

## VARIATEURS ELECTRONIQUES DE VITESSE

Un modèle électrique est malgré son apparente simplicité, un engin sophistiqué; l'essentiel de son fonctionnement dépend de la quantité d'énergie contenue dans le paquet de batteries. Dans un article précédent, nous vous avons expliqué que, dans le cas des modèles à moteur thermique, il est possible de disposer d'une grande quantité d'énergie pour une faible quantité (et donc un faible poids) de carburant. ce qui autorise un rendement (le pourcentage d'énergie disponible qui se transforme en puissance utile) très bas, aux alentours de 15%; en revanche, le "réservoir" de combustible (c'est-à-dire la batterie) des modèles électriques est très lourd; si nous voulons améliorer les performances de notre moteur (en disposant de plus de volts ou d'ampères), il nous faudra payer un lourd tribut (c'est le cas de le dire) sous forme de poids. Les moteurs électriques actuels sont des machines réellement sophistiquées; il est impensable qu'un moteur à explosion atteigne un tel rendement; le rendement d'un simple Mabuchi 540, qui coûte un peu plus de 40FF, est d'environ 60%, et celui des modèles de catégorie supérieure dépasse les 80%.

Cependant, ces chiffres font référence au pourcentage d'énergie qui parvient au moteur; disposer d'un moteur cher et sophistiqué à haut rendement n'a donc aucun sens si, avant de l'alimenter, nous "jetons par les fenêtres" un tiers de l'énergie disponible. Comment cette énergie est-elle perdue? En règle générale, il y a formation de chaleur, et donc perte d'énergie, partout où il y a résistance et passage de courant. Sur l'équipement moteur d'un modèle électrique, tous les "raccords", les contacts électriques et les variateurs de vitesse sont des points critiques.



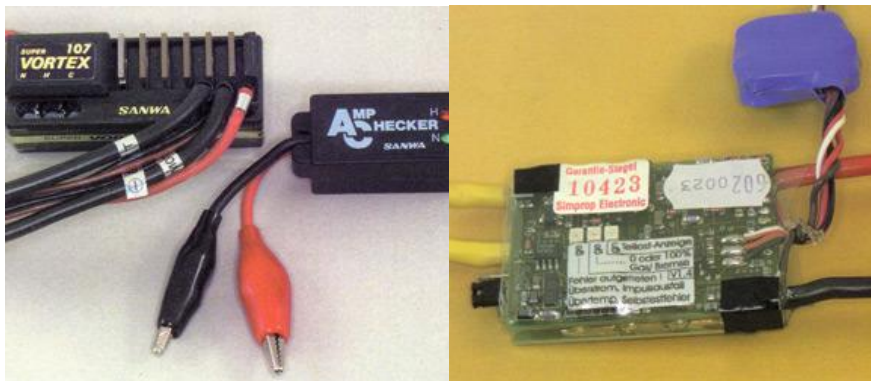
Variateur de vitesse moderne avec dissipateur de chaleur et fusible (vert, à droite).

### À quoi sert un variateur?

En modélisme, il devient chaque jour plus difficile de se passer d'un régulateur de vitesse. À l'exception de certaines embarcations de vitesse (de moins en moins) et de planeurs élémentaires équipés d'un moteur de puissance relativement faible, la presque totalité des voitures radiocommandées, toutes les maquettes d'embarcations et un pourcentage de plus en plus élevé d'aéromodèles électriques exigent un dispositif de régulation de la vitesse. Dans certains cas, comme celui des voitures de pure détente, disposer de deux ou trois vitesses peut être suffisant; en compétition, cependant, où les voitures doivent pouvoir tirer un profit maximum de leur capacité de traction et d'accélération, il est essentiel de disposer d'une gradation plus fine de la puissance disponible. Certains modèles (par exemple, les maquettes de bateaux) requièrent une marche arrière, tandis que d'autres, destinés à la vitesse, peuvent s'en passer.

### Problèmes liés aux variateurs mécaniques

Fondamentalement, il s'agit de dispositifs permettant d'intercaler dans le circuit moteur-batterie une ou plusieurs résistances. La quantité d'électricité parcourant le circuit est inversement proportionnelle à la résistance (plus la valeur de celle-ci est élevée, moindre est l'intensité); en modifiant cette valeur, on régule la quantité de courant qui parvient au moteur. Le système est simple et bon marché; il est efficace dans ce sens qu'il permet de contrôler la puissance du moteur, mais il présente une série d'inconvénients. D'abord, de par leur nature, les variateurs sont à l'origine de pertes d'énergie sous forme de chaleur; si l'un de vos modèles dispose d'un tel variateur, vous aurez constaté qu'il chauffe très facilement (l'utilisation d'un dissipateur est même indispensable pour éviter qu'il ne brûle). Un autre problème est celui de la limitation du nombre de "pas" de variation (maximum trois en marche avant et deux en marche arrière). De plus, comme ils sont "mécaniques", ils sont composés de nombreux éléments, et toutes ces pièces mobiles, les contacts qui grésillent lors du passage du courant, les câbles, etc. requièrent un certain entretien et peuvent être à l'origine de toute une série de problèmes.



