

3* A En 2008, deux possibilités peuvent raisonnablement être envisagées : moteur synchrone à aimant permanent ou moteur asynchrone à cage. Dans les deux cas, il faut prévoir un convertisseur de fréquence à circuit intermédiaire à tension continue en monophasé, qui puisse être alimenté depuis la ligne à tension continue (1200 puis 1500V=) directement à travers un filtre LC (soit une tension pouvant varier entre 800V= et 1800V=). Au vu du profil difficile, il paraît raisonnable de prévoir pour chaque essieu sa propre chaîne de traction indépendante, soit deux secondaires distincts au transformateur. On doit pouvoir brancher en parallèle les circuits intermédiaires, soit dans le cas évident de circulation sous tension continue, mais aussi en cas de défaut sur un convertisseur côté transformateur, en répartissant alors la puissance réduite sur les deux essieux.

B Un cas critique est le démarrage à pleine charge en rampe de 70 %. Il faut vaincre la déclivité et les frottements, et garantir une certaine accélération, par exemple $0,3 \text{ m/s}^2$ jusqu'à 40 km/h. On estime la masse à pleine charge à 147 [t] (75 kg par usager) et la masse corrigée à 153 [t] compte tenu des données de la fiche 8.3.21. D'après cette fiche, on calcule aussi les forces de frottement.

$$F_f = (735 + 10 \cdot 40 + 0,18 \cdot 40^2) \cdot 10^{-3} = 1,5 \text{ kN}$$

$$F_{acc} = m \cdot a = 153 \cdot 0,3 = 46 \text{ kN}$$

$$F_d = m \cdot g \cdot i \cdot 10^{-3} = 147 \cdot 9,81 \cdot 0,07 = 101 \text{ kN}$$

Il faut donc pouvoir développer environ 150 kN jusqu'à 40 km/h, soit environ une puissance de 1650 kW.

Pour le maintien de la vitesse maximale de 70 km/h sur la rampe de 70 %, On peut compter sur une force de frottement de 2,3 kN, ce qui demande un effort de 103,3 kN. A cette vitesse, la puissance nécessaire s'élève à 2 MW.

Pour l'accélération de 1 m/s^2 , qu'on veut maintenir jusqu'à 60 km/h, il faut compter sur un effort de 153 kN. On doit donc pouvoir développer en pointe 2,55 MW. Pour maintenir la vitesse de 140 km/h, il faut environ 5,5 kN, soit une puissance de 220 kW. La puissance nominale de 2 MW, pouvant atteindre brièvement 2,6 MW telle qu'installée dans le véhicule Flirt convient aussi pour notre application.

On ne pourra cependant pas reprendre sans autre les composants développés pour ce véhicule : il faudra auparavant vérifier si les courants circulant dans le circuit intermédiaire sous ligne de contact à tension continue sont compatibles avec le dimensionnement des convertisseurs des moteurs. Il faut encore vérifier si le souhait de chaînes indépendantes par moteur, exposé au point **A**, est vraiment suffisamment important, ou si on peut profiter d'une unification des équipements avec les trains qui circulent déjà dans la région.

C Avec une masse adhérente de 64,4 [t] on peut espérer dans des conditions normales d'adhérence ($\mu_f = 0,35$) développer un effort de traction de 220 kN, soit suffisamment pour les besoins calculés en **B**. Ce n'est que si l'adhérence est souvent plus faible qu'il faudra envisager une autre architecture. Une motorisation des bogies *Jacobs* est certes possible, mais pour garantir le passage des voyageurs sans surélévation trop importante du plancher, on ne pourra pas installer des moteurs identiques, mais seulement des moteurs plus petits, donc moins puissants (250 kW au lieu de 500 kW), soit une configuration $B_o' - B_o' - 2' - B_o' - B_o'$. L'équipement électrique devra être installé complètement en toiture. Si on équipe aussi les bogies extrêmes des mêmes moteurs, on peut même utiliser l'équipement standard calculé au point **B**, en répartissant simplement la puissance sur 4 moteurs au lieu de 2. Afin de limiter à 2 les types de bogies, on pourrait même passer à une motorisation totale, avec 5 moteurs de 200 kW par onduleur. Même si le contrat est attribué au même constructeur que les Flirt, les caisses devront vraisemblablement être adaptées dans la zone des bogies, avec un plancher plus élevé pour passer d'une caisse à l'autre. Ce n'est que dans ce cas de répartition de puissance sur plus d'essieux que l'usage de moteurs synchrones peut s'avérer judicieux, sa dimension étant environ 30 % plus faible qu'un asynchrone de même puissance.