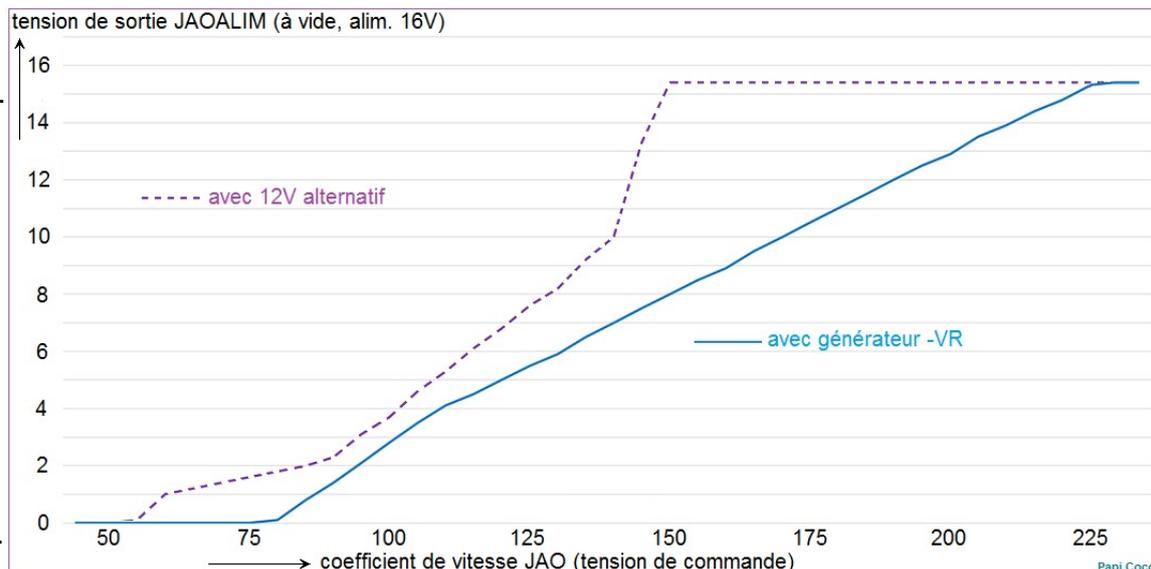
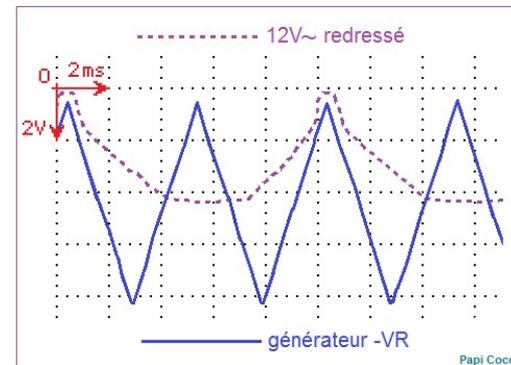
— en mode **générateur -VR**, la durée totale de la période de la dent de scie est exploitable (5ms / fréquence 200Hz)

--- en mode **12V~ réglable**, tension redressée négativement en double alternance présentant, dans sa partie supérieure proche du 0V, un "faux pointu" avec un "plat" durant environ 800µs (néfaste pour obtenir la tension minimum alimentant un engin moteur devant resté immobile, surtout avec une alimentation tension traction élevée et un engin moteur ayant un excellent ralenti) et, dans sa partie inférieure, un arrondi aplati réduisant la plage de progressivité dans les vitesses rapides ; donc plage exploitable limitée à 5,7ms sur la période de 10ms (fréquence 100Hz) ;

Mais cette situation n'était pas rédhibitoire, peu d'engins moteurs démarrant

à moins de 1,5V et la vitesse étant souvent déjà trop rapide à 10V. Il suffisait de bien régler les coefficients de vitesse dans le logiciel. Quant à l'amplitude du 12V~ réglable, son réglage pouvait servir en cas de variation de la tension secteur pour ne pas reprendre tous les réglages des coefficients de vitesse.

caractéristiques électriques	<b>générateur -VR / 12V~ réglable</b> et <b>générateur -VR</b> de secours
tension d'alimentation	<b>15V</b> régulée issue du transformateur <b>15V~ 2,5VA</b> du bloc-alim.
tension de sortie	négative en forme de dents de scie (triangle très peu déformée) fréquence <b>200Hz</b> (+/- 1Hz)
amplitude	crête à crête environ <b>7,5V</b> (par rapport au point zéro les pointes sont respectivement à <b>-0,5V</b> et <b>-8V</b> )
débit	testé à <b>100mA</b> sans déformation (au moyen d'un outil de test équipé d'une résistance de 47Ω)
fonctionnalités d'utilisation selon choix du connecteur bleu 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>soit <b>générateur -VR</b> en dents de scie tel que décrit ci-dessus (fonctionnement normal)</li> <li>soit <b>12V~ réglable</b> conformément au fonctionnalités d'origine du JAO Système (fonctionnement en cas de défaillance de la partie <b>générateur -VR</b>) avec un inverseur fixe / réglable (potentiomètre permettant d'abaisser la tension de <b>15V~</b> aux environs de <b>12V~</b>)</li> </ul>



