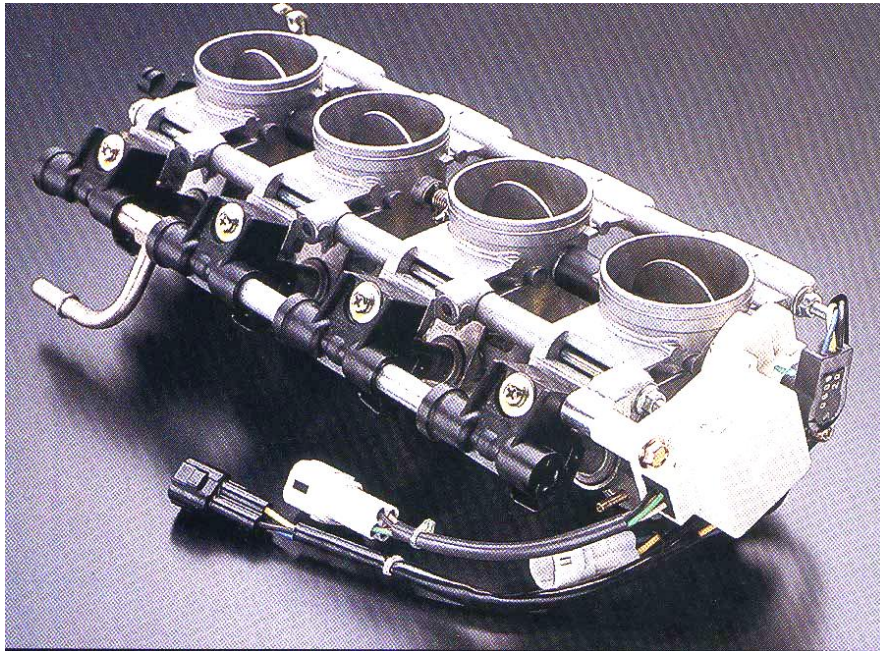


SYSTEME D'INJECTION DE CARBURANT



S2.2	La démarche de diagnostic
1/	RECHERCHE DU BESOIN
2/	RECHERCHE DES FONCTION DE SERVICE
3/	SYNTHESE
4/	FONCTIONNEMENT
5/	ELEMENTS CONSTITUTIFS
6/	EXERCICE

Pré-requis: connaître le fonctionnement du moteur 4temps, connaître les bases physiques de la carburation

objectif: comprendre le fonctionnement du système piloté

1- RECHERCHE DU BESOIN

A1- D'après vous à quoi sert l'injection ?

Pulvériser le carburant dans l'air d'admission afin de le mélanger à ce dernier

Doser le carburant en fonction de la quantité exacte d'air admise

Obtenir un rapport stoechiométrique quel que soit les conditions de roulage :

Ralenti, mis régime, plein gaz, en charge ou sans charge.

et en fonction des conditions atmosphériques :

Pression liée au climat ou à l'altitude et humidité.

A2- Pourquoi utilise-t-on de plus en plus l'injection ?

L'injection prend le pas sur les carburateurs, car elle répond aux contraintes

de dépollution fixées par la CEE.

Le carburateur n'en est plus capable malgré l'adjonction de divers systèmes comme

l'injection d'air à l'échappement ou autre, car il manque de précision dans le dosage.

Tout en répondant aux normes de dépollution, l'injection contribue à une baisse de la

consommation grâce à une augmentation du rendement moteur.

A3- Répond-elle aux attentes ?

Oui l'injection répond aux attentes car la pollution des moteurs à injection est plus basse que pour les

moteurs à carburateur.

Elle permet une baisse significative de la consommation à vitesse égale.

Elle peut réduire le temps de réponse du moteur aux sollicitations du pilote, et permet une augmentation de la puissance à cylindrée égale

2- RECHERCHE DES FONCTIONS DE SERVICE

B1- Que fait elle ?

Elle met le carburant sous pression

Elle détermine la quantité massique ou volumique d'air entrant dans le moteur.

Elle interprète la volonté du pilote

Elle calcule la quantité de carburant idéale correspondante instantanément

Elle pulvérise finement le carburant dans l'admission (injection indirecte) ou directement dans la chambre de combustion (injection directe).

Elle vérifie le rapport stoechiométrique de la combustion en mesurant l'oxygène

Restant dans les gaz d'échappement afin de le corriger si nécessaire.

B2- Comment ?

Divers capteurs permettent au système d'injection de recueillir les informations.

Les calculs sont réalisés par un microprocesseur incéré dans un boîtier souvent appelé

ECM (Electronique Contrôle Moteur) ou simplement calculateur d'injection.

