

MODERNISATION DU MATERIEL A VOYAGEURS A LA SNCB

Au sein de la SNCB, les modernisations s'inscrivent de plus en plus dans le plan d'entretien du matériel roulant. Le présent article traite des différents aspects de la modernisation: les raisons présidant à la modernisation, le contenu de l'intervention, la faisabilité au plan économique et la gestion industrielle spécifique qui en découle. Les auteurs examinent les évolutions les plus récentes dans le domaine de la modernisation. Ils terminent par un aperçu des projets réalisés au sein du Centre d'Activités "Entretien Long terme" à Malines.

Cet article est repris de "RAIL INTERNATIONAL - SCHIENEN DER WELT", mars 2001, pp. 27 - 32 et est un extrait du travail "De processen van de kernactiviteiten 'revisie en modernisering van rijtuigen en motorrijtuigen' in NMBS OLM", rédigé par les ir H. Bonne et ir P. Verstrynge, lors de leur séjour à "de Vlerick School voor Management - Universiteit Gent" en l'an 2000.

Actuellement ir Hendrik Bonne travaille au Centre d'Activités "Entretien Long Terme" à Malines et ir Peter Verstrynge chez Agila S.A. à Ypres.

Modernisation: que recouvre cette notion ?

Une révision de matériel roulant consiste à renouveler, lorsque leur état le nécessite, les composants techniques et esthétiques du matériel roulant afin d'obtenir l'assurance qu'à l'issue de cette opération, ils pourront atteindre la durée de vie escomptée.

La ligne directrice, lors d'une révision, consiste à ne modifier que très peu le concept. Les bogies sont soumis à une révision technique. Les matériaux de garnissage des sièges et des banquettes sont renouvelés. La logistique d'approvisionnement d'une révision consiste donc en un réapprovisionnement des éléments et pièces d'usure existant sur le matériel roulant.

Par modernisation, on entend la révision de matériel roulant incluant un changement fondamental du concept. Ces changements conceptuels sont surtout d'ordre esthétique et fonctionnel. Les changements d'ordre esthétique portent surtout sur:

- l'aménagement intérieur:
 - lay-out intérieur;
 - sièges;
 - sols;
 - plafond;
 - ...
- les peintures extérieures:
 - livrée;
 - baies vitrées.

Les changements d'ordre fonctionnel peuvent être:

- la pose d'un convertisseur statique;
- la modification ou l'extension du système de chauffage;
- l'installation de la climatisation;
- l'équipement de sonorisation;
- les tableaux électroniques d'information aux voyageurs;
- les toilettes à dépression;
- la gestion énergétique;
- ...

Une intervention sur une série de véhicules très réduite, comprenant un changement radical de la fonction du matériel, sera plutôt appelée "transformation". Par exemple: la transformation d'une voiture classique en voiture-restaurant.

Pourquoi moderniser ?

Diverses raisons peuvent inciter un exploitant ferroviaire à décider d'une modernisation. La technique et le confort du transport des voyageurs évolue de manière rapide. Citons à titre d'exemple l'évolution des méthodes d'information et de communication. Il en résulte que l'écart en termes de confort et de technique se creuse entre l'ancien et le nouveau matériel avec pour corollaire une réduction de la durée de vie commerciale du matériel.

La décision de moderniser du matériel roulant afin de répondre aux nouvelles exigences des

voyageurs en termes de confort, est essentiellement un choix stratégique de l'exploitant ferroviaire. Ce choix n'est donc pas obligatoirement lié à l'état d'usure du matériel, bien que ce dernier puisse également être à l'origine d'une modernisation.

Entre les exploitants ferroviaires traditionnels, il y a un "marché de l'occasion" du matériel roulant. Ce marché croît avec l'apparition de nouveaux exploitants qui viennent s'ajouter aux exploitants nationaux traditionnels. Ceci a été rendu possible par la parution de la Directive européenne CE91/440, qui constitue l'un des premiers pas sur la voie de la libéralisation du transport ferroviaire en Europe. Sous la pression de la concurrence, ces nouveaux exploitants, plutôt que d'investir dans du matériel neuf, s'équipent de préférence en matériel de seconde main modernisé.

