

td	td CT 2.1	TSI 1 Période 1
	Analyse fonctionnelle et structurelle d'un système	30 min
	Cycle 1 : Communication Technique	4 semaines

Analyser Modéliser Résoudre Expérimenter Réaliser Concevoir Communiquer

ANALYSER

- Décrire le besoin et les exigences
- Traduire un besoin fonctionnel en exigences.
- Qualifier et quantifier les exigences.
- Associer les fonctions aux constituants.
- Identifier et décrire les chaînes fonctionnelles du système.
- Identifier et décrire les liens entre les chaînes fonctionnelles.
- Identifier l'architecture structurelle d'un système.
- Identifier la nature des flux échangés entre les différents constituants.

Cet exercice guidé se focalise sur la quantification des écarts entre les performances mesurées et les performances attendues du cahier des charges.

L'analyse des architectures fonctionnelle et structurelle est menée afin d'identifier les caractéristiques ayant un impact sur ces performances. Le détail des compétences travaillées est donné dans le tableau 1.1.

Performances de la GT-R ®

La Nissan GT-R ® est classée dans le livre Guinness des records en tant que voiture « quatre places de production la plus rapide du monde sur le 0 à 100 $km.h^{-1}$ ».

En effet, Nissan annonce pour cette voiture de sport une accélération permettant de passer de 0 à 100 $km.h^{-1}$ en moins de 3,3 s.



Figure 1.11. Nissan GT-R. ®

Cahier des charges :

Les exigences du cahier des charges fixé par le constructeur sont données partiellement dans le diagramme des exigences figure 1.12.

Objectif

L'objectif est d'utiliser un essai sur circuit pour valider ou non l'exigence d'accélération du cahier des charges par le système réel (0 à 100 $km.h^{-1}$ en moins de 3,3 s). Un essai sur banc sera alors analysé pour compléter la validation des autres exigences du cahier des charges.

1 Analyser et modéliser un système multiphysique

Description structurale

Le moteur de la GT-R® est un V6 de 3,8 litres bi-turbo, développant une puissance de 485 ch à 6 400 tr.min⁻¹ et un couple de 587 Nm, disponible entre 3 200 et 5 200 tr.min⁻¹. Un couple est l'effort appliqué à un axe pour l'entraîner en rotation. Cette définition sera affinée dans les chapitres suivants. C'est la grandeur duale de la vitesse de rotation. La vitesse de rotation multipliée par le couple donne une puissance.

