

# MOTO

## JOURNAL

15F  
N°940

ESSAI COMPLET

# HONDA VFR 750

GP VITESSE  
MENACES  
SUR LES 500 ?

TECHNIQUE  
COMMENT TROUVER  
DES CHEVAUX ?

CONTACT  
KAWASAKI  
ZXR 400



CONTACT TRAIL



KAWASAKI 125 KDX

M 2042 - 940 - 15,00 F



3 MAI 1990 - SUISSE 4,70 FS  
- COTE-D'IVOIRE 1 040 F CFA - BELGIQUE 110 FB



# A LA RECHERCHE DES CHEVAUX PERDUS

*Passionné de mécanique, d'électronique et de moto, nanti d'un solide bagage technique, Christian Menesson s'est décidé un jour à comprendre pourquoi la dernière 350 RDLC qu'il venait de s'offrir était moins brillante que le modèle qu'il possédait précédemment. Poussé par sa seule curiosité, sans ambition de rentabilité d'aucune sorte, il va se fabriquer son propre banc de mesure, puis intervenir sur la cartographie du boîtier électronique et enfin se fabriquer de toutes pièces un système d'injection. Sans gros moyens mais avec beaucoup d'astuce et de ténacité. Il nous raconte son aventure.*

Par Christian Menesson

## Les motivations du projet

L'idée de mettre un moteur sur un banc de puissance dans le but de déterminer l'influence de chaque paramètre (avance à l'allumage, carburation, forme des pots d'échappements...), sur la puissance ou la consommation, traînait dans ma tête depuis de longues années.

Le point de départ des essais qui suivirent fut provoqué par l'acquisition en 1988 d'une Yamaha 350 RDLC modèle 1WT en remplacement du précédent modèle (31K). J'allais découvrir à l'usage que la nouvelle version était moins performante malgré une puissance supérieure annoncée dans les dépliants publicitaires. En effet, le modèle 1WT strictement d'origine était moins rapide et prenait moins de tours que la 31K. De plus, passé quelques centaines de mètres d'altitude, par temps chaud, le moteur « rata-touillait » et plafonnait vers 7000 tr/mn. J'ai donc décidé d'effectuer des essais sur un moteur de 350 RDLC afin de comprendre les raisons qui provoquaient de telles différences de comportement.

La première étape a consisté à interchanger successivement, d'une moto à l'autre, tous les éléments pouvant être à l'origine de cette différence de comportement et à apprécier sur route les conséquences de ces changements. Il s'est avéré rapidement que cette méthode était trop subjective et non quantifiable pour tirer des conclusions tangibles. Des essais sur banc se révélaient donc nécessaires pour valider ces hypothèses.

La deuxième étape consistait donc à trouver un banc moteur. Les investigations auprès d'organismes susceptibles de mettre à ma disposition un banc de puissance s'avérant infructueuses, une brève collaboration avec un préparateur n'ayant débouché sur

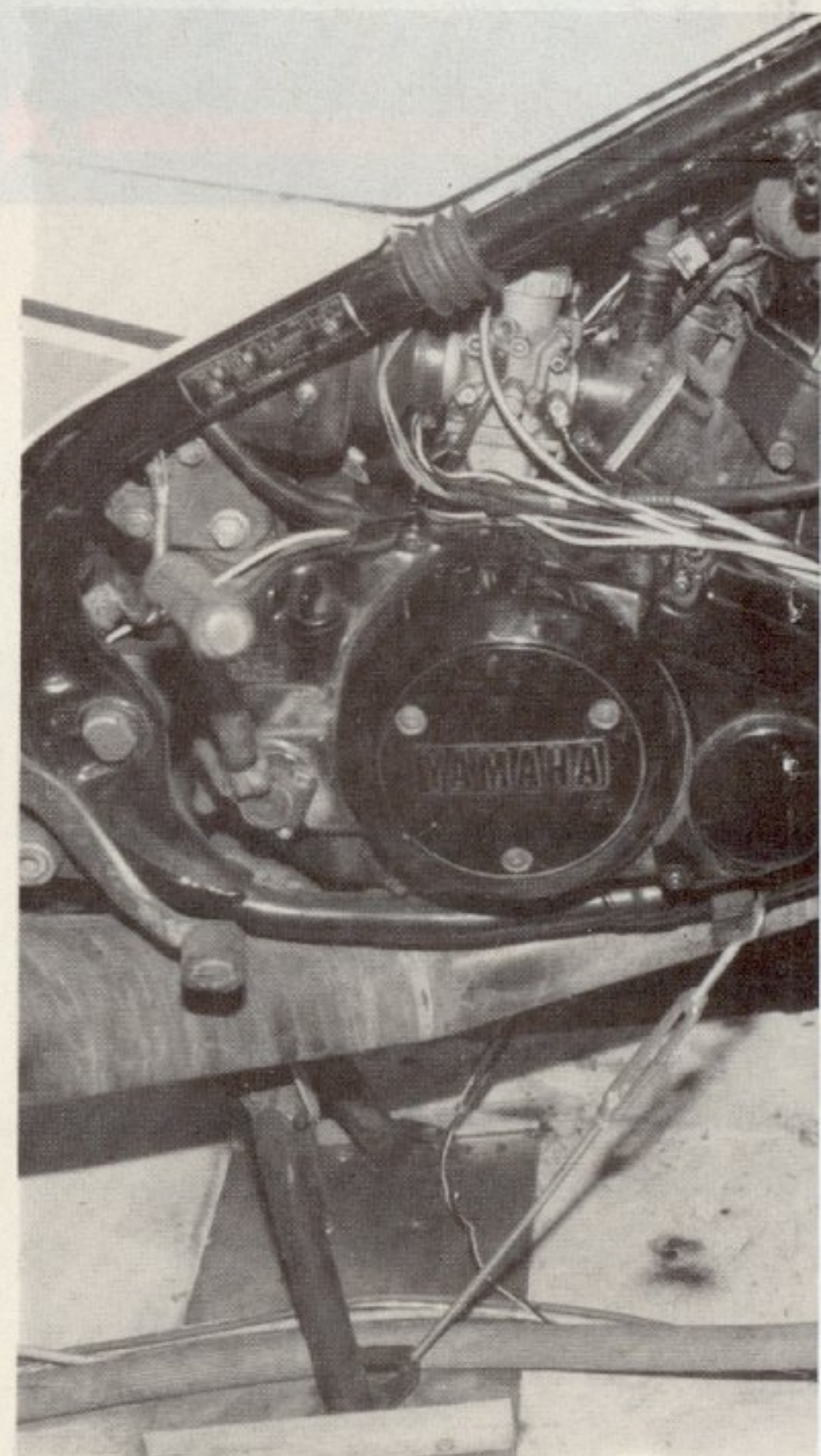
aucun résultat, j'ai envisagé de construire un banc. Son étude et sa réalisation m'ont pris près de quatre mois avant d'obtenir un système parfaitement au point.

Enfin, l'ultime étape m'a ramené à l'idée initiale du projet dont je m'étais légèrement écarté par nécessité. Durant cette période qui dura près de trois mois, j'ai comparé au banc tous les éléments qui pouvaient être à l'origine de la différence de performances des deux RDLC. De plus, les cartographies d'YPVS et d'allumage furent modifiées pour relever l'influence de ces paramètres sur la puissance. Enfin, j'ai réalisé une injection électronique programmable dans le but de relever l'influence de la carburation sur la puissance.

## Le banc de puissance

Un rapide tour d'horizon des bancs disponibles sur le marché m'a permis de constater qu'il existait deux grandes familles, les freins hydrauliques et les freins électriques.

