

Tentative de classement des tubes de sortie «lignes»

Claude Frantz

Résumé—Le nombre impressionnant de types de tubes de sortie «lignes» différents, qui ont été mis en circulation au fil des ans, laisse penser, qu'un chaos impressionnant en est l'origine. Cet article tente d'apporter quelque lumière sur ce sujet.

I. INTRODUCTION

COMME toutes les techniques, qui allèrent prendre une place importante dans la vie pratique, la télévision a commencé par des balbutiements, qui prêtent aujourd'hui à sourire. À l'intérieur même de la technique de la télévision, se sont formées des «îles», à propos desquelles ces mêmes considérations s'appliquent à nouveau. Au bout d'un certain temps et après maints détours, la technique utilisée se stabilisa autour de certains principes alors largement acceptés. Il en est ainsi de la technique du balayage «lignes». Après différents efforts pour la construction d'un circuit efficace, bon marché et fiable, la technique a fini par se stabiliser autour du circuit fort connu : Un tube de puissance commute le courant dans une inductance couplée aux bobinages de déflexion. Un circuit de «récupération» amortit l'oscillation libre, qui risquerait de se produire à la coupure du courant, tout en se servant de l'énergie récupérée pour la remettre à la disposition du circuit. La tension d'alimentation de la dernière anode du tube à faisceaux cathodiques, se fait aussi par prélèvement de la puissance nécessaire sur ce même circuit. Ainsi, le problème de l'isolement de la cathode du tube destiné à redresser cette tension, est-il résolu de façon fort élégante. De même, tout transformateur supplémentaire, dont l'isolement ne serait par une mince affaire, est-il évité. C'est l'ensemble de ces avantages, qui a finalement fait le succès du circuit. Inutile de préciser, que la bagarre de chiffonniers concernant la paternité du circuit, a fait rage, procurant d'excellents revenus aux avocats, qui ont pu participer aux bagarres concernant les brevets.

II. LA TECHNIQUE ET SES TUBES

Les conditions de travail des trois tubes utilisés dans le circuit, s'écartent assez sensiblement de celles, que l'on avait coutume de rencontrer dans les récepteurs de radiodiffusion, les amplificateurs de sonorisation et les électrophones. Tout juste pouvait-on trouver, parmi les tubes d'émission de puissance modérée, quelques modèles pouvant convenir comme tube de commutation.

Le tube redresseur de la tension anodique finale, doit être capable de redresser une tension fort élevée, bien que le courant reste modéré. Jusque-là de tels tubes n'avaient une utilité, que pour l'alimentation de tubes à faisceaux cathodiques, dans d'autres domaines techniques, comme le radar

et l'oscilloscope. Il était assez facile, de se servir des mêmes tubes. Ce qui fut fait.

La diode de récupération demande un isolement très important entre sa cathode et son filament, si ce dernier doit être alimenté par la même chaîne, que celle alimentant les autres filaments. Le courant cathodique de pointe peut devenir fort important, de même que la tension anodique inverse. Au début, des tubes ayant les caractéristiques requises, n'étaient pas disponibles. C'étaient les tubes redresseurs destinés à l'alimentation, qui avaient des caractéristiques, qui s'en rapprochèrent le plus. Pour cette raison-là, au début, on se servit de ces tubes-là, dont le filament était alimenté par un enroulement séparé, bien isolé, du transformateur d'alimentation, comme diode de récupération.

Le tube de puissance de sortie «lignes», celui qui commute le courant dans le transformateur couplé, entre autre, aux bobinages de déflexion, doit, lui aussi, pouvoir supporter une tension anodique élevée, mais cela dans l'état de blocage. De même, doit-il pouvoir produire un courant cathodique de pointe important. Au début, de tels tubes n'étaient pas disponibles. Les tubes couramment utilisés dans les étages de sortie des amplificateurs de sonorisation, avaient des caractéristiques, qui s'en rapprochèrent, si bien que ce furent ceux-ci, qui furent d'abord employés. Les tubes d'émission, de puissance modérée, étaient encore mieux adaptés, car dans cette application-là, le courant de pointe de cathode joue aussi un rôle important. Si la tension anodique de pointe ne posait souvent pas de grand problème, le courant cathodique de pointe, devant pouvoir être fourni, était assez souvent insuffisant. Ainsi, le développement de tubes spécialement destinés à une application dans le circuit concerné, ne se fit-il pas longtemps attendre, en raison de l'attente d'une demande croissante. Comme prévu, les constructeurs partirent d'abord de ce qu'il produisaient déjà.