- 1) Ce régulateur dispose d'un accessoire indépendant (à droite) pour le réglage des points maximum et minimum.
- 2) Certains variateurs ne comportent pas de BEC. Ici, on en a fabriqué un (en mauve) que l'on a inséré dans le circuit d'origine.

## Variateurs électroniques

Pour résoudre ces problèmes, on a développé, depuis une dizaine d'années, les variateurs électroniques. D'un point de vue physique, cet appareil consiste en une petite boîte (de plus en plus petite) que l'on intercale entre la batterie et le moteur, et que l'on connecte en même temps à la sortie d'un canal du récepteur radio. L'effet produit est "magique", car il transforme le contrôle moteur en un dispositif parfaitement progressif et exempt du moindre "à-coup".

Principe de fonctionnement d'un variateur électronique de vitesse.

Au "profane" en électronique, disons simplement qu'il contient différents composants électroniques (moins il y en a, mieux cela vaut) parmi lesquels nous pouvons souligner une série de transistors à effet de champ (les FET: plus il y en a, mieux c'est); ces différents composants fractionnent le courant continu de la batterie en "impulsions" de différentes largeurs, interrompues par des "pauses" durant lesquelles aucun courant n'est fourni. Chaque variateur produit une quantité déterminée d'impulsions par secondes ("fréquence" du variateur) dont le nombre oscille entre quelques centaines et plusieurs milliers. Plus nous " appuyons" sur l'accélérateur, plus les impulsions de courant seront larges et plus les pauses seront étroites; à pleine puissance, le courant est constant (100% d'impulsions et aucune pause). Certains variateurs incorporent un relais qui, lorsque nous commandons "gaz à fond", court-circuitent les transistors et autres composants électriques afin de diminuer la résistance; néanmoins, cette technique est très peu utilisée de nos jours.



1) Interrupteur électronique de type "tout ou rien" installé à l'arrière du moteur.

2) Votre variateur ne pourra faire circuler la totalité du courant si les connecteurs ne sont pas de bonne qualité (ceux de la photo sont à bain d'or).

## Caractéristiques des variateurs

Les variateurs ne sont pas tous identiques (parfois même, ils n'ont entre eux aucun point commun). Lorsque nous nous rendons dans un magasin spécialisé, il est plus que probable que le vendeur nous en propose une bonne douzaine.

Outre la qualité et le prix, il nous faut parler de certains des paramètres du variateur, dont ses dimensions; il existe de très petits modèles pour voitures à échelle 1/12 ou pour avions de très petit format; par contre, dans le cas des bateaux à grande échelle, où l'espace est plus que suffisant on peut installer des variateurs aux dimensions quasi "industrielles" pesant plus de 250 grammes; les petits variateurs sont plus légers mais aussi plus fragiles; il arrive que leur capacité de régulation du courant soit limitée (ce n'est pas toujours le cas). À partir d'une certaine miniaturisation, leur prix grimpe de façon spectaculaire.



Typique variateur de voiture avec fusible. Il permet de régler le maximum et le neutre. Convient pour des packs de 6-7 éléments et des puissances de 20-30 ampères réels.

## Capacité et autres caractéristiques

Au début, les profanes sont toujours "éblouis" par le monde des modèles électriques; ils entendent parler de variateurs "à 800 ampères", mais sans bien comprendre ce que cela signifie. En général, cet ampérage représente le courant que le variateur est en théorie, capable de fournir; cette valeur est proportionnelle (entre autres) à la qualité générale du dispositif (et tout particulièrement de ses FET), à sa résistance interne, etc. Les fabricants fournissent en général deux ou trois chiffres correspondant à la capacité du variateur en matière de contrôle du courant: le premier se réfère au courant constant c'est-à-dire au courant que le variateur est capable, en théorie, de contrôler indéfiniment; le deuxième chiffre (en général, plus du double) nous donne l'intensité de courant que l'on peut faire passer par le variateur durant un laps de temps donné (de 30 secondes à 2-3 minutes); cette dernière indication est intéressante dans le cas des aéromodèles électriques, dont les consommations peuvent atteindre des valeurs impressionnantes, ou dans le cas des voitures, qui doivent pouvoir profiter, en pleine accélération, de toute la puissance de leur moteur. Face à la "guerre" des ampères que semblent se livrer certains fabricants, il faudrait peut-être rappeler qu'il est rare qu'une voiture consomme plus de 15-20 ampères et que les moteurs Keller d'un demi-kilo équipant les modèles F3E ne supportent 50-60 ampères que durant deux minutes, au maximum; de plus, les FET d'un variateur supportent plusieurs centaines d'ampères, une telle intensité suppose l'utilisation de câbles de plus de 4-6 mm<sup>2</sup> de section, ce qui est évidemment hors de question dans le cas de nos modèles.