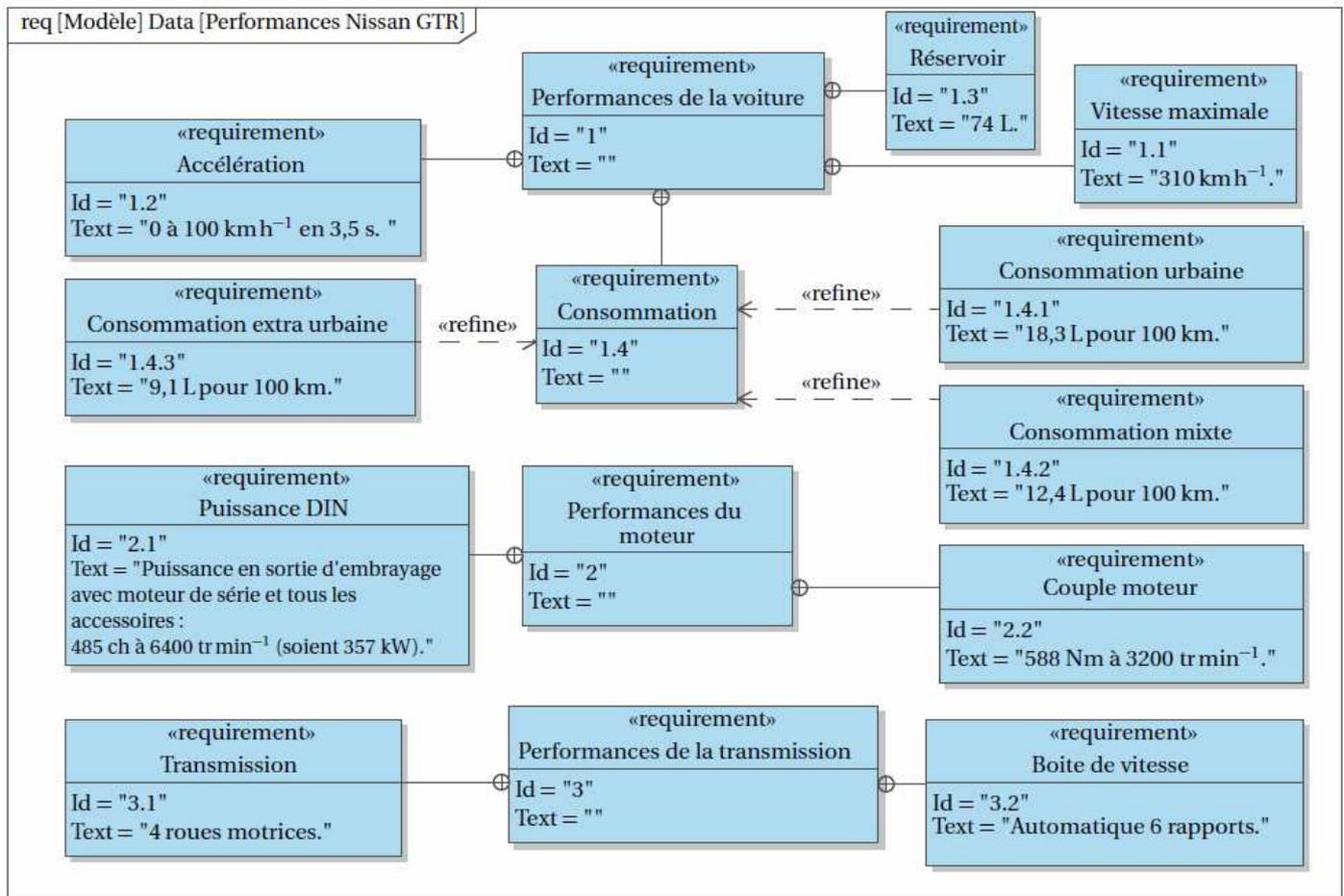


Figure 1.12. Diagramme des exigences partiel.

Afin d'adapter la puissance moteur à la situation de conduite, une boîte de vitesses séquentielle robotisée à double embrayage à six rapports est utilisée. La puissance est transmise au différentiel arrière *via* un arbre de transmission nommé pont arrière. Le différentiel permet aux roues motrices de tourner à des vitesses différentes lors d'un virage : les roues situées à l'extérieur du virage tournent plus vite que celles situées à l'intérieur.

La GT-R® a une transmission intégrale à répartition variable, ce qui signifie que les 4 roues sont motrices et que la répartition des efforts peut se faire selon les besoins. En effet, cette dernière est équipée du système ATTESA (Advanced Total Traction Engineering System for All-Terrain) qui permet au véhicule de se comporter comme une propulsion (roues arrières motrices uniquement) en temps normal mais offre la possibilité d'envoyer du couple vers les roues avant en cas de perte d'adhérence.

À cette fin, une boîte de transfert contient un embrayage hydraulique multidisques contrôlé par une pompe à huile. Cette pompe à huile est commandée par l'ordinateur de bord afin d'envoyer, si nécessaire, la puissance vers les roues avant.

Cet ordinateur de bord est relié à des accéléromètres et aux capteurs ABS de chaque roue et mesure les vitesses de rotation de chacune d'elles tous les 1/10 de seconde. Il peut ainsi détecter une éventuelle perte de traction d'une roue.

Afin de répartir les masses, l'embrayage, la boîte séquentielle, le pont arrière et la boîte de transfert sont placés à l'arrière du véhicule. Un arbre de transmission secondaire, parallèle au premier, permet le renvoi du couple au différentiel avant.

L'IBD figure 1.14 se limite à la partie transmission, aux effecteurs et aux éléments nécessaires au traitement des données de la GTR. À partir du moteur jusqu'à l'effecteur les éléments font partie de la chaîne d'énergie, donc les flux correspondent bien à de l'énergie. Les capteurs relèvent des informations physiques (mouvement de la caisse du véhicule par rapport au châssis, rotation des roues) et fournissent une information numérique ou analogique à destination de la commande (ordinateur) qui donnera des ordres (informations) pour que l'énergie évolue.