Ci-dessus, comparatif des courbes de la valeur de la tension pulsée en sortie de la carte JAOALIM en fonction du coefficient de vitesse (donc de la tension de commande) imposé, et selon les 2 modes possibles : en mode **générateur -VR** — la courbe est plus linéaire et la plage de réglage plus étendue qu'en mode **12V~ réglable** ---

Nota : La valeur efficace de la tension dépendait :

- du **rapport cyclique** des créneaux (en fonction de la **tension de commande** donnée par le logiciel **JAO 2013** via la carte **JAO1**, déterminant lui-même le **coefficient de vitesse** appliqué)
- de la valeur de la tension d'alimentation traction à l'entrée de la carte **JAOALIM**
- du niveau de débit en sortie (chute de tension à prévoir selon l'importance du débit)
- de la dispersion dans la valeur des composants des cartes **JAOALIM** (compensable avec le logiciel **JAO 2013** par le réglage **Corrections cartes** dans le menu **Description**)
- de l'ajustage de la valeur des composants constituant le **générateur -VR**

## PRCI - environnement

### ► ordinateurs

L'appareil obligatoire à proximité du réseau **PR** fonctionnant grâce au JAO Système était évidemment l'ordinateur de type PC. Dans mon parcours JAOistique, J'avais acquis mon premier ordinateur en 1990, d'abord pour m'aider à me familiariser plus vite au chamboulement qui venait d'intervenir dans mon entreprise. En effet, dans mon activité, désormais, tous les commerciaux et techniciens intervenant en clientèle se retrouvait doté d'un ordinateur dont il fallait le plus vite possible maîtriser l'utilisation.

Ainsi, l'ordinateur personnel à la maison m'avait permis de compléter la formation reçue en entreprise. D'ailleurs, à la maison, je n'avais pas été le seul à en profiter, femme et enfants ayant vite trouvé de bonnes raisons pour l'utiliser, en particulier avec l'expansion de l'internet administratif et des jeux.

Après avoir mis le doigt dans l'engrenage, j'avais vite subi le dilemme de la course effrénée entre l'évolution matérielle et l'évolution logicielle. Il fallait donc se tenir à jour pour ne pas buter sur un problème d'incompatibilité entre ces 2 composantes du monde informatique. Le tableau ci-dessous rassemble tous les PC, acquis depuis 1990, sur lesquels j'avais installé le logiciel du JAO Système :

achat / mise au rebut	fabriquant ou assembleur	type	système d'exploitation	logiciel JAO / utilisation	périphérique	connexion internet
1990 / 1996	PC Warehouse	horizontal	DOS & Windows3.1	DOS / simulation	port parallèle disquettes 5,25 et 3,5 pouces	sans
1997 / 2003	Newton PC	tour	Windows 95	DOS / pilotage	port parallèle disquette 3,5 pouces CD	ligne analogique modem externe
2000 / 2015	Toshiba	portable	Windows Millennium	DOS / pilotage	ports parallèle + USB disquette 3,5 pouces CD	ligne analogique modem interne
2004 / 2008	Hewlett- Packard	portable	Windows XP + double boot avec Windows 98	DOS / pilotage (sous Windows 98)	ports parallèle + USB disquette 3,5 pouces DVD	ligne analogique / modem interne puis box
2010 / 2024 *	Hewlett- Packard	tour	Windows 7 puis Windows 10 Pro	<b>JAO 2013</b>	ports USB DVD	ligne ADSL puis fibre box ADSL puis fibre
2014 / ... *	Microsoft	tablette	Windows 8 puis Windows 10 Pro	<b>JAO 2013</b>	port USB	ligne ADSL puis fibre box ADSL puis fibre

**Tableau des ordinateurs que j'avais utilisés pour exploiter le JAO Système. Aujourd'hui (19/11/24) seule la tablette Microsoft est encore utilisable. Je constate qu'au palmarès des modèles qui ont été les plus fiables figurent le portable Toshiba, talonné de près par la tour Hewlett-Packard (le moins fiable ayant été tout de même le portable de cette même marque). Quant aux 2 premiers de la liste (marques a priori disparue), ils n'avaient pas été remplacés à la suite de pannes, mais selon mon souhait de coller aux niveaux techniques du moment.**

**JAO 2013** pouvait, paraît-il, être installé sur un PC non connecté à internet, ce que je n'avais pas fait pour éviter des manipulations lors de la validation de la carte **USB JAO** ou des mises à jour. J'utilisais donc, selon l'époque, l'un ou l'autre des PC dédiés « train » (*voir \* dans le tableau page précédente*) connecté à internet, utilisé aussi pour gérer le site internet (mais aucune tâche administrative).