Quelles sont les conditions permettant la modernisation?

Au terme de plusieurs dizaines d'années d'exploitation, l'usure du matériel à voyageurs est telle qu'une intervention approfondie s'impose. Le choix du type d'intervention est certes dicté par des considérations d'ordre économique mais il faut en outre que les éléments essentiels du matériel roulant soient dans un état acceptable: caisse, châssis de bogies, équipement de traction et transmission.

Faisabilité économique

Pour juger de la faisabilité économique d'une modernisation, il s'indique de procéder à une analyse d'investissements. Dès le moment où

un exploitant ferroviaire juge que le matériel à voyageurs ne peut plus, pour des raisons d'ordre technique ou commercial, être maintenu en exploitation, trois possibilités s'offrent à lui:

- une révision (prolongation de la durée de vie);
- une modernisation (prolongation plus importante de la durée de vie);
- l'acquisition de matériel roulant neuf.

A l'issue d'une révision, le matériel "voyageurs" est remis en état selon le concept initial. La révision, après des dizaines d'années d'exploitation, ne s'avère pas toujours possible. Ainsi, un nombre toujours accru de composants ne peuvent plus être trouvés sur le marché. A ce stade, la révision devient une restauration, ce qui ne constitue pas un choix véritablement économique.

Le matériel "voyageurs" modernisé présente un look moderne mais ne dispose que partiellement des techniques actuelles. Dans l'option d'acquisition d'un nouveau matériel, par contre, celui-ci est techniquement, fonctionnellement et esthétiquement "de son temps". Le confort pour le voyageur d'un véhicule modernisé et d'un véhicule neuf est bien entendu différent.

Le coût par chaque solution choisie est totalement différent. La durée de vie résultant par le choix opéré diffère bien entendu également de manière significative. La figure 1 présente les ordres de grandeur de la durée de vie du matériel et des coûts selon que l'une ou l'autre option est retenue. L'exemple choisi concerne une voiture.

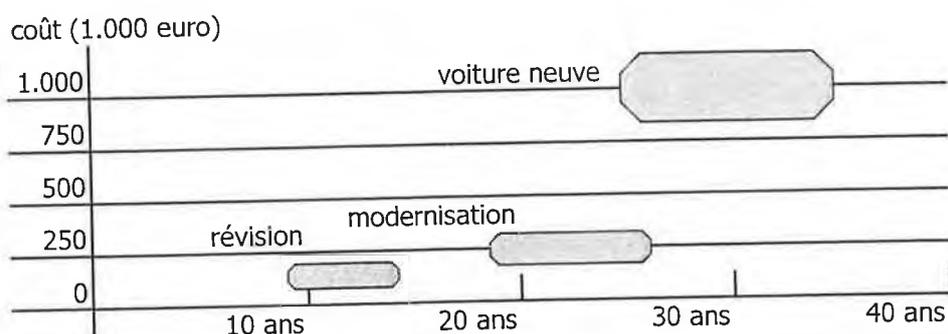


Figure 1 : révision, modernisation et matériel roulant neuf : coûts et durée de vie

Nous partons du postulat que dans les trois cas, au moment de l'intervention, le matériel à voyageurs a bénéficié antérieurement des révisions normales et de l'entretien court terme.

Dans ce qui suit, nous comparons deux options: l'achat neuf et la modernisation. Pour l'analyse d'investissements, nous calculons pour chacune

des options l'ensemble des coûts annuels équivalents. La modernisation de matériel existant permet de différer de vingt ans (estimation) l'achat d'une nouvelle voiture.

Les bases théoriques retenues peuvent être trouvées en bas de cet article, sous le titre "Références".