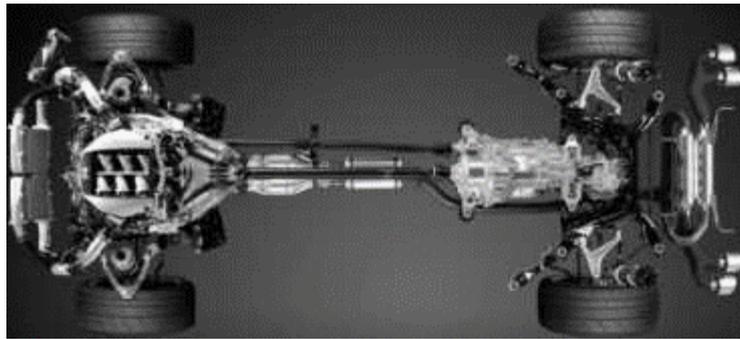


Figure 1.13. Transmission de la Nissan GT-R. ®

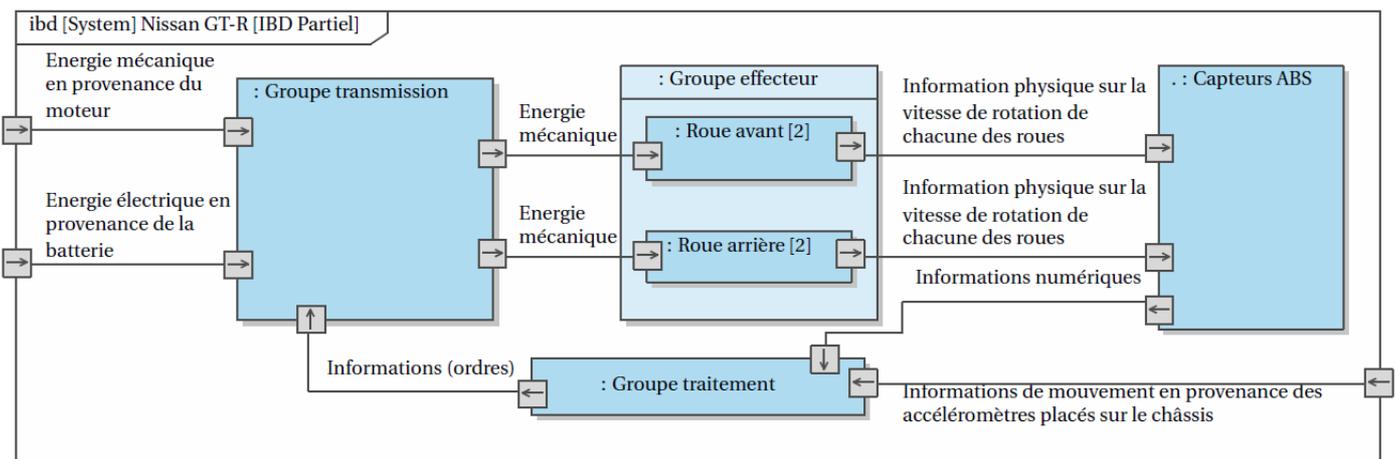


Figure 1.14. Extrait du diagramme de définition des blocs internes.

Le détail du groupe transmission est donné figure 1.15 ainsi que le diagramme de définition de blocs correspondant figure 1.16.