Il est clair que les variateurs standards sont plus que suffisants pour les voitures électriques non destinées à la compétition. Au moment d'acheter un variateur, il faudra le choisir avec ou sans marche arrière; tous les variateurs comportent un "frein" qui, de plus, peut être réglé en intensité et/ou durée (surtout les produits de haut de gamme), mais rares sont ceux équipés d'une marche arrière (celle-ci est cependant conseillée s'il s'agit d'un modèle de simple divertissement ou d'une maquette).



Quinze ans séparent ces deux générations de variateurs.  
Celui d'en bas a une plus grande capacité que ceux d'en haut, même s'il est trois fois plus petit !  
De plus, les prix ont baissé...

### Refroidissement

Nous avons dit que, parmi les éléments d'un variateur, les FET constituaient un ensemble fondamental. Ces transistors opposent une résistance, de plus en plus faible, au passage du courant; cette résistance, ajoutée aux intensités de courant circulant dans le variateur, finit par produire un réchauffement. Ces composants se détériorent lorsque leur température dépasse les 80-100°; c'est pourquoi on les équipe, en général, d'un système de refroidissement. La technique la plus utilisée consiste à les placer dans un bloc en aluminium muni d'ailettes réfrigérantes qui sont d'habitude noires, pour une meilleure dissipation de la chaleur. Nous tenons à souligner que, sur certains modèles, le système de refroidissement est fourni séparément et qu'il faut le monter soi-même, en suivant à la lettre les instructions du fabricant, si nous ne voulons pas endommager les FET (en tapant sur le dissipateur pour l'encastrier, par exemple...). Les FET de certains modèles (peu nombreux de nos jours) sont vendus séparés du reste du variateur, pour qu'on puisse les installer à l'endroit le plus approprié. Le refroidissement de certains variateurs destinés aux embarcations est assuré par une circulation d'eau autour des transistors.

Dans tous les autres cas, une bonne ventilation du dissipateur de chaleur est indispensable; si nécessaire, il faudra découper la carrosserie du véhicule.



- 1) Les voitures non destinées à la compétition emploient fréquemment des variateurs avec marche arrière, comme, ici, le Novak.
- 2) Variateur moderne de haut de gamme, destiné aux planeurs F3B (il supporte 60 A et 30 éléments).

### Installation et réglage

Le variateur est un composant relativement cher; dans de nombreux cas, il coûte autant que le reste de l'équipement radio; il doit être placé dans un endroit à l'abri des chocs et des projections de toutes sortes; parfois, le fabricant nous indique la distance minimum qui doit le séparer du récepteur, ceci afin d'éviter les interférences.

Ne vous trompez surtout pas de polarité au moment de le connecter! De plus, il faudra brancher batterie et moteur au moyen de leurs câbles respectifs; dans les deux cas, la moindre erreur aura pour conséquence la destruction immédiate du variateur. Sur la plupart des modèles, l'alimentation du reste de l'équipement radio ne nécessite pas de batterie auxiliaire (le variateur incorpore un BEC).

On effectue son réglage au moyen de deux ou trois potentiomètres associés à deux lampes témoins; le moteur étant déconnecté, nous allumons la radio et branchons la batterie; si nécessaire, nous actionnons l'interrupteur du modèle. L'un des potentiomètres est chargé de régler le neutre. le témoin correspondant doit s'allumer avec le stick ou la détente de l'émetteur au neutre. Ainsi, le modèle s'arrête lorsque nous lâchons la commande des gaz. L'autre potentiomètre règle la position "pleine puissance": le réglage est effectué de telle sorte que le voyant s'allume lorsque l'on accélère à fond; si le réglage est incorrect, il ne s'allumera pas et le modèle ne pourra pas donner toute sa puissance. Certains modèles sont munis d'un autre potentiomètre qui règle la force du freinage; dans ce cas, le réglage doit être réalisé sur le terrain, et permettre un freinage qui corresponde à notre style de pilotage. Les modèles de compétition offrent d'autres réglages, qui nous permettent, par exemple, de définir une valeur d'intensité maximum; nous pouvons ainsi mieux programmer la longévité de nos batteries ou la traction des roues sur des circuits glissants.



- 1) Variateur électronique maison réalisé par l'un des membres de ce site. De nos jours, le jeu n'en vaut plus la chandelle...
- 2) A l'autre extrémité de la gamme : minuscule variateur pour moteurs de type "380" et à peine 50-70 watts.