Les premiers n'étaient pas adaptés à mon application car leur temps de réponse trop élevé n'aurait pas permis d'effectuer d'essais à régime constant sur un moteur deux-temps. Les freins électriques auraient pu convenir techniquement, mais leur prix prohibitif (+ de 250 000 F) les rendait inaccessibles. Je me suis donc lancé à la recherche d'une autre technique pouvant répondre aux critères suivants: j'avais besoin d'un frein capable d'absorber au moins 60 ch et pouvant être stabilisé en régime ou en couple à partir d'une consigne électrique. Il fallait également que le temps de réponse du frein soit inférieur à 0,1 seconde afin d'assurer la stabilité du système à régime constant. Il devait aussi s'adapter sur la transmission secondaire, ou mieux encore sur la roue arrière pour



*A l'avant, on découvre la petite pompe qui assure la circulation d'eau. La moto restant immobile lors des tests de mesure, il a fallu remplacer le radiateur par un simple échangeur, le refroidissement étant assuré par de l'eau courante. On remarque l'injecteur fixé sur la pipe caoutchouc entre la boîte à clapets et le carburateur qui ne sert plus désormais qu'à permettre à l'air d'admission de parvenir jusqu'au moteur.*

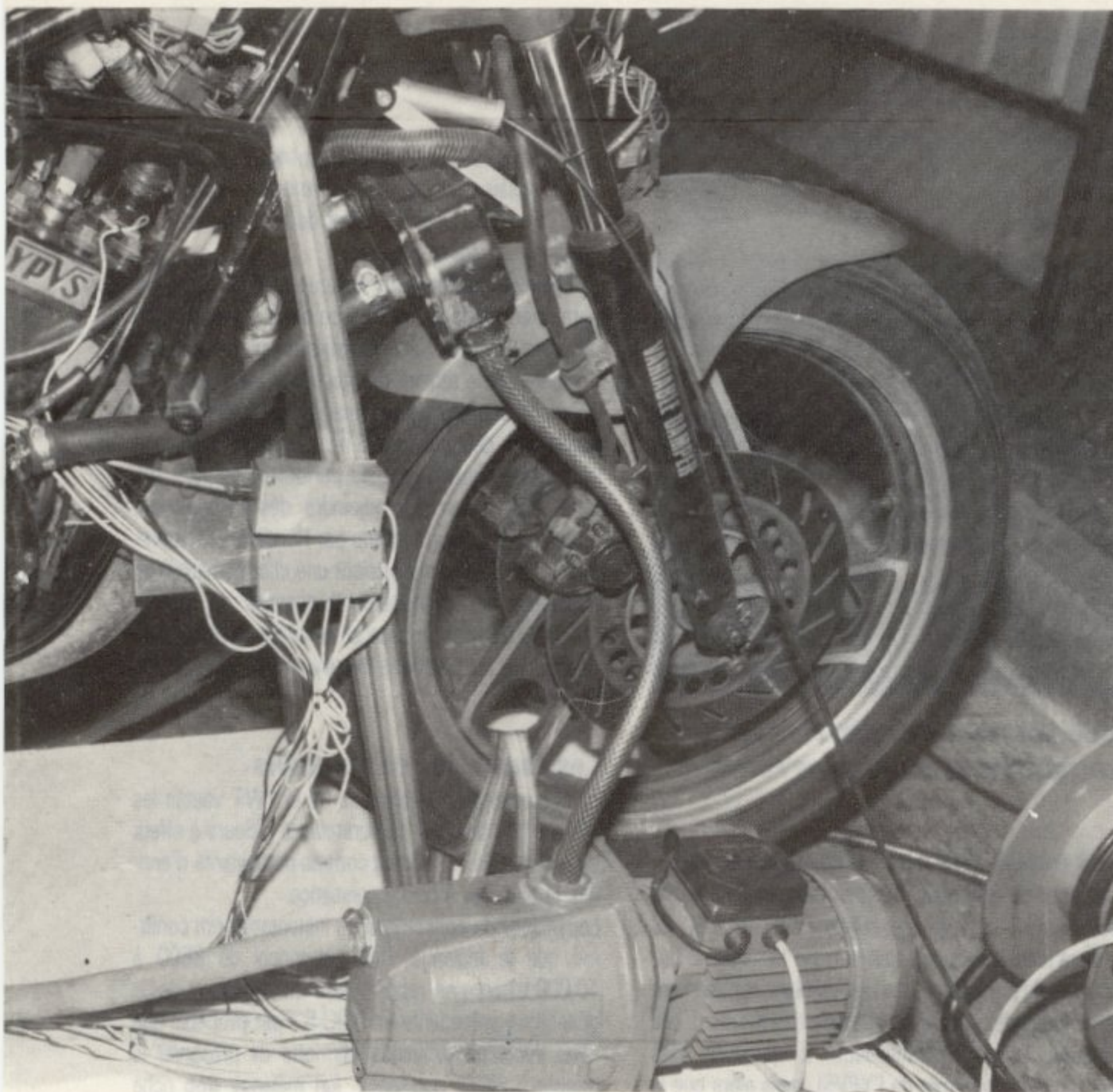
bénéficier de son amortisseur de couple et être suffisamment compact pour rendre l'ensemble moto et banc portable. Enfin, il devait être peu coûteux et simple à construire.

La première solution qui m'est venue à l'esprit pour satisfaire au mieux l'ensemble des critères précédents est d'utiliser le frein à disque de la roue arrière pour absorber la puissance du moteur. L'inconvénient majeur de cette solution est de ne jamais avoir été validée dans le passé, du moins à ma connaissance.

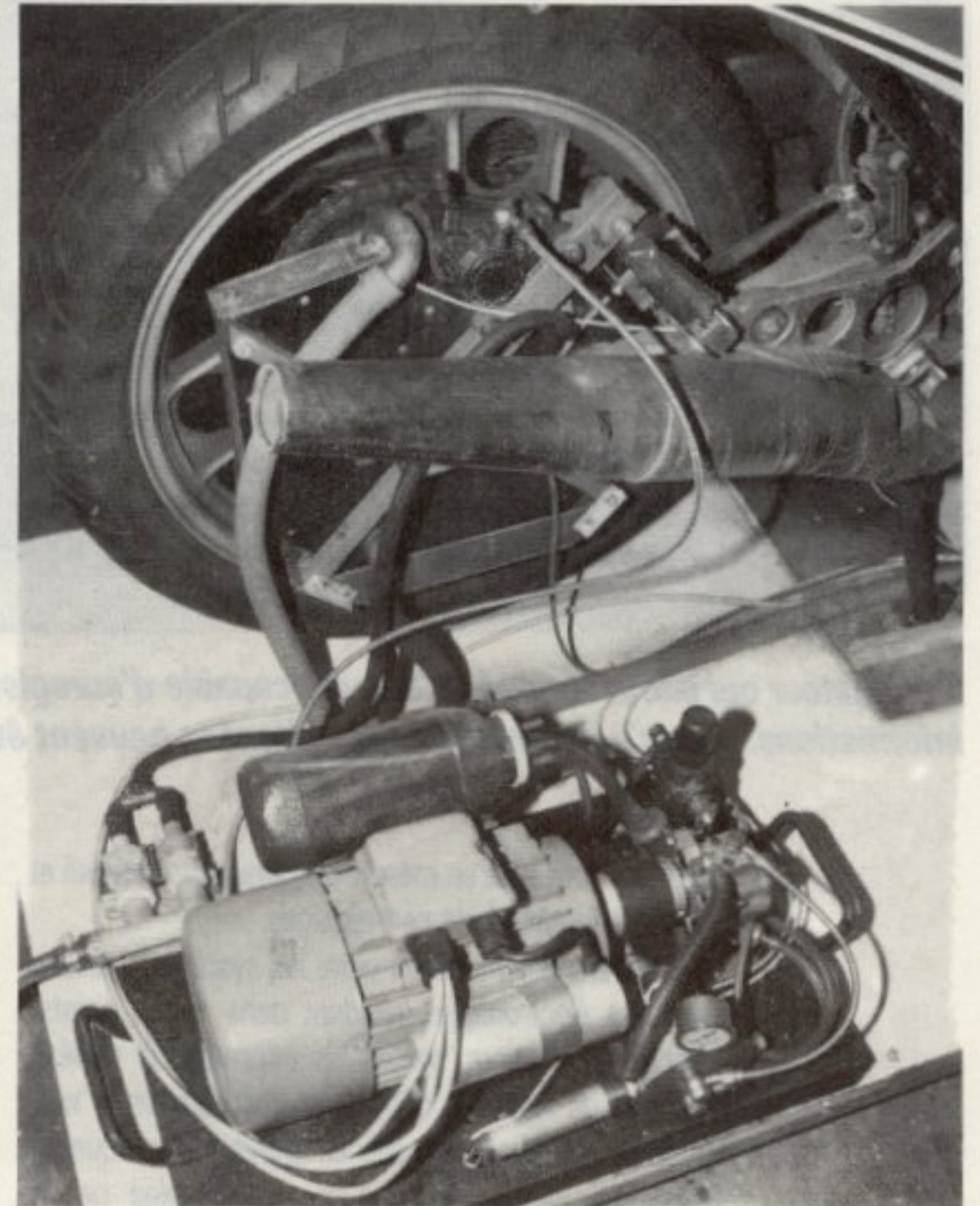
## Principe de l'absorption de puissance

L'ensemble du banc de puissance fonctionne de la façon suivante. L'énergie fournie par le moteur est transmise au frein arrière par l'ensemble pignon, chaîne, couronne, amortisseur de couple d'origine. Cette énergie, qui est ensuite absorbée par le disque du frein, est fonction du régime de rotation de la roue et de la pression générée par la centrale hydraulique reliée à l'étrier du frein. La pression délivrée par la centrale est déterminée par le courant de commande de l'électrovanne. Ce courant est généré par un boîtier





*Le banc de mesure. Une pompe applique à l'étrier de frein arrière la pression voulue par l'opérateur. Un capteur fixe est ancré sur le bras oscillant (en partie masqué par le repose-pied arrière). On remarque le carter étanche qui entoure le disque de frein dans lequel circule de l'eau froide qui sera ensuite recyclée dans l'échangeur thermique du moteur.*



électrique qui centralise les informations nécessaires au fonctionnement du banc, régime du moteur, couple de freinage à la roue, pression hydraulique de freinage et consigne de couple ou de régime.