Le carburant est mis sous pression par une pompe immergée ou externe au réservoir.

Enfin le carburant est pulvérisé par un ou plusieurs injecteurs fonctionnant ; en phase (injection de type simultanée) ; par deux (type semi-séquentielle) ou individuellement (type séquentielle) le dernier type étant le plus abouti.

Une sonde à oxygène appelée aussi sonde Lambda permet la mesure des gaz brûlés.

B3- Y a-t-il des contraintes ?

Coût de conception et de fabrication qui vont s'estompés avec la généralisation.

Difficultés d'intervention en cas de pannes car les professionnels ne sont pas tous formés ou équipés du matériel nécessaire.

Mise au point plus complexe, préparation moteur demandant une grande maîtrise de l'électronique et des lois physique de l'électricité.

3- SYNTHÈSE

EN RESUME :

LA FONCTION PRINCIPALE D'UN SYSTEME D'INJECTION :

est :

D'alimenter le moteur en carburant et en air

Pour cela, le système d'injection doit répondre à des contraintes, ce qui implique :

LES FONCTIONS ANNEXES OU DE SERVICE

Un système d'injection doit donc :

Mettre le carburant sous pression régulée (circuit d'alimentation)

Connaître la volonté du pilote (TPS ou potentiomètre papillon)

Déterminer la quantité d'air entrant dans le moteur (Pression, température, régime)

Connaître la température moteur (Starter)

Déterminer le temps moteur(injection Séquentielle)

Calculer le dosage idéal (microprocesseur et cartographie)

Commander les injecteurs

Déclencher l'allumage (en gérant l'A.A.)

Connaître la vitesse de la moto (air forcée, gestion du couple moteur)

Couper l'injection en décélérations (dépollution et économie)

Informé le pilote du bon ou du mauvais fonctionnement (voyant diagnostic.)

Envoyer un signal au compte tour et parfois au compteur

Gérer l'ouverture du 2 eme papillon des gaz motorisé

Assurer la fonction cruiser (grand tourisme)

Gérer un variateur (scooter gros cube)

Mémoriser les anomalies constatées avec leurs variables associées

Vérifier le résultat de la combustion (sonde à oxygène) pour protéger le catalyseur

Respecter les normes anti-pollutions.

Nota ; Cette liste n'est pas exhaustive, et elle tend à s'alourdir au fil des multiples évolutions des normes anti-pollutions de la CEE.

4- FONCTIONNEMENT :

- Vous avez pu vous rendre compte que le système d'injection se centralise autour d'un calculateur qui commande des actionneurs (injecteurs, bobines, etc...) en fonction de grandeurs physiques mesurées par des sondes ou capteurs dispersés sur le moteur et le véhicule.
- Pour schématiser et visualiser de manière plus constructive les systèmes, on parlera d'**entrées** et de **sorties** du calculateur.

Définition d'une entrée : C' est une **information entrant** dans le calculateur généralement sous forme

de tension électrique variable (par exemple **de 0 à 5V**) suivant un paramètre physique ou suivant un actionneur (**0V ou 12V**), elle peut aussi être sous forme

de courant alternatif à fréquence variable redressée ou non.

Elle peut être de type numérique (appareil diagnostic ou multiplexage).

Parfois, un capteur de pression atmosphérique est incorporé au calculateur, ce type d'entrée et sous forme physique.

Définition d'une sortie : C'est une commande sortant du calculateur destinée à actionner un ou plusieurs

éléments du système (injecteurs, bobines, etc), cette commande est généralement

négative (commande par la masse) mais peut être positive suivant le montage.

Elle peut être de type numérique (appareil diagnostic ou multiplexage).

Il existe aussi des commandes que l'on pourrait qualifier d'indirectes comme

par exemple la pompe d'injection qui est alimentée par un relais lui même

commandé par le calculateur.