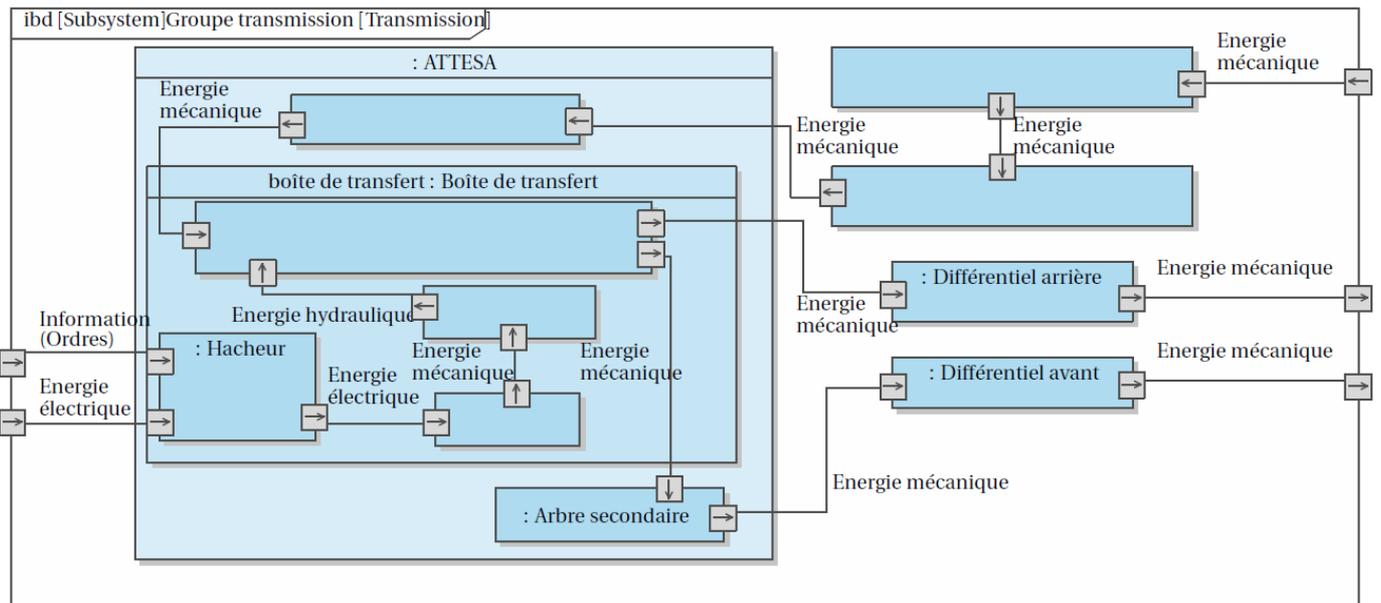


Figure 1.15. Détail du bloc transmission à compléter.

- 1) En utilisant le diagramme de définition de blocs et les flux entre les blocs, compléter l'IBD du groupe transmission figure 1.15.
- 2) Quelles sont les caractéristiques techniques du véhicule qui vont participer à la satisfaction de l'exigence d'accélération ?

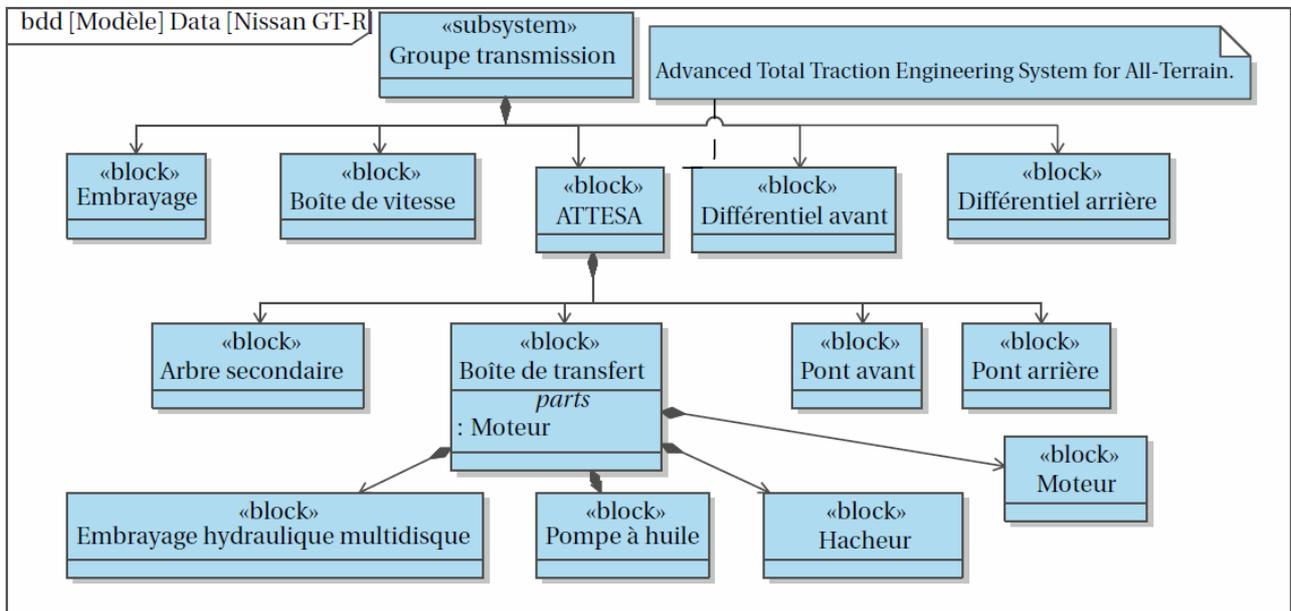


Figure 1.16. Extrait du diagramme de définition des blocs pour le groupe transmission.