Suivant les valeurs de ces informations, le boîtier générera un courant de commande dans la bobine permettant le fonctionnement du moteur à régime ou couple constant. Le boîtier effectue aussi l'affichage du couple, du régime et de la puissance. La mesure du couple de freinage provient d'un capteur de force monté entre le bras oscillant (référence mécanique) et le bras supportant l'étrier, celui-ci étant libre sur l'axe de la roue. La mesure de régime s'obtient en reprenant l'information du capteur d'allumage.

### Principe du refroidissement

La puissance absorbée par le frein se transformant en chaleur, il faut penser à dissiper les calories. Pour compliquer le tout, le radiateur du moteur n'étant plus suffisamment refroidi par l'air ambiant, le circuit d'origine doit être modifié.

Le problème a été résolu de la manière suivante. Le disque du frein est enfermé dans un carter étanche dans lequel est introduite de l'eau froide qui se réchauffe en absorbant les calories du frein. Une pompe facilite l'évacuation de l'eau chaude qui est centrifugée dans le carter par la rotation du disque ajouré. L'eau, qui est à une température maximum de 50°, est acheminée vers l'échangeur thermique du moteur dont elle ressort au maximum à 85° pour être rejetée à l'extérieur sous un débit d'environ 15 litres par minute. L'échangeur thermique assure une parfaite stabilité de la température moteur ce qui est une nécessité lors d'essais au banc. Deux capteurs de température sont montés sur la culasse et sur le frein afin de prévenir de toute surchauffe.

## Les essais

### La philosophie des essais

Les essais sur route ont révélé, en première approche, que l'YPVS (le système de régulation situé à l'échappement), l'allumage, les pots d'échappement (c'était évident) et les carburateurs avaient subi une évolution. Ces essais ont été effectués en prenant une base de 31K (le modèle le plus ancien) et en permutant un à un les éléments provenant d'un modèle 1WT. Seule la permutation des clapets n'a apporté aucune modification du comportement.

L'objectif initial des essais au banc était de quantifier la variation de puissance provoquée par l'évolution technique de chacun de ces éléments. Disposant d'un banc de puissance en permanence, les essais furent davantage poussés, et eurent, en plus, pour but de modifier la cartographie de l'YPVS et relever l'influence d'une variation de position des boisseaux oscillants (YPVS) sur la puissance en fonction du régime. Second objectif, réaliser une injection électronique sur laquelle les paramètres déterminant la richesse du mélange soient entièrement programmables.

Ces derniers essais, de loin les plus complexes à mettre en œuvre, avaient pour but de mesurer avec une grande souplesse l'influence de la richesse sur la puissance du moteur, et de déterminer par conséquent la carburation optimale pour des conditions d'essais définies.

### Les mesures

Compte-tenu de la complexité des essais et du nombre à effectuer, il m'a fallu développer un banc programmable. Celui-ci permet de visualiser simultanément jusqu'à huit mesures telles que le régime, la

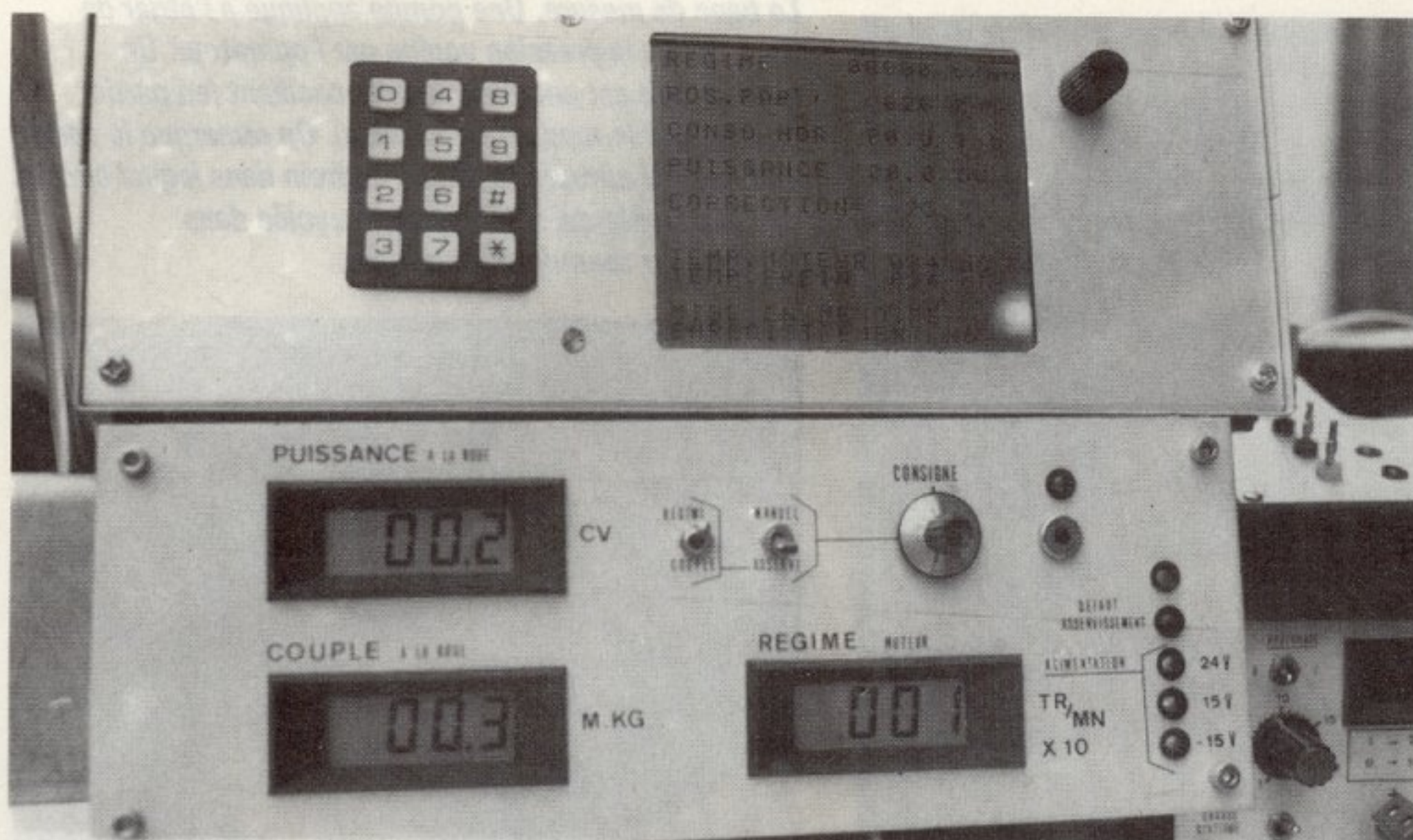
position des boisseaux de carburateurs, la puissance à la roue arrière, la consommation instantanée, les températures de frein et de moteur ou toute autre mesure en fonction des essais en cours. Il mémorise les huit mesures simultanées par simple pression de la touche spécialisée, afin d'éviter un relevé manuscrit fastidieux et peu commode. Il effectue des tris ou des calculs sur l'ensemble de ces données pour faciliter leurs exploitations ultérieures. Par exemple, les courbes de puissance à la roue arrière sont élaborées à partir du rapport de démultiplication entre le vilebrequin et la roue arrière (cette constante dépend du rapport de boîte sélectionné et vaut 5.85 sur le sixième rapport), d'une constante d'homogénéité, des mesures de régime moteur et des mesures de couple à la roue arrière conformément à la formule :  $P(ch) = C(mkg) N(tr/mn) / 716 \times 5,85$ .