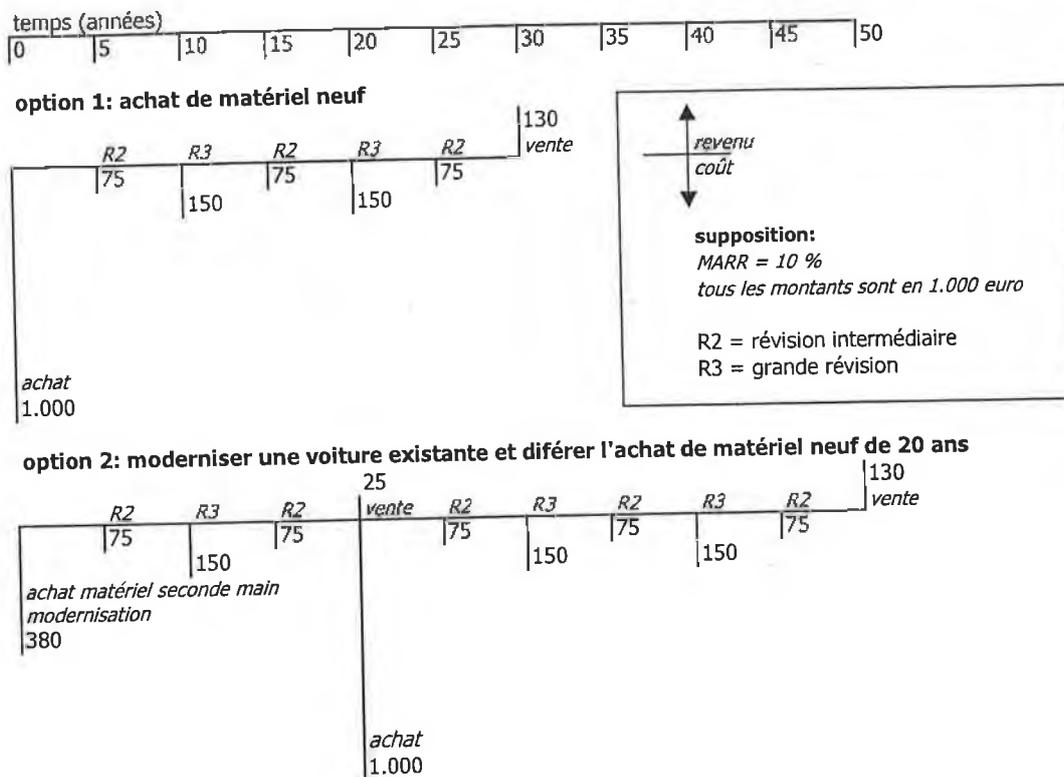


Figure 2: coûts/bénéfices lors de la modernisation et de l'achat de matériel neuf

La figure 2 présente les coûts/revenus pour les deux options. Les coûts pris en compte sont l'achat, la révision intermédiaire, la grande révision, voire la modernisation. Le seul revenu consiste en la valeur résiduelle du matériel roulant.

Pour procéder de manière correcte à une analyse d'investissements nous devons la mener avec le regard de quelqu'un d'externe. C'est la raison pour laquelle l'achat de "matériel d'occasion" et la "vente après utilisation" sont explicitement repris dans les *cash flows*.

Le coût annuel est calculé sur base des différents coûts et revenus actualisés à des valeurs actuelles ramenées ensuite à un coût annuel ré-

parti sur la période sur laquelle porte l'étude. Ces calculs sont réalisés au moyen du MARR (*Minimal Attractive Rate of Return*) – dans ce cas, 10 %. La formule utilisée est la suivante:

$$\left[\sum_{t=0}^n F_t (1+i)^{-t} \right] \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

où :

i est le MARR (*Minimal Attractive Rate of Return*), dans ce cas 10%

n est la période d'étude, exprimée en années (30 ou 50)

F_t est le *cash flow* au cours de l'année *t*

Il ressort du calcul que le coût annuel équivalent pour l'option modernisation est de €66.811 par an. Pour l'option achat neuf, il s'agit de €121.368 par an. Même lorsque le MARR est très bas, l'option modernisation reste celle qui présente les coûts les moins élevés.