III. L'ÉVOLUTION DANS LE TEMPS

A. Le support

À l'époque, à partir de laquelle le développement allait se produire, le support octal était fort courant. Le support rimlock commençait à être remplacé par le support noval, en Europe surtout. Ainsi, les tubes de sortie «lignes» avaient-ils surtout un support noval ou octal. Le tube UL44 est l'un des rares exemples de tubes à support rimlock. Le tube EL81, à support noval, était l'un des premiers tubes spéciaux «lignes», en Europe. En fait, c'était un peu un tour de force, que d'introduire un tel tube dans une enveloppe noval. Aux USA, on ne fit pas ce détour et on en resta au support octal, bien mieux approprié et fort prisé. En Europe aussi, on a fini par se mettre au support octal, pour cette application. Ainsi, une ligne de tubes à support octal, assez longue, a-t-elle put s'établir et

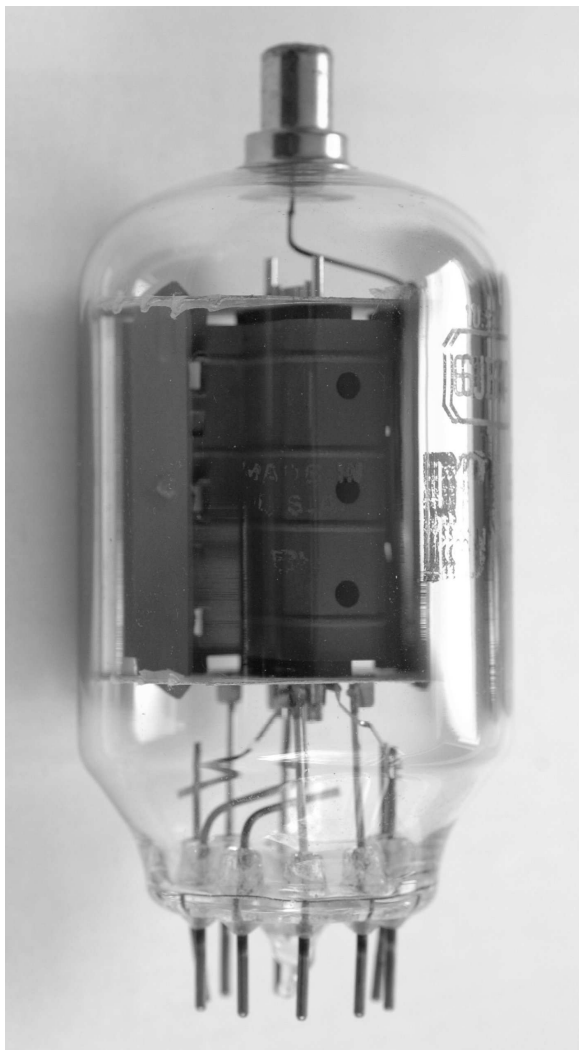


FIG. 1. Le tube 6JB6A pour support novar

se maintenir durant une période assez longue. Ce furent, entre autres, les EL36, EL38, EL300 dans la série Pro-Electron, de même que des tubes repris des USA, comme les 6BQ6 ou 6DQ6. Pour faire bien français, la EL300 a aussi été désignée 6FN5, ce que personne ne connaissait, aux USA. Ce fut, en quelque sorte, la continuation de la «série américaine française».

Faisant suite à cette période assez longue de tubes à support octal, s'installa la période du support magnoval, parfois appelé neonoval aux USA (B9D). Ce furent alors les EL502, EL504, EL509, EL519 et autres. Le diamètre de chaque broche était de 1,27 mm. Comme la structure pentode était la seule à être utilisée, la connection supplémentaire disponible avec le support magnoval, était-elle sans importance pratique pour les tubes de sortie «lignes». Bien plus importante, par contre, était la structure tout verre, qui avait déjà fait ses preuves avec les supports locktal, rimlock, noval et miniature 7 broches. Cette structure-là était bien plus avancée, que la structure qu'avaient bien des tubes à support octal. Cette dernière dérivait encore sensiblement de la structure des lampes d'éclairage à incandescence. Introduit par RCA, aux USA, un autre support à 9 broches allait aussi prendre de l'importance : Le support novar (B9E). Il se différencie du support magnoval, par un



FIG. 2. Le tube 38HE7 avec sa diode de récupération incorporée

diamètre des broches de 1,02 mm, comme dans le cas du support noval. Ce faible diamètre rend les broches fort fragiles.