Les valeurs de puissance ainsi calculées sont ordonnées par régime et ouverture papillon croissants et visualisées sur imprimante sous forme de tableau. Tout ceci pourrait bien entendu être effectué manuellement mais la méthode accuserait vite ses limites sachant qu'un essai complet demande plus de mille mesures... De plus, celles-ci étant mémorisées, elles peuvent être exploitées ultérieurement pour de nouveaux calculs.

### Quelques notions sur les systèmes à cartographie électronique

L'évolution de l'électronique a offert depuis une dizaine d'années des solutions techniques pour résoudre les exigences de moteurs toujours plus performants et moins polluants. Celles-ci passent par une grande stabilité des points de fonctionnement du moteur définis par le constructeur. Or les systèmes mécaniques traditionnels (avance centrifuge, carbura-





**L'ordinateur qui pilote les opérations est capable d'enregistrer, de stocker puis de trier toutes les informations. Jusqu'à huit mesures simultanées peuvent être enregistrées et affichées sur l'écran.**

teur) ne sont plus en mesure de garantir la stabilité et la reproductibilité de ces réglages.

Les différences majeures entre les systèmes mécaniques et électroniques résident dans divers points. Dans ces derniers, toutes les informations traitées (régime de rotation, débit d'air absorbé par le moteur...), sont transformées en signaux électriques à l'aide de capteurs afin d'être exploitables par le calculateur. Ils sont entièrement statiques et ne sont donc pas sujets à une usure provoquant une évolution du réglage (contrairement, par exemple, à un rupteur). Les systèmes électroniques font preuve d'une grande souplesse d'évolution. Il suffit en effet de permuter un composant appelé « mémoire programme » pour totalement modifier les fonctions du système. De même une permutation de la « mémoire de cartographie » permettra de tester de nouvelles courbes (allumage, injection...).

Enfin, les performances des calculateurs ne se dégradent pas avec le temps, contrairement, par exemple, à un ressort d'avance centrifuge qui va se détendre et donc modifier la courbe d'allumage. La mémoire de cartographie est l'élément qui contient la ou les courbes du moteur. En phase de développement moteur, on préférera une configuration encore plus souple : le calculateur de l'injection ou de l'allumage sera relié à un micro-ordinateur à partir duquel il sera possible de redéfinir à tout instant les courbes mémorisées, sans être obligé de permuter le composant. On comprend rapidement les possibilités qu'offre un tel système de mise au point moteur. C'est cette dernière solution que j'ai retenue pour les essais de l'allumage et de l'injection.

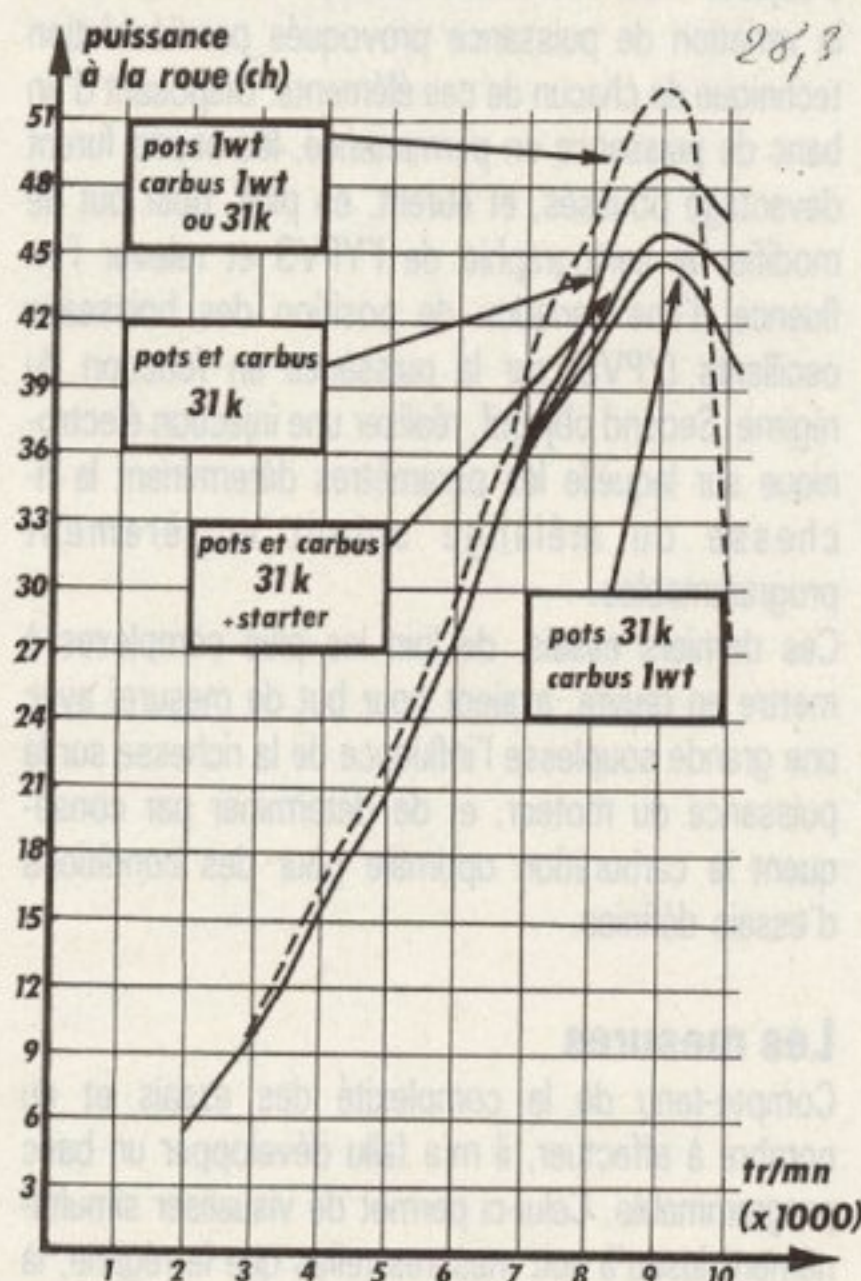
**Cette courbe illustre bien l'influence des pots du modèle 1WT (le plus récent) sur le comportement du moteur. S'ils donnent plus de puissance à tous les régimes, ils entraînent une descente vertigineuse de la cavalerie sitôt le régime de puissance maxi (9000 t/mn) franchi alors que les pots de 31K, s'ils pénalisent la puissance, donnent plus d'allonge au moteur.**

### Les essais des pots d'échappement

Les pots de 350 RDLC modèle 1WT et 31K furent passés au banc sur une même base de 31K qui restera identique durant tout le reste des essais. Les courbes de puissance obtenues reflètent parfaitement le tempérament routier de chacune des motos. L'une comme l'autre commencent à pousser dès 6000 tr/mn (ouverture de l'YPVS), mais alors que la 1WT « coupe » brutalement vers 9000 tr/mn, la 31K continue sa montée en régime au-delà de 10 000 tr/mn.

Quatre relevés de mesures permettent de parfaitement quantifier ce phénomène : les deux types de pots d'échappement procurent au moteur le maximum de puissance à 9000 tr/mn avec une supériorité pour les 1WT de 8 % sur les 31K (base de puissance 100 %).

En revanche, à 10 000 tr/mn les pots 31K ne font perdre que 4 %, alors que les modèles 1WT provoquent une chute de 47 %. Les pots du modèle 1WT sont donc mieux accordés que les 31K car ils provoquent une puissance supérieure sur une plage de



régime inférieure. La première conséquence indirecte de ces essais est la nécessité de modifier la transmission secondaire pour bénéficier de l'augmentation du couple à un régime inférieur.