Si la révision ne peut plus être envisagée, la modernisation constituera une solution plus avantageuse que l'achat de matériel neuf. D'importants investissements peuvent ainsi être différés tout en répondant aux besoins du marché.

Situation des modernisations dans le secteur ferroviaire

La plupart des exploitants ferroviaires traditionnels réalisent eux-mêmes leurs modernisations. Certains d'entre eux font appel au secteur

Gestion industrielle spécifique des modernisations

le "product life cycle" d'une modernisation

La figure 3 présente le modèle de *product life cycle* du produit "modernisation".

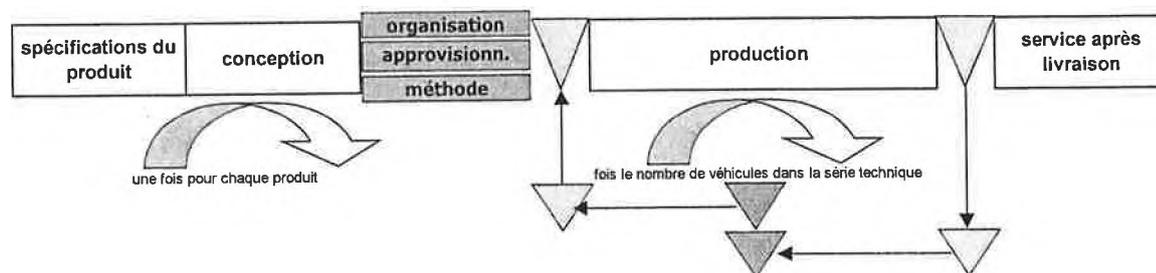


Figure 3: modèle de "product life cycle" des modernisations

La dynamique du modèle est la suivante. Chaque type de composant du véhicule passe par les phases "spécifications du produit", "conception" et "préparation du travail". Chaque véhicule de la série technique passe par la phase "production". Une série technique est un groupe de véhicules de même nature sur le plan technique. Par véhicule, on entend une voiture ou une automotrice. On retrouve dans le *product life cycle* théorique les phases ci-après.

Au cours de la première phase, les spécifications du produit sont rassemblées. La deuxième

privé pour effectuer pour leur compte (en tout ou en partie) ce genre de travail. Ce choix leur est le plus souvent dicté par un manque de capacité interne.

La nouvelle tendance est aux contrats "tout compris". Les constructeurs de matériel roulant offrent leur matériel avec la révision en tant que service après-vente. A l'avenir, la modernisation sera peut-être elle aussi offerte comme service après-vente. Certaines modernisations sont d'ores et déjà offertes comme produit distinct.

Pour l'exécution des modernisations, la SNCB fait appel à ses organes internes de révision. Ainsi, le matériel à voyageurs est révisé et modernisé au sein du CA EL Malines

phase est celle de la conception. Au cours de cette phase, le produit est conçu et développé selon les normes de conception en vigueur et en fonction des exigences du client. La troisième phase est consacrée à la préparation du travail, laquelle se compose:

- de la détermination de la méthode de production;
- de l'approvisionnement en composants ad hoc;
- de l'organisation de la chaîne de production.

Au cours de la quatrième phase, celle par laquelle passe chaque véhicule:

- les anciens véhicules sont retirés de l'exploitation;
- ils sont modernisés;
- ils sont remis en exploitation.

Entre les premières et les dernières unités produites, du matériel ancien et du matériel neuf coexistent. La cinquième et dernière phase est le service après livraison. Cette période dure jusqu'à ce que le dernier véhicule soit sorti de garantie. Ce *product life cycle* est également d'application dans le cas d'une révision.

méthode de production

Les deux méthodes de production le plus souvent appliquées sont:

- selon le principe du *flowshop* pour les grandes séries (>10 véhicules);
- selon un principe de *box* pour les séries réduites.