Vérifier les performances

Les ingénieurs Nissan ont réalisé un essai sur le circuit Sendai Hi-Land Raceway pour mesurer les performances du véhicule. Les résultats sont donnés sur la figure 1.17.

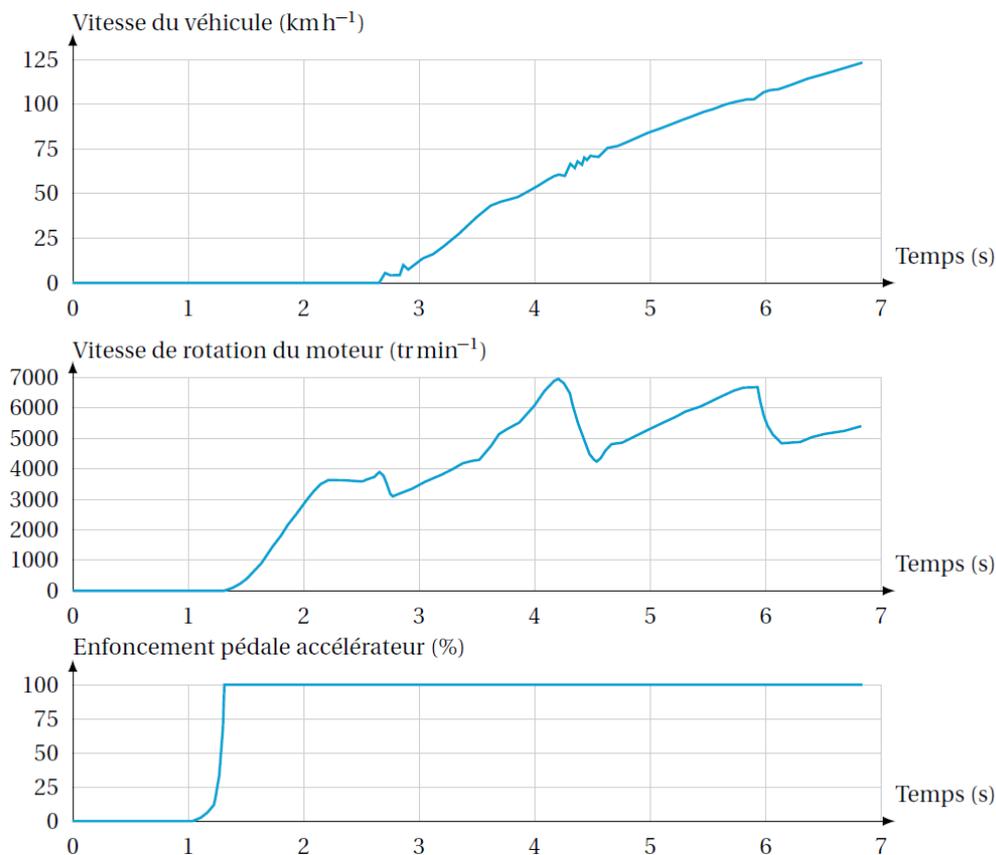


Figure 1.17. Mesures réelles sur le circuit Sendai Hi-Land Raceway.

- 3) En combien de temps le 0 à 100km.h⁻¹ est-il réalisé ? À quel régime moteur le rapport de transmission a-t-il été changé ? À quelles caractéristiques du véhicule correspond ce régime moteur ?

Un autre essai est réalisé sur un banc d'essai qui permet de déterminer les caractéristiques du moteur seul. Le banc d'essai permet d'enregistrer la vitesse de rotation et le couple moteur fourni (figure 1.18) en sortie d'embrayage. Différents types de bancs peuvent être utilisés ; un banc d'essai particulier sera étudié plus en détail dans l'exercice 1 du chapitre 3.