Venant surtout des USA et du Japon, de nouveaux supports allaient être introduits, faisant suite aux supports magnoval et novar. À partir de là, se déclencha une sorte de chaos. À des intervalles de plus en plus courts, furent introduits de nouveaux supports dont la durée de production devenait, elle aussi, de plus en plus courte. On pouvait penser, que les broches additionnelles étaient ajoutées, une par une, créant, à chaque fois un nouveau type de support, dont la durée de production devenait encore plus courte. Certes, une nouvelle tendance appelée «compactron», venant des USA, commençait à faire rage. Vu le nombre croissant de fonctions introduites dans un seul tube de verre, un nombre important de broches devenait nécessaire au support. Pourtant, le tube de sortie «lignes» continuait à rester une pentode à faisceaux, comme d'habitude. Dans de rares cas, la diode de récupération fut introduite dans la même enveloppe de verre, comme dans le cas de la 38HE7. Mais ces exemples ne furent pas nombreux. En fait, bien avant le compactron, le besoin pour un support, ayant de nombreuses broches, était déjà apparu. Les tubes à rayons cathodiques, surtout ceux à déflection électro-statique, avaient déjà de nombreuses électrodes devant sortir sur le support.

Ce besoin était encore plus important dans le cas de tubes à double faisceau. À mesure de l'amélioration des performances de l'optique électronique, de nouvelles électrodes ont été introduites. Elles aussi demandèrent une alimentation, si bien que celles-ci se retrouvèrent aussi sur les broches du support. Les tubes photo-multiplificateurs étaient une autre catégorie de tubes, demandant un nombre de broches important au support. Ainsi, le tube 931, avait-il une sorte de support octal à 11 broches, qui fut d'ailleurs aussi utilisé à d'autres fins.

Avec le nombre important de supports différents, il ne devenait pas rare de rencontrer des tubes, dont la seule différence se limitait au support employé, ce qui entraînait pourtant aussi une différence des dimensions de l'ampoule. L'exemple des 7591, 7868 et 6GM5 est fort connu et fort redouté, parmi les audiophiles. Mais la folie a probablement atteint son apogée avec les tubes 6DQ6B, 6GE5, 6JT6, 6JT6A, 6GW6, 6GJ5, 6GJ5A, 6GT5, 6GT5A, 6GV5, 6JB6 et 6JB6A. Électriquement, tous ces tubes sont identiques, à très peu de détails près. Ils ne se distinguent, les uns des autres, que par un support différent, un brochage différent, une forme d'ampoule différente, des dimensions d'ampoule différentes, une position du queueot différente. Bien entendu, cela conduit aussi à des différences de capacités inter-électrodes. Les fabricants, quant à eux, implorèrent les nombreuses améliorations, qu'ils avaient introduites. L'utilisateur avait pourtant du mal à en découvrir les effets «bénéfiques». Ce développement chaotique ne s'est d'ailleurs pas du tout limité aux tubes de sortie «lignes», mais il a englobé tous les tubes à usage «grand public».

B. Le filament

En France, il était habituel d'alimenter les filaments en parallèle sous 6,3 V, comme dans le cas de la plupart des autres appareils électroniques. Dans le reste de l'Europe, l'alimentation des filaments des récepteurs de télévision, par une chaîne en série, sous 0,3 A, était la plus utilisée. Aux USA aussi. Mais dans ce pays-là, d'autres valeurs de courant filament furent aussi utilisées : 0,6 A et 0,45 A. Ce fait n'est pas indépendant de la tension du secteur de 117 V.