Dans de cadre de l'utilisation du JAO Système, je n'avais pas essayé la possibilité de commande à distance par un autre PC, tablette ou smartphone via Wifi, réseau et internet bien que cela était, paraît-il, possible avec les outils de **JAO 2013** ou par d'autres moyens, par exemple avec la fonctionnalité **Bureau à distance** de Windows.

En revanche, je ne sais pas si **JAO 2013**, qui ne devrait plus évoluer restera compatible avec les dernières évolutions (Windows 11, ports USB type -C) ; mais, un jour ou l'autre se posera le double problème de la fin du support de Windows 10 et de l'impossibilité de faire évoluer un vieux PC.

Aujourd'hui (29/12/24), parmi les 2 derniers PC ayant fonctionné avec **JAO 2013** (*voir \* dans le tableau page précédente*) (*voir \* dans le tableau ci-dessus*), seul le PC tablette *Microsoft Surface Pro2* datant de 2014 est encore en service tant bien que mal et possède toujours le logiciel. Ce n'était pas l'ordinateur idéal pour faire fonctionner le logiciel **JAO 2013**, d'abord à cause de son unique port USB. Pour une meilleure ergonomie et un meilleurs confort d'utilisation, j'avais créé un coffret dénommé **boîtier PC**, lui-même alimenté par l'intermédiaire d'un autre boîtier dénommé **boîtier auxiliaire** (*voir page suivante*). Pour être moins gêné par la petitesse de son écran de seulement 10 pouces, je l'utilisais en double écran en la connectant, par son Mini Display Port, à l'écran du PC tour HP.

En fait, je l'avais plutôt utilisé comme un PC de secours en cas de problème avec le PC tour HP, mais elle avait été, elle-même, victime de quelques pannes :

- je ne m'en rappelle plus précisément les circonstances (peut-être blocage en cours de mise à jour...), mais je m'étais retrouvé dans le scénario le plus critique de l'« écran bleu » dès la mise en marche (irréversible, quelles que soient les tentatives pour contourner le problème) ; alors que je la croyais « perdue », j'avais eu l'idée de vider complètement la batterie, c'est à dire essais de redémarrage à répétition (jusqu'à l'obtention de l'« écran bleu »), en attendant chaque fois qu'elle s'éteigne toute seule, sans jamais rebrancher l'alimentation secteur ; ensuite, lorsqu'elle n'avait plus voulu s'éclairer, j'avais encore attendu plusieurs mois, puis, un jour, j'avais rebranché l'alimentation secteur et appuyé sur le bouton « marche ». « Bingo! », la tablette redémarrait. Depuis ce jour-là, les mises à jour de Windows se déroulaient correctement et je constatais que **JAO 2013** était toujours opérationnel
- j'avais aussi résolu un problème survenu en 2019 concernant le clavier amovible. A force de lui faire faire une rotation de 360° pour le positionner au dos de la tablette lorsqu'il n'était pas utilisé, les connexions intégrées dans son articulation souple étaient devenues défectueuses. Par chance, pour juguler ce problème, j'avais réussi à racheter un clavier neuf dans un magasin ou, curieusement, il n'y avait de disponible que cet ancien modèle de clavier, non compatible avec la nouvelle gamme Surface de Microsoft, alors déjà commercialisée depuis plusieurs années.
- autre problème plus récent, mais hélas toujours d'actualité, avec le démarrage devenu récalcitrant (parfois de nombreuses actions sur le bouton marche / arrêt sont nécessaires pour obtenir le démarrage.

Aujourd'hui (29/12/24), malgré ces déboires, cet ordinateur reste en service dans la *chambre du train*, en double écran avec l'ancien écran utilisé naguère avec le PC HP

*Ci-contre, le PC Surface Pro2 avec son clavier détachable (2016), vu devant le rack JAO et un boîtier auxiliaire provisoire qui avait été remplacé ensuite par les 2 boîtiers distincts (boîtier PC et boîtier auxiliaire) déjà évoqués ci-dessus (voir aussi page suivante ► auxiliaires)*