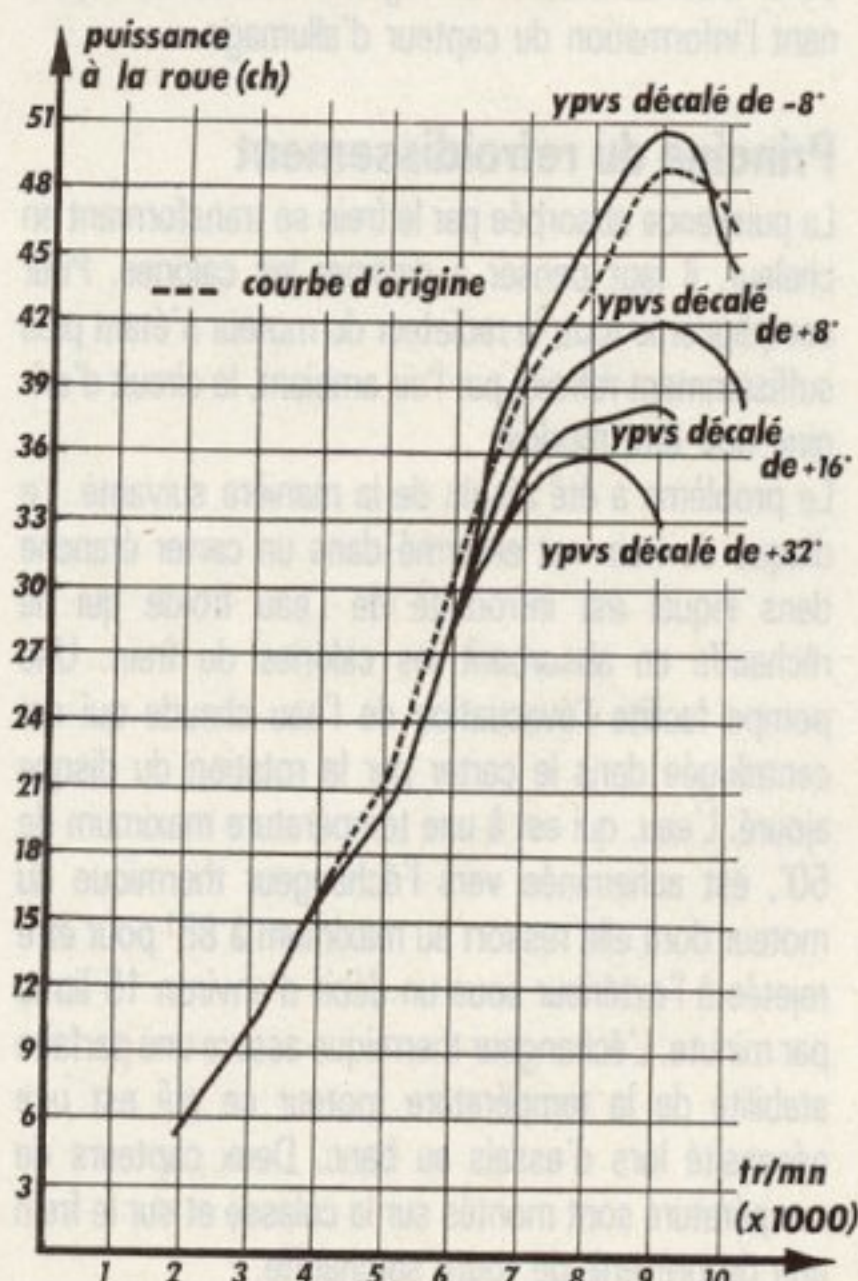
La seconde conséquence est que l'amélioration des performances de la 1WT passe par une modification des pots d'origine. Cette modification permettrait soit d'augmenter le régime de puissance maximum, soit d'étaler la courbe de puissance ce qui reviendrait à se rapprocher des pots de 31K... Une autre solution permettant d'augmenter les performances liées aux pots 1WT serait d'y adjoindre des résonateurs d'Helmholtz (principe retenu par Honda avec les premiers ATAC qui comportaient une chambre auxiliaire au-dessus de l'échappement) asservis au régime. Malheureusement, la mise en œuvre est rendue délicate par les températures très élevées et l'absence de lubrification.

### Les essais des carburateurs

La documentation publicitaire de la 1WT vantait les mérites de nouveaux carburateurs à gicleurs à effets de pointe. Ceux-ci avaient comme particularité d'enrichir le mélange à pleine puissance.

Les relevés de consommation instantanée ont confirmé que le mélange était sur-enrichi de 8500 à 10 000 tr/mn par rapport aux carburateurs de la génération précédente en 31K. S'il est probable que cette évolution technique permette de préserver le moteur à pleine puissance, (un mélange trop riche absorbe plus de calories pour passer à l'état gazeux, et diminue donc la température de la chambre de combustion), il est en revanche peu probable que le

**Ces courbes démontrent l'importance du bon réglage des boisseaux rotatifs de l'YPVS. Avec le réglage d'origine du modèle 1WT, ces boisseaux ne découvrent jamais complètement les lumières d'échappement et l'on obtient un gain de puissance significatif en déterminant un décalage de -8°.**





but ait été de gagner de la puissance. En effet, un moteur deux-temps possède un meilleur rendement avec une carburation pauvre. Les mesures effectuées ont confirmé cette hypothèse. Entre 9000 et 10 000 tr/mn, un enrichissement de 25 % provoquait une perte de puissance de 7 %.

Ces essais expliquent le comportement du moteur en altitude par temps chaud, qui refusait de monter en régime à cause d'une carburation trop riche à pleine puissance. Il pourrait donc être nécessaire d'appauvrir le mélange dans les hauts régimes à pleine charge.

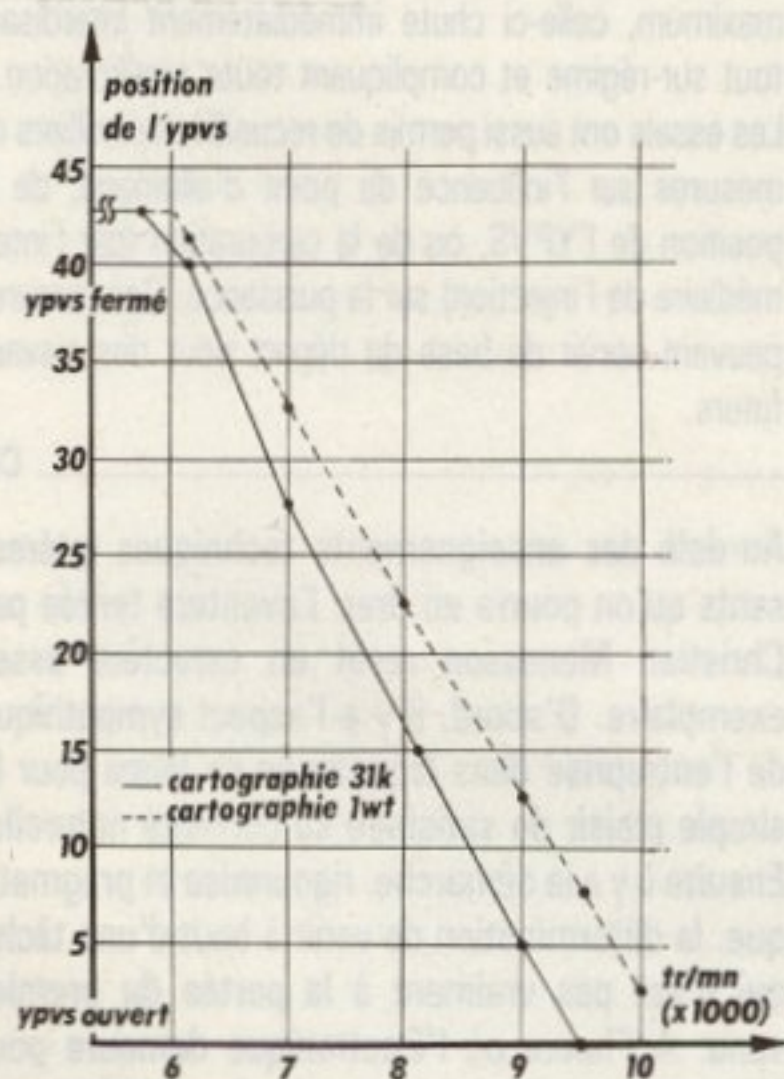
### Les essais de l'YPVS

Dans un premier temps, les deux boîtiers électroniques de commande (31K et 1WT) furent passés au banc en relevant la position des boisseaux d'YPVS en fonction du régime pour déterminer leurs cartographies spécifiques, ainsi que la puissance du moteur associée.