C. Le courant cathodique maximum

Avec l'évolution des dimensions du tube à rayons cathodiques, ainsi qu'avec l'évolution de l'angle de déflexion, la puissance que doit fournir le circuit de déflexion devient de plus en plus important. Il en résulte, que des tubes de plus en plus «puissants» deviennent nécessaires pour remplir les mêmes fonctions. Cette évolution-là deviendra encore bien plus notable avec l'introduction de la télévision en couleurs. Comme la tension d'alimentation du circuit n'a guère changé au fil des ans, le courant que doit fournir la cathode a, quant à lui, beaucoup augmenté afin de satisfaire les besoins pré-cités. On observe ainsi une évolution du courant cathodique moyen maximum admissible, au fil du temps, par paliers. Partant de 110 mA avec la 6AU5, 6AV5, 6BQ6, 6CU6 et 6BG6, le prochain palier de 140 mA sera atteint avec la 6DQ6A, ce qui le mettra presque à égalité avec la EL34. Les prochains paliers seront à 175, 200, 220, 240, 250, 275, 300, 315, 350 et 500 mA

avec la EL505, EL509, EL519 et 6MH6. Il convient de noter, que ces courants diffèrent quelques peu selon les fabricants, pour un même type de tube.

Vu ces différences dans le mode d'alimentation du filament, de nombreux tubes ont été construits n'ayant que pour seule différence un filament différent. Nous ne mentionnerons, dans la suite de l'exposé, que la version en 6,3 V des tubes, à moins que celle-ci n'existe pas.

D. La dissipation anodique maximale admissible

La même évolution, que celle relative au courant cathodique, se fera aussi sentir avec la dissipation anodique maximale admissible, pour les mêmes raisons. Pourtant, une différence intéressante doit être notée. Pour un même palier de courant cathodique, a lieu une évolution de la dissipation anodique maximale admissible, sans que soient changées d'autres caractéristiques du tubes, mis à part ce qui en découle directement, comme les dimensions de l'ampoule. Ainsi, la EL504 n'est rien d'autre qu'une EL500 avec une puissance dissipable plus grande. On peut aussi considérer la EL502 comme faisant suite dans cette même lignée. De même en est-il avec la EL505, qui fut suivie de la EL509, puis de la EL519. En Europe, lorsque la dissipation anodique maximale admissible était augmentée sans que le courant cathodique moyen maximum admissible ne change, il était habituel de créer un nouveau type de tube (EL500, puis EL504, par exemple). Aux USA, on se limita parfois à introduire ou à changer un suffixe.

IV. ESSAI D'UNE CLASSIFICATION

Tant que l'on n'observe que le nombre de types de tubes différents, on ne peut guère être surpris d'attraper le vertige. En pratique, le problème qui surgit le plus souvent est celui de la nécessité de remplacer un tube «introuvable» par un autre, qu'on a plus de facilité à trouver ou qu'on a déjà en stock. Ainsi se trouve-t-on confronté à la nécessité d'y voir plus clair. De même, quand il devient nécessaire de faire du rangement, peut-il est plus intéressant de choisir un autre critère, que le type du tube, pour ranger les tubes. Ce même besoin peut aussi, et pour les mêmes raisons, se faire sentir avec d'autres tubes. En effet, il est bien difficile de ranger ensemble des tubes, ayant des dimensions sensiblement différentes.

La différence la plus notable, entre tous ces tubes, réside dans le courant cathodique moyen maximum admissible. Si un remplacement par un tube différent doit être fait, il convient de choisir un tube ayant le même courant cathodique moyen maximum admissible, ou un tube ayant un courant cathodique moyen maximum admissible à peine supérieur. De cette manière, le chauffage ne sera guère différent. En second lieu, il convient d'avoir un tube de remplacement ayant une dissipation anodique maximale admissible au moins égale à celle du tube à remplacer. Un support qui diffère, peut devenir problématique, surtout si le support est monté sur un circuit imprimé. Il est intéressant de noter, que les autres caractéristiques statiques des différents tubes, ne diffèrent pas de façon très sensible. Une différence, à ce niveau-là, peut pourtant causer une différence dans le résultat, par exemple

au niveau de la linéarité du balayage. Il convient donc d'agir avec prudence.

En groupant les tubes selon le courant cathodique moyen maximum admissible, nous trouvons :

80 mA : UL44.
 110 mA : 6AU5, 6AV5, 6BG6, 6BQ6, 6CU6.
 120 mA : EL39 (= 4654K).
 140 mA : 6DQ6A.
 175 mA : 6DQ6B, 6GB7, 6GE5, 6GW6, 6GJ5, 6GT5, 6GV5, 6JB6, 6JM6, 6JT6.
 180 mA : EL81.
 200 mA : EL36, EL38, EL300, 6CD6.
 220 mA : 6CB5, 6CB5A, 6HB5.
 250 mA : EL500, EL502, EL504.
 275 mA : 6JF6, 6JG6, 6JR6, 6JU6, 6KV6, 6KV6A.
 300 mA : EL136, EL300¹.
 315 mA : 6DQ5, 6HF5, 6JE6, 6JS6, 8236.
 350 mA : 6JS6C, 6LQ6, 6JE6C.
 400 mA : 6KD6, 6LX6.
 500 mA : EL505, EL509, EL519, 6MH6.