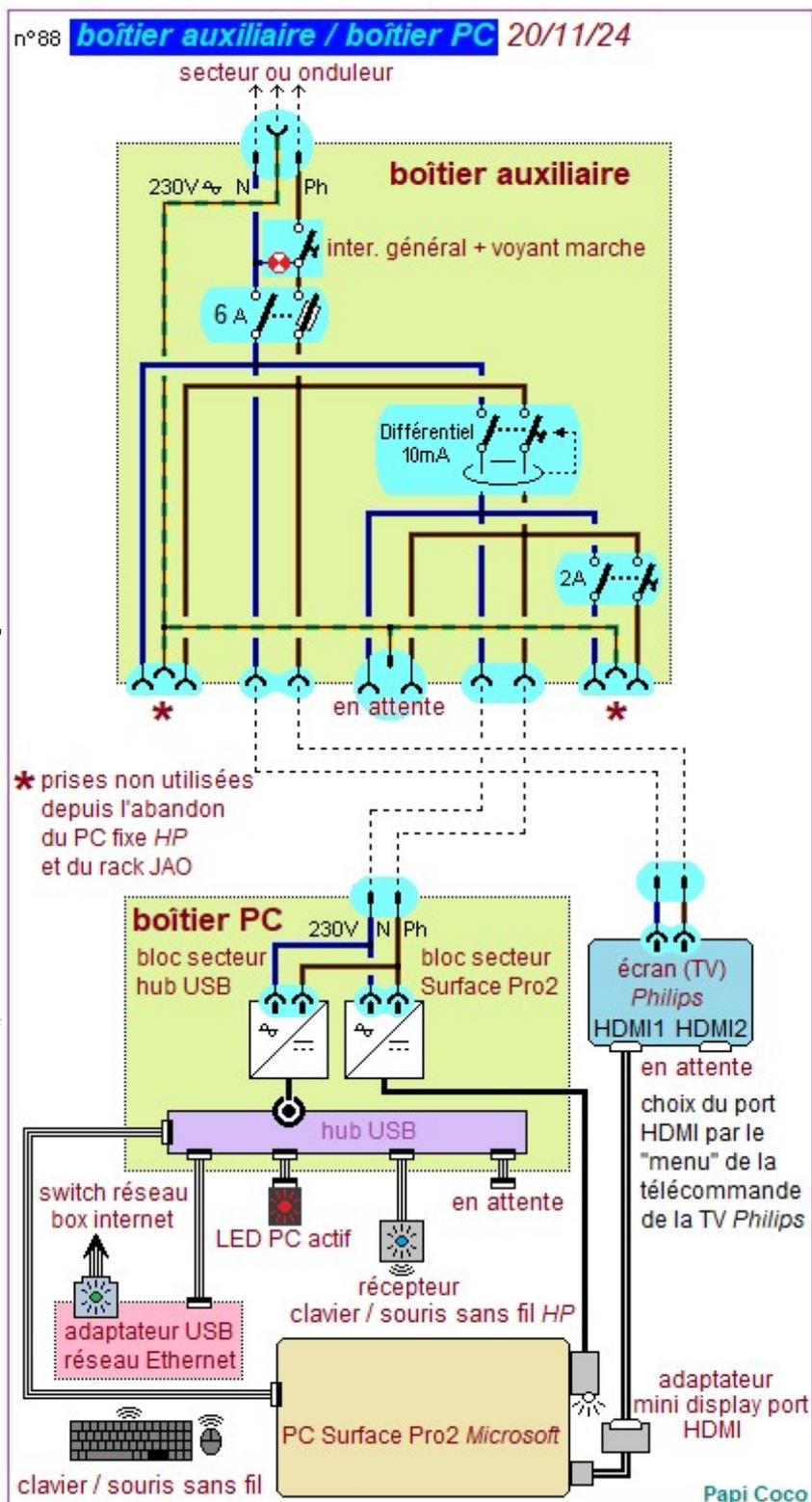


## ► auxiliaires

Quelle que soit la commande utilisée (**PRCM** ou **PRCI**), l'environnement technique était complété par 2 boîtiers complémentaires pour contribuer à la sécurité de l'alimentation électrique **230V~** et à la commodité d'utilisation de l'ordinateur. Malgré l'abandon du réseau **PR**, ces 2 équipements sont toujours en service aujourd'hui (29/12/24) ; leur utilité étant toujours de mise pour alimenter les équipements du nouveau **réseau** même si ceux-ci sont nettement plus modestes. Donc le temps présent reste d'actualité pour les évoquer.

En ce qui concerne les organes de coupure, de protection et de distribution de l'électricité, ils sont rassemblés dans le **boîtier auxiliaire**. Il s'agit d'un mini tableau électrique de type « 4 pas » configuré en « pieuvre » avec 5 câbles de sortie terminés par les prises femelles adéquates. Il est fixé sur le bord gauche de la table de travail de la *chambre du train* ; il contient :