Il est ressorti de ces essais que les cartographies avaient évolué, ainsi que les courbes de puissances. Le régime à partir duquel les boisseaux commencent à s'ouvrir est resté identique (5800 tr/mn). En revanche, ils démasquent totalement l'échappement dès 9500 tr/mn sur la version 31K, alors qu'il faut un régime de 10 500 tr/mn sur la version 1WT. Vu que ce modèle ne prend pas plus de 9000-9500 tr/mn, le boisseau masque l'échappement de 10° soit près de 25 % de sa course, ce qui se traduit par une baisse de puissance de 3 % par rapport au boîtier de commande de la 31K.

Dans un deuxième temps, le boîtier d'YPVS de la 1WT fut modifié de façon à pouvoir faire évoluer manuellement la position des boisseaux de -80 % à +80 % par rapport à l'angle défini par la cartographie du boîtier. Cette grande plage de réglage permet de déterminer l'influence d'une variation importante du point de la cartographie sur la puissance.

Les essais ont consisté, dans la plage 2000-10 000 tr/mn - par pas de 1000 tr/mn -, à effectuer



**Courbes comparatives entre la cartographie d'origine d'YPVS sur les deux modèles. On s'aperçoit que sur la 1WT l'ouverture maxi n'est obtenue qu'à 9500 tr/mn alors que le moteur plafonne à 9000 (voir courbes échappements).**

des variations de position du boisseau de + ou -20 % (8°), + ou -40 % (16°), et + ou -80 % (32°), en relevant la puissance associée à chacun de ces réglages.

Par comparaison entre les courbes de puissance précédentes et la courbe de puissance du boîtier 1WT strictement d'origine, il est possible de déterminer si la cartographie d'origine a été optimisée. La réponse est forcément négative car nous avons vu ci-dessus que la cartographie de la 31K était plus performante. En revanche, en cherchant la courbe de puissance maximale sur l'ensemble de la plage de régime, on retrouve exactement la cartographie de la 31K...

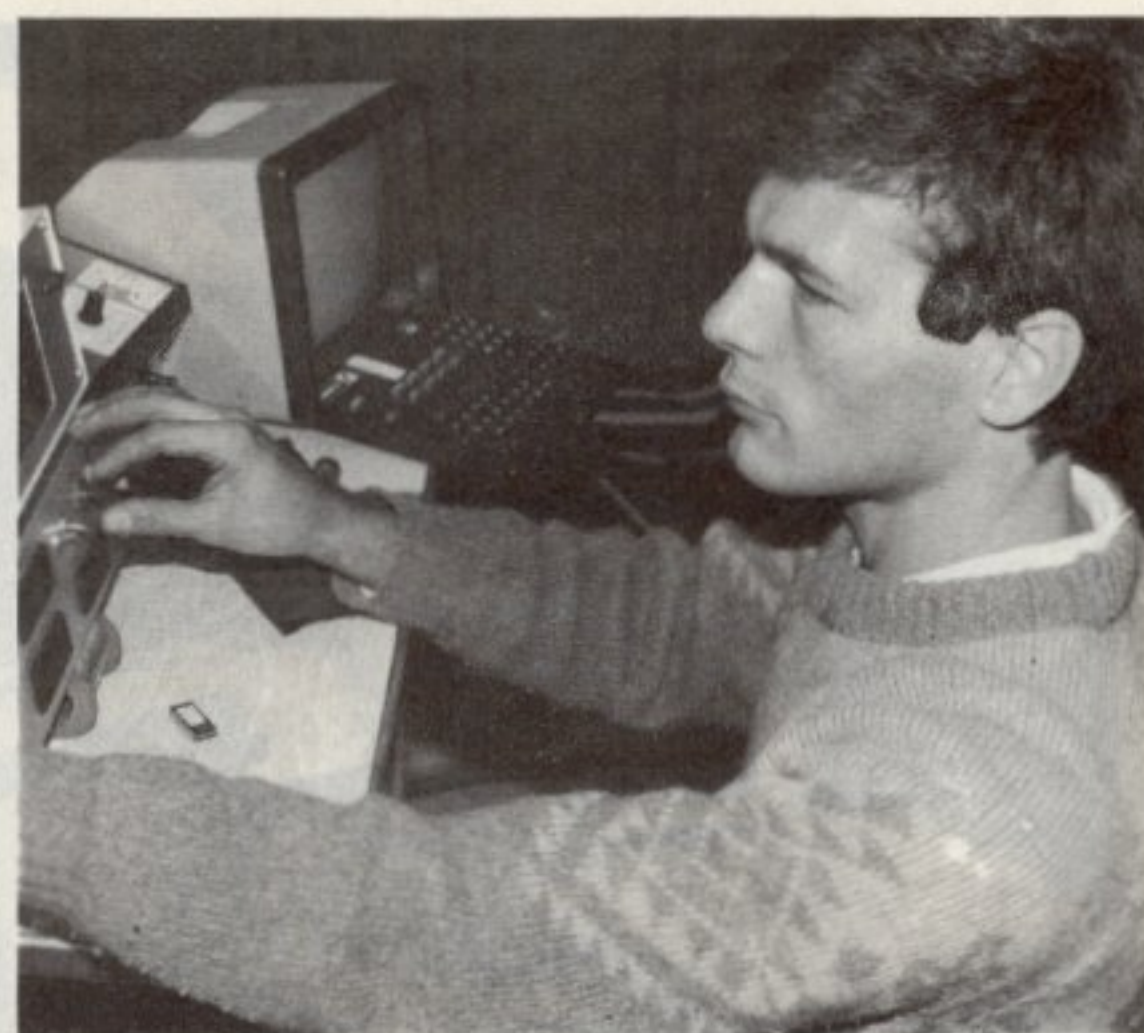
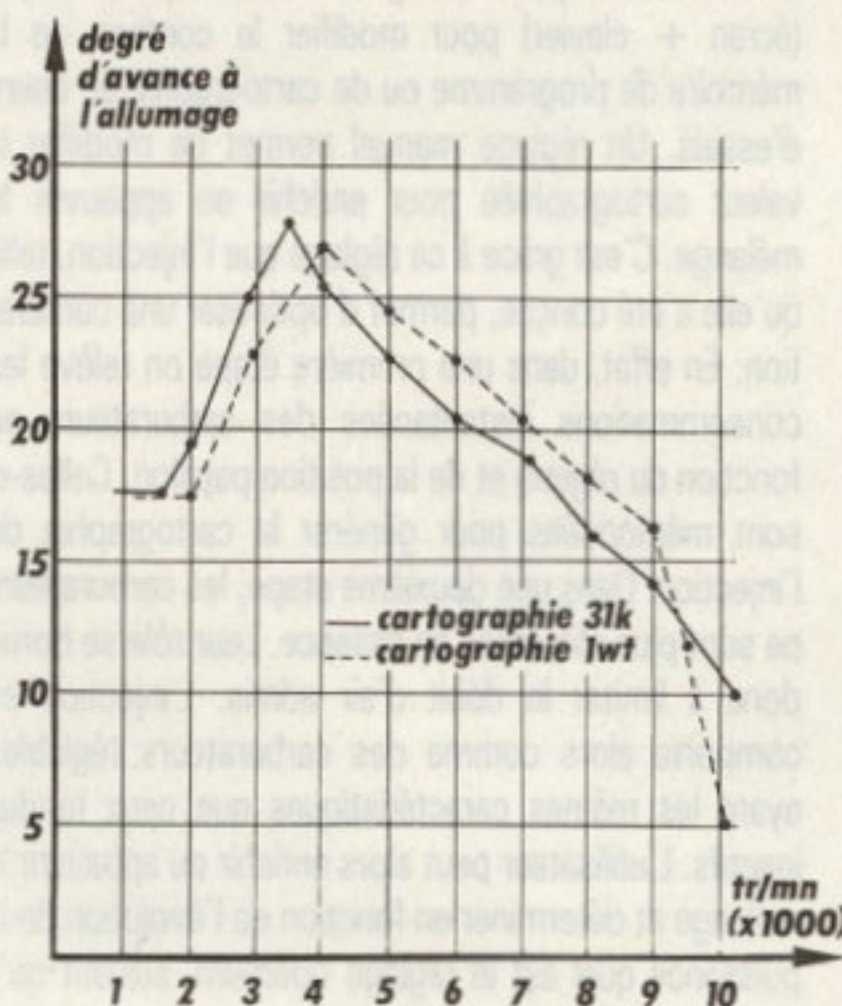
L'amélioration des performances de la 1WT se ramène, pour l'YPVS, à monter le boîtier de la 31K (la connectique est identique) à la place de celui d'origine. Cette simple transformation métamorphose déjà totalement le comportement de la moto qui retrouve une partie de son caractère. Quelques constatations intéressantes des essais méritent d'être relevées : en-dessous de 6000 tr/mn la position des boisseaux n'a que peu d'incidence sur la puissance. A 9000 tr/mn, une ouverture supplémentaire de 8° des boisseaux fait gagner 3 % de puissance, mais une fermeture supplémentaire de 8° fait perdre 17 %...