En groupant les tubes selon la dissipation anodique maximale admissible, nous trouvons :

5 W : UL44.
 8 W : EL81².
 10 W : 6AU5.
 11 W : 6AV5, 6BQ6, 6CU6.
 12 W : EL36, EL500.
 15 W : 6DQ6A.
 16 W : EL136, EL300, EL504.
 17 W : 6JF6, 6JG6, 6JG6A, 6JR6, 6JU6.
 17,5 W : 6GE5, 6GJ5, 6GT5, 6GV5, 6GW6, 6JB6, 6JM6, 6JT6, 6JT6A.
 18 W : EL39, 6DQ6B, 6GB7, 6HB5.
 20 W : EL502, 6BG6, 6CD6, 6KM6, 6KV6.
 24 W : 6DQ5, 6JE6, 8236.
 25 W : EL38, EL505.
 26 W : 6CB5A.
 28 W : 6HF5, 6JS6, 6KV6A.
 30 W : EL509, 6JE6A, 6JE6B, 6JE6C, 6JS6C, 6LQ6, 6LZ6, 6ME6, 6MJ6.
 33 W : 6KD6, 6LX6, 6MC6.
 35 W : EL519.
 38,5 W : 6MH6.

En groupant les tubes selon le support employé, nous trouvons :

rimlock : UL44.
 noval : EL81.
 octal : EL36, EL39, EL136, EL300, 6AU5GT, 6AV5GT, 6BQ6GA, 6BQ6, 6CB5, 6CD6, 6CU6, 6DQ5, 6DQ6, 6GW6.
 magnoval : EL500, EL502, EL504, EL505, EL509, EL519, 6KG6A, 21KQ6, 29LE6.
 novar : 6JB6, 6GJ5, 6GT5, 6JE6, 6JG6, 6JF6, 6JR6, 6JT6, 6JU6, 6KM6, 6KV6, 6LQ6, 6LZ6,

6MC6, 6ME6, 6MJ6, .

duodecar : 6GE5, 6GF5, 6GV5, 6HF5, 6LX6, 6MH6.

Un suffixe éventuel ne change pas le support.

V. REGROUPEMENT

Malgré le nombre impressionnant de types différents, un regroupement peut se faire, laissant apparaître un nombre assez limité de tendances, pour lesquelles on peut découvrir une raison historique.

Nous trouvons d'abord les tubes du début, avec leur performances assez modestes, mais suffisantes pour leur époque. C'était l'époque du noir et blanc avec des angles de déflexion ne dépassant pas 70°. Les tubes à rayons cathodiques avaient des dimensions limitées, la puissance requise par l'anode finale du tube à rayons cathodiques resta limitée. Les tubes UL44 et EL81 sont de bons représentants du début de cette époque. Suivirent ensuite des tubes comme la 6AU5GT, 6AV5GA, 6BQ6, 6CU6 avec des possibilités déjà supérieures.

Avec l'introduction de l'angle de déflexion de 90°, souvent accompagné d'un tube à rayons cathodiques de dimensions supérieures, des tubes capables de fournir davantage de puissance devenaient nécessaires. Ce furent les EL36, 6BQ6, 6DQ6, 6DQ6A et autres. Plus tard, un nouveau besoin se fit sentir pour des tubes de puissance du même ordre, mais cette fois en liaison avec des téléviseurs de faibles dimensions, souvent portables, souvent avec un angle de déflexion atteignant maintenant 110° et servant à suppléer un appareil plus important existant déjà. De nouveaux tubes furent alors disponibles, n'ayant souvent qu'une puissance peu supérieure à celle de leurs prédécesseurs, dans cette catégorie. C'est justement là, que se déclencha le chaos avec des tubes comme les 6GT5, 6GW6, etc...