- un interrupteur avec son voyant **rouge**, organe habituel de marche / arrêt général
- un **porte-fusible** avec fusible **6A** (à gauche), pour la protection générale du plateau technique contre les surintensités (courts-circuits accidentels ou surcharges) ; le choix de la valeur de **6A** est, à mon sens, celle qui convenait le plus justement étant donné l'ensemble du matériel à alimenter lorsque le réseau **PR** était présent, mais je ne suis pas arrivé à trouver un disjoncteur calibré à **6A** dans le commerce grand public.
- **interrupteur différentiel 10mA** (et non pas 30mA), pour 3 des 5 prises (une prise sans terre, une prise avec terre, et une prise type IEC), pour la protection des personnes contre les courants de fuite à la terre et les électrisations, pouvant survenir en cas, par exemple, de court-circuit interne entre le **230V~** et la carcasse métallique d'un boîtier. Cette surprotection ne se justifie, à mon avis, que pour les appareils bricolés par moi-même, notamment le **boîtier alimentation** à la carcasse métallique toujours en ma possession bien que non utilisé (*voir page 13*), car ils pourraient présenter un risque plus important que pour des appareils du commerce (quoi que...). Les appareils dont le courant de fuite peut dépasser **10mA** (notamment à la mise sous tension) ne doivent donc pas être branché sur ces prises. Les **interrupteur différentiel 10mA** (devant être mis en série avec une protection classique contre les surintensités) sont très onéreux et ne sont, en général, pas utilisés dans les habitations des particuliers (peut-être sur commande dans les enseignes de bricolage...). Chacun pourra méditer sur l'adage « la sécurité n'a pas de prix »...

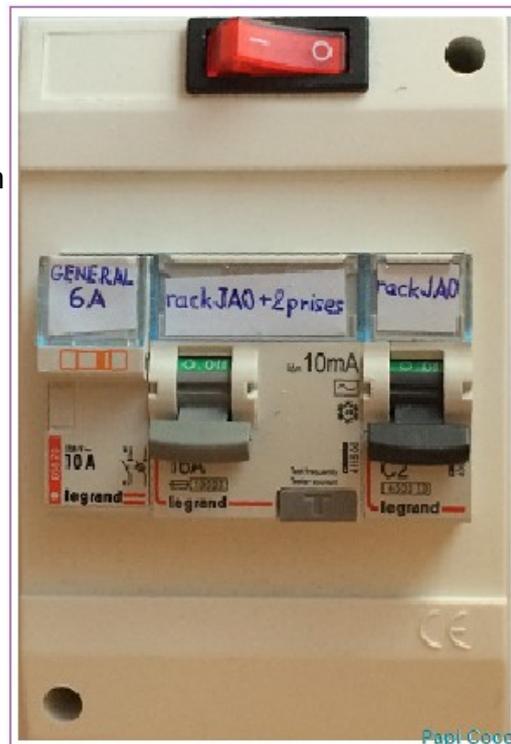


- un **disjoncteur 2A** (plus sensible que les modèles classiques de **10 à 32A**), protection contre les surintensités réservée aux alimentations (par exemple, **alim-test...**) pour renforcer la protection. Disponible dans le commerce grand public, les disjoncteurs **2A** sont habituellement utilisés pour la protection de la ligne pilote des « cumulus ».

L'alimentation du **boîtier auxiliaire** provient de l'onduleur du salon (*voir ci-dessous* ► **onduleur**) ; ce choix de branchement a beaucoup perdu de son intérêt depuis que le PC fixe *HP* (donc sans batterie) n'est plus là.

*Ci-contre, photo de la face avant du boîtier auxiliaire, avec le repérage datant de l'époque où le rack JAO y était encore connecté (08/2023)*

Connecté entre le **boîtier auxiliaire** et l'ordinateur tablette Surface Pro2, le **boîtier PC** renferme les accessoires permettant les branchements et l'utilisation plus facile du PC. Il s'agit d'une boîte noire ayant la même apparence que l'**interface relais** (*voir lorry équipements* ► **interface relais**). il est placé derrière l'écran (TV) Philips. Il contient principalement les blocs secteur du PC et du Hub USB ; sur ce dernier sont branchés :



- Un **adaptateur réseau Ethernet** pour se connecter à internet sans utiliser le Wifi
- une **LED rouge**, alimentée par la tension **5V** présente dans le hub, permettant de s'assurer que le PC est bien à l'arrêt et qu'il n'y a pas de risque de vider complètement sa batterie alors que, croyant l'avoir bien arrêté par la commande Windows (écran éteint) puis coupé l'inter. général, le PC avait continué de travailler « dans le noir »...
- le **récepteur de l'ensemble clavier et souris sans fil** (à l'origine, fourni avec le PC fixe *HP* jeté)
- un éventuel **périphérique** de stockage (clé, disque ou lecteur CD/DVD) (avait aussi été utilisé pour connecter la carte **USB JAO** intégrée dans le **rack JAO**).