Certaines entreprises appliquent le principe de *box*, quelle que soit l'importance de la série. Une technique souvent utilisée lors de la modernisation est la construction modulaire. De cette façon, la durée de la modernisation peut être limitée au strict minimum. Dans ce cas, la valeur ajoutée d'une heure de travail est plus élevée.

Pour des raisons stratégiques, les sous-ensembles les plus importants sont la plupart du temps produits sous la forme de *job shop* dans les ateliers voisins. Notons par ailleurs que les moyens de production, le personnel et l'infrastructure requis dans le cas d'une modernisation diffèrent à peine de ceux qui sont nécessaires lors d'une révision. L'ordre de grandeur du chiffre d'affaires annuel par agent chargé de l'activité de modernisation varie entre €100.000 et €170.000.

interaction avec l'exploitation

La "matière première" pour une modernisation ou une révision est un véhicule retiré de l'exploitation. Privé de celui-ci pendant son séjour

en atelier, l'exploitant insistera vraisemblablement pour qu'une quantité minimale de véhicules soient mis concomitamment en révision ou en modernisation.

La quantité de matériel en révision et en modernisation, ainsi que la régularité de la production seront influencées par le matériel de réserve dont on dispose. En quelque sorte, l'exploitant n'est donc pas seulement client, mais aussi fournisseur.

Historique des modernisations à la SNCB

Le CA EL Malines est depuis des années chargé par la SNCB de construire, de transformer, de réviser, ou de moderniser les véhicules ferroviaires.

Jusqu'au début des années quatre-vingts, le CA EL Malines effectuait essentiellement des révisions. C'est par la suite que les premiers véhicules y ont été modernisés pour répondre aux attentes des voyageurs. Auparavant, c'est au travers de la qualité du produit final que pouvaient être appréciée l'optimisation de la production et de la gestion.

L'accélération des développements technologiques a sans nul doute favorisé un tel choix. Comme les éléments d'origine sont devenus plus difficiles à approvisionner, on se tourne plus facilement vers un nouveau concept.

Voici un bref aperçu des modernisations réalisées par le CA EL Malines:

- années '80:
 - transformation en voitures-couchettes de voitures "I6" climatisées;
 - modernisation de voitures "I5" dans le même style;
- années '90:
 - modernisation d'automotrices doubles type "Break" par l'adjonction d'une voiture intermédiaire;
 - modernisation de voitures type "M4";
 - modernisation de voitures type "I6";
 - modernisation d'automotrices doubles type "AM 66";

- à l'avenir:
 - modernisation de voitures à deux niveaux; type "M5"?

Conclusions

On peut considérer que le choix de l'exploitant ferroviaire pour la modernisation de matériel roulant est rationnel, car les avantages de la modernisation ne peuvent être sous-estimés. Elle offre:

- une durée de vie restante plus longue pour le matériel qui en fait l'objet;
- un produit final s'inscrivant mieux dans un marché du transport voyageurs en constante évolution.

Élément non négligeable qu'il convient également de souligner, la modernisation se révèle souvent comme un investissement économiquement justifié. Enfin, les moyens de production à mettre en oeuvre pour une modernisation ne s'écartent pas fortement de ceux nécessaires

pour la réalisation d'un programme classique de révision.

Références

- e-mail: hendrik.bonne@sncb.be;
- "De processen van de kernactiviteiten 'revisie en modernisering van rijtuigen en motorrijtuigen' in NMBS OLM"; ir H. Bonne et ir P. Verstrynge, de Vlerick School voor Management - Universiteit Gent - SNCB 2000;
- le site web de du CA EL Malines: <http://olel.b-rail.be/>
- "Engineering Economy"; W. J. Fabrycky et J. H. Mize, 7ème édition, Prentice Hall 1993; Chapitre 7: "Decision Making Among Alternatives";
- SpoorwegJOURNAAL.■

ir. Hendrik Bonne et ir. Peter Verstrynge