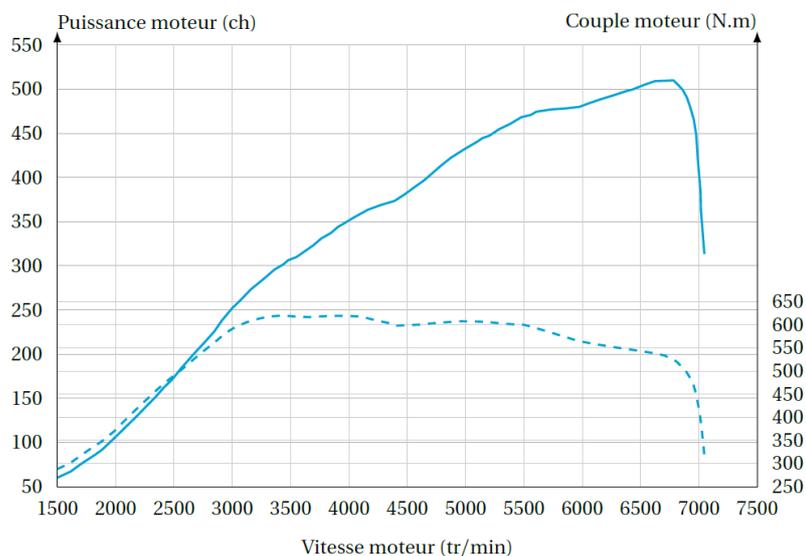
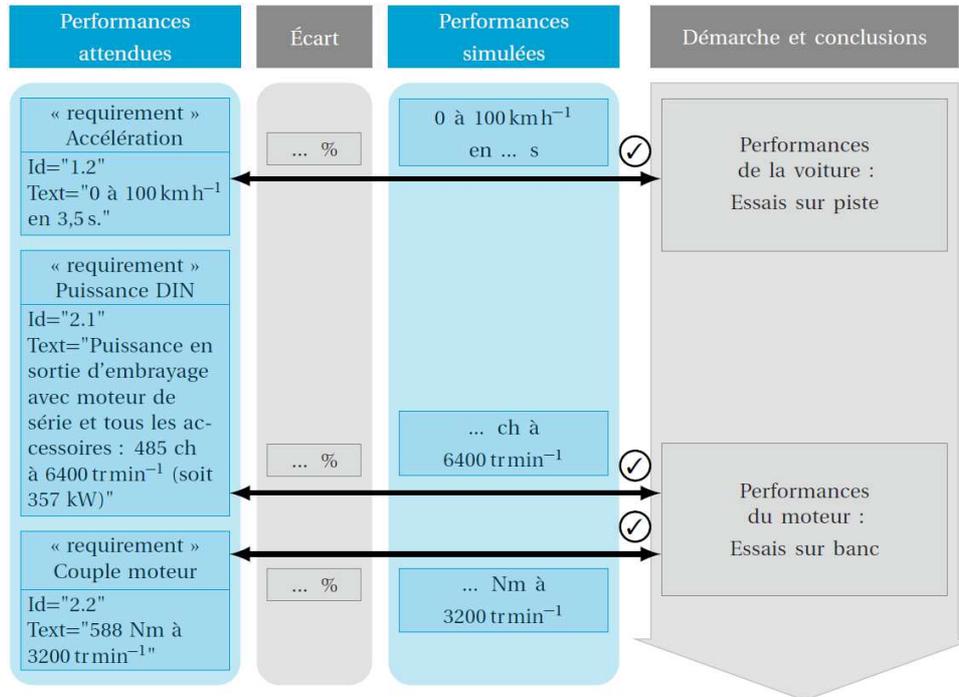


Figure 1.18. Résultats des essais sur banc.

- 4) Déterminer le régime moteur correspondant à la puissance maximale. Comment peut-on tracer la courbe de puissance à partir des enregistrements effectués?
- 5) Déterminer les écarts entre les différentes **performances attendues** et les **performances mesurées** en pourcentage par rapport aux valeurs du cahier des charges. Compléter le diagramme récapitulatif de l'étude. Vérifier si les écarts sont logiques compte-tenu du fait que le banc d'essai est réalisé sur moteur seul.



- 6) Quels sont les facteurs pouvant remettre en cause les résultats expérimentaux dans le cas de l'essai sur banc d'une part et des essais sur piste d'autre part ?