### ► **onduleur**

Il y aurait plus de chance de trouver un onduleur, par exemple, à Mini World Lyon ou au Miniatur Wunderland Hamburg (*voir wagon documentations & liens / wagonnet autres doc. & liens / lorry modélisme ferroviaire*) que chez le commun des adeptes de modélisme ferroviaire. Cet adage est évidemment une impression tout à fait personnelle et j'ignore s'il est effectivement vérifié. Toutefois il ne m'est pas applicable, car contrairement à ces installations de réseaux de trains miniatures géants, mon ancien réseau **PR** était un réseau de trains miniatures miniature, mais « ondulé »....

Autrefois réservés aux professionnels, des onduleurs « grand public » sont désormais proposés dans les magasins de multimédia. Dès l'achat de mon premier PC (**1990**) j'ai disposé d'un onduleur (*voir page 6*). Ayant quelques connaissances et expériences dans ce domaine, je me permets de répondre, à ma façon, à ces questions : un onduleur, qu'est-ce que c'est, à quoi ça sert et quel était son intérêt et les précautions à prendre dans l'environnement du JAO Système ?

Tous les équipements électriques de la maison peuvent un jour subir une coupure ou une perturbation du réseau EDF. La cause de l'incident peut être extérieure à l'habitation (orage, intempéries, travaux ou panne sur le réseau EDF, voire grève...) ou intérieure, en cas de disjonction d'un disjoncteur dans le tableau électrique (incident sur un appareil, trop d'appareils branchés sur un même départ...) ou le débranchement intempestif d'une prise de courant.

En général les conséquences d'un tel incident sont limitées sauf si cela dure longtemps (exemple : risque pour le contenu du congélateur...). Le plus souvent il s'agit de brève coupure EDF, parfois à peine perceptible sur les éclairages ; le courant revient tout seul et tout rentre dans l'ordre sans la moindre intervention ni déboire majeur ; d'autant plus qu'aujourd'hui, des appareils sont équipés de pile ou de batterie pour limiter les risques (rاديورéveil, centrale d'alarme, PC portable...).



Lors d'une coupure de courant, il y a tout de même des utilisations qui peuvent subir une gêne plus ou moins tolérable avec, parfois, des conséquences pouvant être importantes en matière de perte de temps, voire perte d'argent :

- la box internet ne fonctionne plus, donc plus d'internet, plus de Wifi, plus de téléphone fixe et plus de télévision connectée, à moins de disposer de smartphone / tablette connecté en 4G/5G
- un ordinateur de bureau brutalement coupé en cours d'utilisation, en plus d'un risque matériel, c'est un gros risque de perdre les données créées ou modifiées et pas encore sauvegardées

L'onduleur permet de remédier à ces problèmes en assurant une continuité de l'alimentation électrique grâce à sa batterie intégrée. Par exemple, on peut sauvegarder un travail avant la fin de l'autonomie batterie. Il peut aussi protéger contre les effets de la foudre (surtension destructrice). Mais je modère ce dernier avis, car j'estime que la protection absolue contre la foudre n'existe pas, surtout si l'impact est très proche et si le puits de terre est éloigné ou de médiocre qualité.

En général, les onduleurs ne sont conçus que pour alimenter du matériel informatique ou électronique, à l'exclusion de tout appareil de forte puissance ou possédant des moteurs (congélateur, radiateur, climatiseur, pompe, machineries diverses) et pour une courte durée (souvent inférieure à l'heure). Pour augmenter la fiabilité et la durée d'autonomie, il faut plusieurs onduleurs redondants et/ou d'énormes batteries et/ou disposer, en amont, d'un groupe électrogène, tout ceci se rencontrant plutôt dans des installations professionnelles sensibles.

L'onduleur est constitué d'une batterie (assurant la réserve d'énergie pour remédier à toute défaillance du secteur EDF, accompagnée d'un chargeur) et d'un convertisseur transformant la tension continue de la batterie en tension alternative pouvant se substituer au **230V~** EDF. Le cœur du système est constitué par des montages à transistors de puissance qui, à la fois, hachent la tension continue et l'aiguillent de manière adéquate pour obtenir une tension de **230V~** environ et cela, même à partir d'une simple batterie **12V** (mais le plus souvent « la » batterie est constituée de plusieurs batteries raccordées en série). Le système est, en général, complété par des condensateurs, selfs, transformateurs qui participent à la production d'une tension ressemblant le plus possible (en valeur et en forme), à la tension EDF. Il est possible que le chargeur de la batterie partage une partie de ses composants avec le convertisseur car ces 2 sous-ensembles ne fonctionnent jamais en même temps (sauf pour des onduleurs sophistiqués), le chargeur n'étant actif que lorsque le secteur est présent et, inversement, le convertisseur ne démarrant qu'en absence secteur.