Ceci met en évidence la rigueur qu'il faut accorder d'une part à l'élaboration de la cartographie et d'autre part aux réglages mécaniques de l'YPVS lors d'une préparation moteur (démasquage total de la lumière d'échappement, jeu au câble, alignement des boisseaux...).

### Les essais de l'allumage

Tout comme lors des essais de l'YPVS, les essais d'allumage ont débuté par un relevé de la cartographie de chaque boîtier, associé à leur courbe de puissance. Il est ressorti de ces essais que les cartographies d'allumage avaient évolué ainsi que les courbes de puissances. La différence majeure survient entre

**Là encore, la courbe d'avance de la 1WT révèle une brutale cassure à 9000 tours alors que sur le modèle plus ancien, la diminution de l'avance reste progressive.**

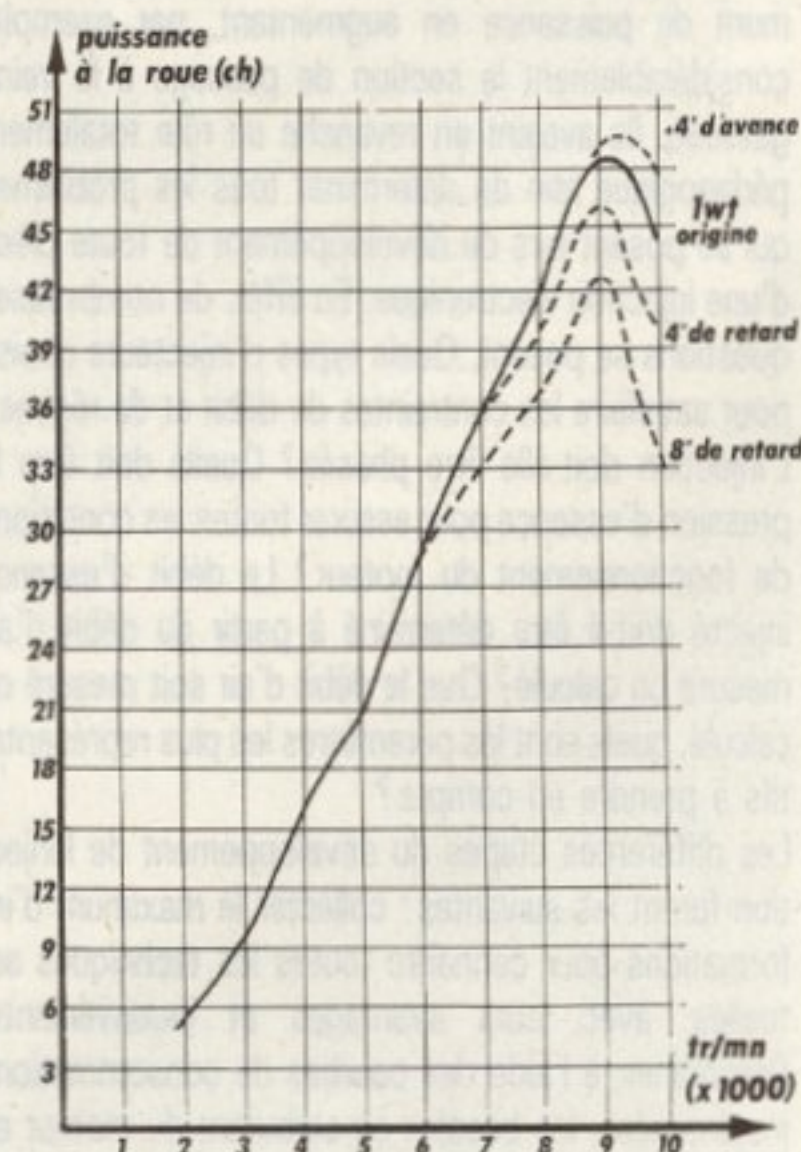


**Christian Menesson aux commandes de son appareillage.**

9000 et 10 000 tr/mn. Dans cette plage, le boîtier de la 1WT fait chuter brutalement l'avance de 70 % pour arriver à 5°, alors que le boîtier de la 31K ne provoque qu'une diminution de 30 % pour arriver à 10°. Cette différence se traduit par une perte de puissance au détriment du boîtier 1WT de 1 % à 9000 tr/mn et de 4 % à 10 000 tr/mn.

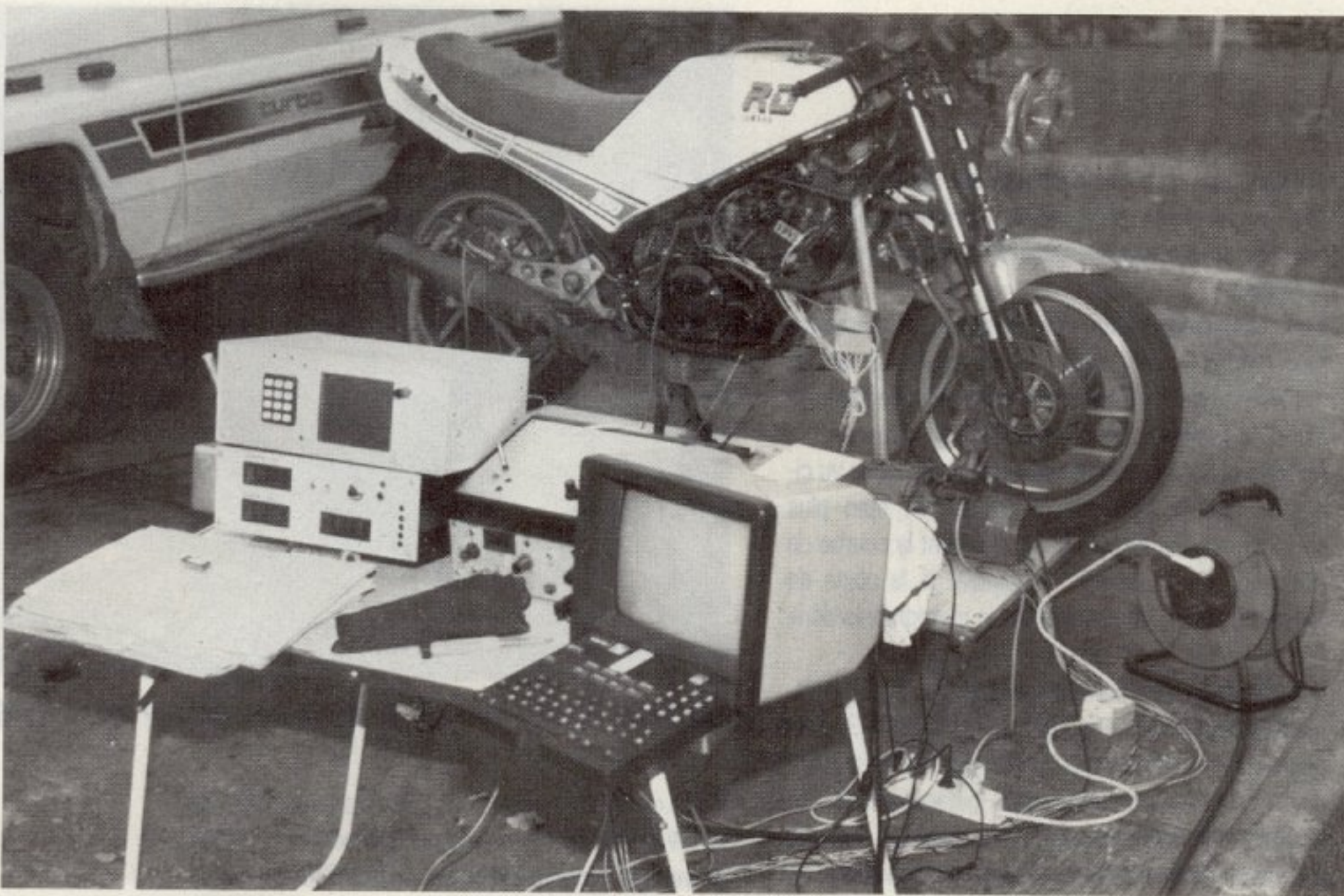
Le boîtier d'allumage d'origine n'étant pas facilement modifiable, un allumage cartographique programmable fut réalisé pour compléter les essais. La cartographie d'origine de la 1WT y fut insérée.