L'introduction de l'angle de déflexion de 110°, avec des tubes à rayons cathodiques de dimensions souvent supérieures, déclencha une nouvelle demande de tubes plus puissants encore, surtout en liaison avec la définition à 819 lignes. Les tubes EL300, EL136, EL500, EL502, EL504 et autres, allaient prendre le relais. Notons au passage, que Philips resta longtemps fidèle au tube PL36, même pour cette application-là, sans que les performances et la fiabilité ne s'en ressentent. Aux USA et dans les pays qui s'en sentirent au moins technologiquement liés, les tubes 6DQ6B et leurs sosies et homologues restèrent le «standard» pour à peu près tous les téléviseurs noir et blanc de cette époque-là. La qualité fort médiocre des transformateurs de sortie «lignes» français, liée au besoin de puissance supplémentaire résultant du balayage à 20475 Hz, rendaient nécessaires des tubes puissants.

Avec la télévision en couleurs, un important besoin de puissance supplémentaire se fit sentir. Ici encore, la technologie des circuits mit son temps à se stabiliser. Au début, les circuits étaient encore très complexes, avec des tubes de stabilisation ballast, et ils nécessitaient une puissance importante. Il n'était pas exceptionnel de voir des appareils avec deux tubes de sortie «lignes», qui se partageaient le travail d'une manière ou d'une autre. Les tubes EL505, EL509, EL519, 6DQ5, 6JS6C, 6LQ6, 6JE6, 6JE6C, 6KD6, 6MH6 et autres prenaient le relais de leurs prédécesseurs plus faibles.

¹Cette valeur varie assez sensiblement selon les feuilles techniques

²à condition, que Wg2 ne dépasse pas 2 W

Il convient pourtant de noter la différence entre les USA et le reste du monde. Les USA avaient introduit la télévision en couleurs bien plus tôt, que tous les autres pays. Ainsi, les angles de déflexion assez faibles étaient-ils courants, aux USA, au début de la télévision en couleurs. La demande en puissance était donc plus faible, que celle qui apparût en Europe, à l'induction de la télévision en couleurs. De même, les tubes de sortie «lignes» à support octal étaient-ils courants aux USA, au début de la télévision en couleurs. La 6DQ5 est fort représentative pour cette époque-là. En Europe, les tubes de sortie «lignes» à support octal, n'étaient jamais employés pour la télévision en couleurs.

VI. CURIOSITÉS

Au début, les tubes d'émission de puissance modérée, furent utilisés dans les étages de sortie «lignes» en raison du manque de tubes mieux adaptés. Durant la période folle, le contraire allait se produire : Certains constructeurs se mirent à suggérer l'emploi des tubes de sortie «lignes» pour les émetteurs de radioamateurs. Vu les quantités produites pour le marché «grand public», le prix devenait intéressant par rapport aux vrais tubes d'émission. Ainsi, Heathkit, Hallicrafters et Yaesu utilisèrent-ils ces tubes-là pour leurs appareils du bas de gamme. Malheureusement, le remplacement de tels tubes, n'est pas plus facile que sur les téléviseurs. Les vrais tubes d'émission furent très souvent produits durant une période bien plus longue, si bien qu'il est plus facile de trouver des tubes de remplacement, même après de longues années.

De par leurs caractéristiques statiques, les tubes de sortie «lignes» présentent bien des ressemblances avec les tubes d'émission, surtout en raison du courant de pointe de cathode. Pourtant, les tubes d'émission sont conçus pour pouvoir travailler à des fréquences élevées, contrairement aux tubes de sortie «lignes». Ces derniers ne peuvent donc être utilisés que sous bien des réserves, à des fréquences élevées.

VII. CONCLUSION

Malgré un chaos réel, une certaine logique existe malgré tout, dans le monde des tubes de sortie «lignes». Cela redonne espoir à ceux, qui se voient contraints de devoir remplacer un tel tube sur un appareil d'époque. Bien entendu, beaucoup de types de tubes sont devenus à peu près introuvables, surtout s'ils n'ont été produits que durant un temps très court ou pour une ligne d'appareils assez particulière. Bien souvent, le remplacement par un autre type de tube reste possible, sans que les performances ne se dégradent. La question reste posée, quant à la «légitimité» d'un tel remplacement. Mais c'est là un point souvent controversé, entre collectionneurs et restaurateurs. Le présent article ne prendra pas position sur ce point.