En marge de tous ces propos, j'ajoute qu'il y a un domaine actuellement très en vogue, qui utilise obligatoirement des onduleurs. Il s'agit des panneaux photovoltaïques pour produire de l'électricité. Pourtant, les informations à ce sujet n'évoquent que très rarement la présence de l'onduleur dans ces systèmes, alors que l'importance des batteries est largement mise en avant. S'il est vrai que les panneaux photovoltaïques et la batterie sont obligatoires pour produire l'énergie électrique, l'emmagasiner dans la journée puis la restituer la nuit, l'onduleur est, quant à lui, indispensable pour convertir la tension continue produite par les panneaux photovoltaïques et stockée dans les batteries, en tension alternative **230V~** utilisable, par exemple, sur des prises de courant classiques. Tout un chacun qui souhaite s'équiper devrait évoquer avec le fournisseur, les durées de vie de la batterie et de l'onduleur, la durée d'autonomie de la batterie en rapport avec la puissance d'utilisation souhaitée, les durées et conditions de la garantie de chacun des éléments du système (panneaux + batteries + onduleur) ainsi que l'entretien courant et les remplacements préventifs (ou correctifs) à prévoir et, donc, le coût de la maintenance à prendre en compte pour la rentabilité de l'opération.

Pour faire fonctionner le réseau **PR** avec le JAO Système, en utilisant le PC tablette Surface Pro2, du fait de la présence de sa batterie intégrée, l'onduleur n'était bénéfique que pour alimenter le **rack JAO**. Il en était tout autrement lorsque j'utilisais le PC fixe **HP** (pas de batterie intégrée) et cette situation « risquée » m'était, évidemment, intolérable et, quoi qu'il en soit, il me fallait disposer d'une protection identique quel que soit le PC utilisé pour, par exemple, être plus serein lorsqu'un orage s'annonce.

De plus, j'ai toujours considéré que, en plus des ordinateurs, la box internet et tout l'environnement qui va avec (décodeur TV, télévision, disque dur externe, téléphone fixe, radio réveil...) devaient aussi être protégés. Ainsi, depuis le séjour, la tension de sortie de l'onduleur (via un mini tableau de distribution au dos de l'onduleur) et le réseau informatique Ethernet (via un switch dans le bureau, évitant le recours aux CPL ou au Wifi) avaient été amenés jusqu'à la *chambre du train*.

Un onduleur pour protéger une si petite installation qui, de surcroît, n'était pas vitale, pouvait être considéré comme du luxe. En effet, la santé des personnes n'y était pas en jeu comme dans le service de soins intensifs d'un hôpital, il n'y avait pas de risque technologique majeur comme dans une usine chimique classée « Seveso » et il n'y avait pas de risque financier important comme dans le data center d'une banque... Mais, par principe personnel, c'était absolument obligatoire, ne serait-ce que pour éviter les railleries de certaines personnes de mon entourage, connaissant bien le contexte, si un jour elles auraient appris que j'aurais subi des dégâts à la suite d'un orage, en n'étant pas « ondulé »....

Le tendon d'Achille de l'onduleur est la fiabilité de sa batterie, donc je la remplace préventivement tous les 4 ans environ. Mon onduleur possède, via son logiciel de contrôle, un test automatique de la batterie (en simulant une brève coupure secteur) ainsi que l'affichage prédictif de la durée d'autonomie en cas de coupure secteur longue. De plus il provoque une alarme dès qu'il détecte une anomalie ou s'il considère que la batterie arrive en fin de durée de vie et qu'elle doit être remplacée.

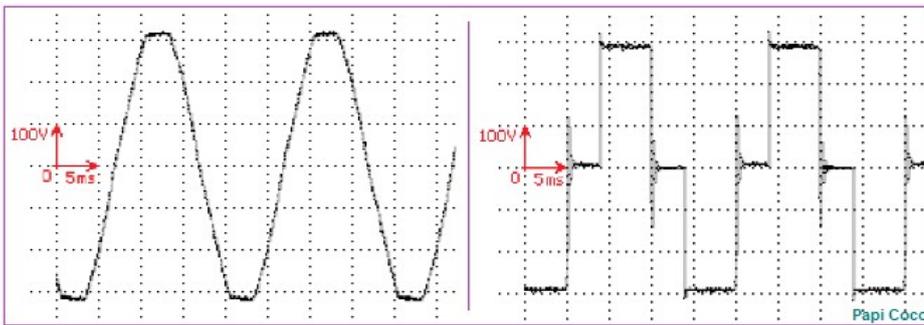
Outre les voyants, afficheur et buzzer, je peux accéder aux réglages et à la visualisation de ces alertes en connectant un PC, muni du logiciel de communication spécifique, via le port USB dont l'onduleur est équipé. Cependant, si un jour, je devais remplacer cet onduleur et si le prix n'est pas prohibitif, j'achèterais plutôt un modèle avec communication informatique (réseau Ethernet ou Wifi) car cela permettrait de m'affranchir de la nécessité de relier, chaque fois que je le juge nécessaire, l'onduleur à un PC particulier, afin de pouvoir assurer sa surveillance permanente à distance.