L'essai a consisté, dans la plage 2000-10 000 tr/mn - par pas de 1000 tr/mn - à effectuer des modifications du point d'avance par rapport à la cartographie d'origine de + ou -4°, + ou -8°, et + ou -12° en relevant les courbes de puissances associées. Une démarche identique à celle des essais précédents de comparaison des courbes de puissances pour déterminer la cartographie optimale, a été reprise. Tout comme pour l'YPVS, celle-ci correspond au boîtier d'allumage de la 31K, qui, malheureusement, ne peut pas se connecter sans modification sur le faisceau électrique de la 1WT...



**Conformément aux informations fournies par la courbe précédente (n° 4), le fait de mettre un peu plus d'avance au régime maxi se traduit par un léger gain de puissance.**





**Toute l'installation de C. Menesson tient en peu de place et permet de faire des mesures n'importe où, comme ici sur le parking de l'entreprise qui vous emploie.**

Les constatations les plus intéressantes de ces essais sont les suivantes. En dessous de 6000 tr/mn, une variation du point d'avance de  $-12^\circ$  à  $+12^\circ$  autour du point de fonctionnement normal, ne provoque pas de modification sensible de la puissance (max. 1 ch). En revanche, passé 7000 tr/mn tout retard supplémentaire provoque une baisse de puissance. Par exemple, à 10 000 tr/mn, un décalage de  $4^\circ$  diminue la puissance de 10 %, et  $8^\circ$  provoque une baisse de puissance de 25 %... L'augmentation des performances de la 1WT passe donc aussi par une modification de la cartographie d'allumage pour permettre au moteur de dépasser 9000 tr/mn avec un rendement maximum.

### Les essais de l'injection

Le but de ces essais n'était pas de gagner le maximum de puissance en augmentant, par exemple, considérablement la section de passage à la veine gazeuse. Ils avaient en revanche un rôle totalement pédagogique afin de déterminer tous les problèmes qui se posent lors du développement de toute pièce d'une injection électronique. En effet, de nombreuses questions se posent. Quels types d'injecteurs choisir pour satisfaire les contraintes de débit et de régime? L'injection doit-elle être phasée? Quelle doit être la pression d'essence pour assurer toutes les conditions de fonctionnement du moteur? Le débit d'essence injecté doit-il être déterminé à partir du débit d'air mesuré ou calculé? Que le débit d'air soit mesuré ou calculé, quels sont les paramètres les plus représentatifs à prendre en compte?

Les différentes étapes du développement de l'injection furent les suivantes: collecter le maximum d'informations pour connaître toutes les techniques actuelles, avec leurs avantages et inconvénients. Déterminer, à l'aide des courbes de consommations instantanées, les besoins en carburant du moteur en fonction du régime et de la position des boisseaux de carburateurs. Déterminer le type d'injecteur permettant de fonctionner jusqu'à 12 000 tr/mn tout en assurant un débit d'essence suffisant. Déterminer la pression d'essence en fonction de l'injecteur retenu. Effectuer de nombreux essais sur le moteur d'origine

afin de déterminer les paramètres qui seront pris en compte par le calculateur pour définir le débit d'essence. Réaliser le calculateur et mettre en cartographie les courbes de consommation des carburateurs. Procéder à des essais complets de simulation. Adapter l'ensemble du système sur le moteur, et enfin... procéder aux essais réels.

Sur le système d'injection que j'ai retenu, le débit d'essence est déterminé par deux paramètres, le régime et l'ouverture papillon. Ce choix se révèle le plus simple à mettre en œuvre pour un résultat très satisfaisant. Les autres solutions adoptées en automobile sont difficilement transposables à ce type de moteur.

Les injecteurs proviennent d'un modèle Citroën CX 2400I, et le régulateur de pression d'une Renault R25 V6 Turbo, celui-ci étant un 3 bars. L'injection est phasée (les injecteurs sont commandés individuellement), contrairement à ce qui se pratique en automobile. Ce choix était nécessaire pour que les injecteurs assurent un débit suffisant aux régimes maximum. La prise de pression de compensation du régulateur de pression d'essence est installée sur la tubulure du carburateur droit et non pas sur la durit d'équipression qui relie les deux carbus.

Le calculateur peut dialoguer avec un périphérique (écran + clavier) pour modifier le contenu de la mémoire de programme ou de cartographie en cours d'essais. Un réglage manuel permet de modifier la valeur cartographiée pour enrichir ou appauvrir le mélange. C'est grâce à ce réglage que l'injection, telle qu'elle a été conçue, permet d'optimiser une carburation. En effet, dans une première étape on relève les consommations instantanées des carburateurs en fonction du régime et de la position papillon. Celles-ci sont mémorisées pour générer la cartographie de l'injection. Dans une deuxième étape, les carburateurs ne sont plus alimentés en essence. Leur rôle se borne donc à limiter le débit d'air admis. L'injection se comporte alors comme des carburateurs réglables ayant les mêmes caractéristiques que ceux rendus inactifs. L'utilisateur peut alors enrichir ou appauvrir le mélange et déterminer en fonction de l'évolution de la puissance quel est le réglage optimum, suivant qu'il

souhaite privilégier la fiabilité, la consommation, ou la puissance. Ces nouveaux réglages peuvent être mémorisés pour déterminer d'une part la cartographie souhaitée, et d'autre part la courbe de consommation associée qui permettra de reprendre les réglages du carburateur. L'ensemble de la procédure, bien qu'apparemment très complexe, ne nécessite que quelques heures de travail, celle-ci étant confiée pour une grande part au calculateur qui se charge de mesurer, mémoriser, trier et calculer les données.

Compte tenu de sa souplesse, ce système peut trouver des applications dans la mise au point de carburation, dans l'élaboration de cartographie d'injection, ou plus généralement lors de toute mise au point moteur.

Les essais n'étant pas terminés, il m'est impossible de fournir à ce jour un compte rendu de synthèse. Les essais menés durant ces trois mois ont tout d'abord permis de valider le principe retenu pour le banc de puissance, ainsi que pour tous les systèmes électroniques développés à cet effet. Ils ont ensuite permis de quantifier les différences de puissance apportées par les évolutions techniques du nouveau modèle Yamaha 350 RDLC 1WT dont les points essentiels sont les suivants:

Les pots d'échappement provoquent un gain de puissance à un régime inférieur mais brident le moteur à 9500 tr/mn.

Les carburateurs équipés de leurs réglages d'origine provoquent une diminution de la puissance à partir de 8500 tr/mn à cause d'un mélange trop riche. L'YPVS contribue à brider le moteur, car les boisseaux ne démasquent pas totalement l'échappement au régime maximum.

L'allumage provoque aussi un bridage du moteur par une chute rapide de l'avance à partir de 9000 tr/mn. Yamaha a donc réussi à augmenter la puissance tout en diminuant le régime auquel elle est fournie. Malheureusement la démultiplication secondaire n'a pas été modifiée, par conséquent la vitesse de pointe a diminué. De plus, passé le régime de puissance maximum, celle-ci chute immédiatement interdisant tout sur-régime et compliquant toute amélioration... Les essais ont aussi permis de recueillir des milliers de mesures sur l'influence du point d'allumage, de la position de l'YPVS, ou de la carburation (par l'intermédiaire de l'injection) sur la puissance. Ces mesures peuvent servir de base de départ pour des travaux futurs.

CM

**Au-delà des enseignements techniques intéressants qu'on pourra en tirer, l'aventure tentée par Christian Menesson revêt un caractère assez exemplaire. D'abord, il y a l'aspect sympathique de l'entreprise dans laquelle on se lance pour le simple plaisir de satisfaire sa curiosité naturelle. Ensuite il y a la démarche, rigoureuse et pragmatique, la détermination de venir à bout d'une tâche qui n'est pas vraiment à la portée du premier venu. A l'heure où l'électronique demeure pour beaucoup un domaine peuplé de mystères, où seules les écuries de Formule 1 auto et quelques écuries fortunées des Grands Prix 500 recourent à ses services pour avancer le développement du matériel, le travail abattu par un jeune technicien indépendant pendant son temps de loisir a quelque chose de réjouissant.**