D'une manière générale, avec le type de fonctionnement (« off line », « line-interactive », « on line »), les caractéristiques à prendre en compte pour l'achat d'un onduleur sont sa puissance nominale et la durée d'autonomie. Le mien est un modèle de **900VA / 540W** avec autonomie de **5mn** à cette puissance maximum. La puissance totale débitée couramment est d'environ **200VA** (fonctionnement simultané télévision + box internet + téléphone + switch réseau + PC), je disposais donc d'une réserve de puissance pour alimenter l'ensemble de la commande du réseau **PR** avec le JAO Système dans la *chambre du train*. Cette réserve de puissance pouvait être utile lors d'éventuel pic de courant, notamment lors de la mise sous tension des transformateurs d'alimentation (**boîtier alimentation** ou **bloc-alim**) (*voir pages 13 et 14*).

La durée d'autonomie de 5mn peut sembler courte mais, par exemple, un jour, lors d'une coupure longue annoncée par EDF, en ayant préventivement débranché toutes les utilisations que je jugeais non prioritaire, en ne laissant donc que la box internet et le téléphone fixe, la batterie a tenu **1 heure**. Mais, en temps normal, à la puissance moyenne habituelle de **200VA**, le logiciel prédit une durée d'autonomie de 20mn, ce qui me semble suffisant pour sauvegarder un travail important en cours.

Si le **rack JAO** était alimenté par le secteur et utilisait la fonctionnalité **12V~ réglable** (et non pas celle **générateur -VR**) (*voir pages 22*), lors d'une coupure de courant, du fait de la présence des condensateurs de forte capacité, les tensions d'alimentations continues (**boîtier alimentation** ou **bloc-alim**) persistait un bref instant après la disparition instantanée du **12V~**. De ce fait, les convois risquaient de faire un bond en avant brutal avant de s'immobiliser, certains pouvant alors s'arrêter à cheval sur 2 cantons ou heurter un butoir ou la queue du convoi qui le précède (avec ou sans déraillement, dans un endroit facilement accessible ou pas...). De plus, au retour du courant, il n'était pas sûr que le logiciel JAO 2013 puisse reprendre le pilotage comme si rien ne s'était passé, en particulier si j'utilisais le PC tour Hewlett-Packard. La présence d'un onduleur permettait d'éviter ce problème.

Toutefois, si un onduleur était présent, un autre facteur entrait en ligne de compte. Il s'agissait de la forme de la tension générée par l'onduleur lorsqu'il fonctionne en autonomie batterie. Pour le fonctionnement correct du JAO Système, avec utilisation de la référence **12V~ réglable**, il était nécessaire que la tension d'alimentation sinusoïdale soit la moins déformée possible. Ce n'était pas le cas des onduleurs « grand public », ou les moins onéreux (type « off line », « standby » ou « line-interactive ») produisant une tension plutôt rectangulaire (genre marche d'escalier) ne comportant ni une forme très pointu ni de segment oblique au voisinage du passage à zéro de la tension alternative (même si certaines appellations commerciales indiquent « pseudo sinusoïdale » ou « sinusoïde approchée »). Cette forme de tension était totalement incompatible avec le redressement négatif effectué sur la carte **JAO1** (*voir ci-dessus générateur -VR / 12V~ réglable*) car il ne pouvait pas y avoir de progressivité dans la vitesse des convois.



Comparatif de la forme des tensions (environ **230V~**), à gauche, oscillogramme de la tension du secteur EDF observée chez moi (sinusoïde rabotée avec sommets pas assez pointus), à droite, oscillogramme de la tension de sortie de mon onduleur en fonctionnant sur batterie (forme type « sinusoïde approchée » en escalier, sommets plats et avec zone plate au passage à **0V**)

Cependant, si au lieu d'utiliser la référence **12V~ réglable**, on utilisait le **générateur -VR**, comme ce dernier était indépendant d'une référence de tension alternative (secteur ou onduleur) et qu'il était alimenté par une tension continue **15V** réglée, l'élaboration de la dent de scie n'était pas impactée par un changement de forme de la tension **230V~**. Donc pour « onduler » à tout prix l'alimentation de l'ensemble de la commande avec JAO Système, il y avait 2 possibilités :

- soit utiliser la référence **12V~ réglable** et un onduleur type « on line » à sortie sinusoïdale, modèle plutôt réservé aux professionnels, très cher et d'autant plus cher qu'ils existent surtout en forte puissance, mais avec l'avantage de ne provoquer absolument aucune microcoupure lors du passage en autonomie batterie
- soit utiliser le **générateur -VR** et un onduleur quelconque (choix que j'avais retenu)