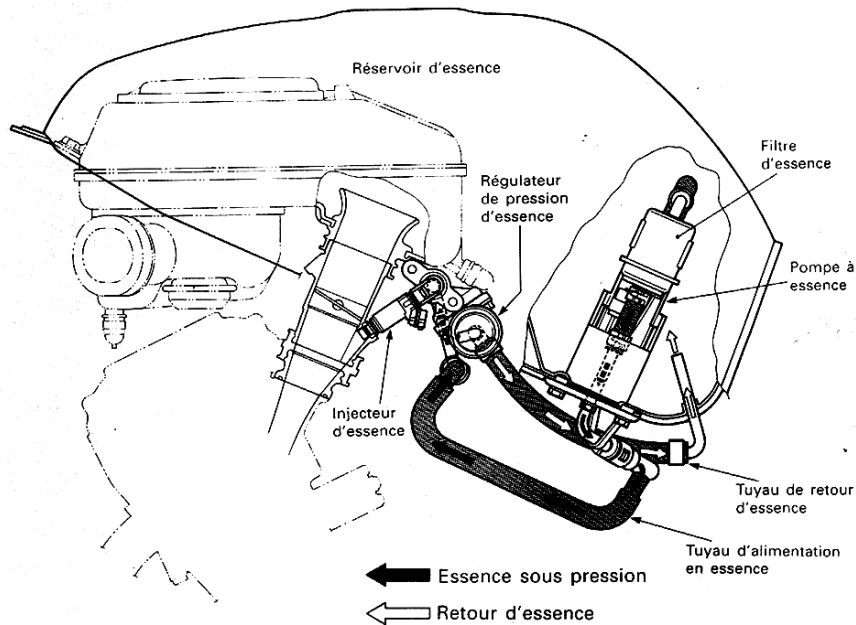
Elle peut simplement être une info sortante (voyant, compte tour, compteur...).

En fonction des informations du cours, remplir le tableau des entrées et des sorties ci-dessous pour une injection de type séquentielle catalysée, pression, régime, avec allumage par 4 bobines :

Entrée		Sorties	
Plus après contact	Calculateur d'injection (ou ECM)	Injecteur 1	
Régime moteur		Injecteur 2	
Position moteur		Injecteur 3	
Pression d'air admission		Injecteur 4	
Position papillon des gaz		Bobine 1	
Température d'air		Bobine 2	
Température d'eau ou moteur		Bobine 3	
Pression atmosphérique		Bobine 4	
Richesse		Compte tour	
Rapport engagé		Voyant de diagnostic	
Prise diagnostic (ou coupleur)		Pompe à carburant	

5- ELEMENTS CONSTITUTIFS :

1. Schémas du circuit de carburant.

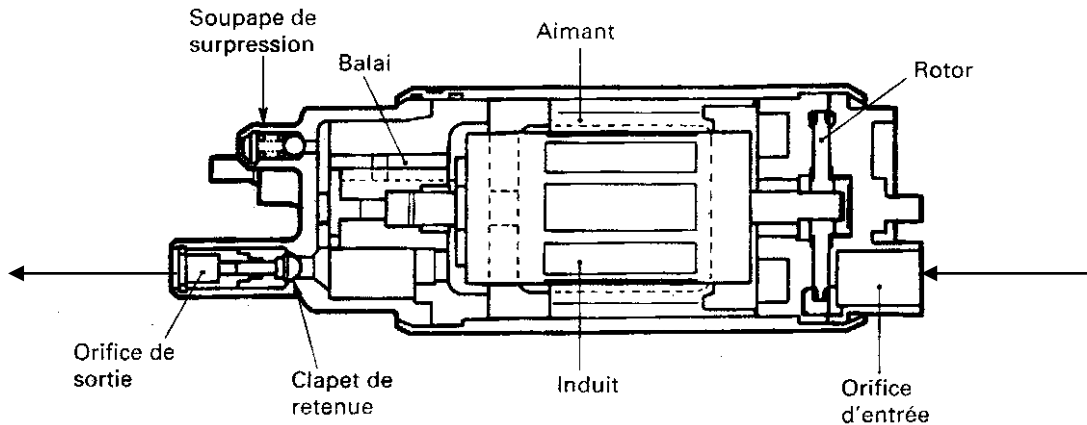


- **La pompe à carburant :**

Elle est généralement alimentée en **12V**, à la mise du contact, puis l'alimentation est coupée par l'E.C.M. après quelques secondes si le capteur de vitesse moteur n'indique pas que le moteur tourne.

Cette pompe peut être de type immergée ou externe au réservoir, cela dépend des constructeurs, il y a tout de même une tendance vers les pompes immergées (encombrement).

Exemple de pompe :



La pompe est constituée d'un moteur électrique entraînant un rotor. Ce dernier crée une variation de volume qui refoule le carburant au travers de la pompe. Les étincelles engendrées par le fonctionnement du moteur n'enflamment pas le carburant, car il n'y a pas d'oxygène à cet endroit là.

En cas d'obturation du circuit, un clapet de surpression est prévu pour protéger la pompe.

- **Le filtre à carburant :**

C'est un élément très important dans le circuit, de lui dépend la durée de vie, et la fiabilité mécanique du système (protection des injecteurs et du régulateur de pression).

Suivant les modèles (voir documents constructeurs), il y a une périodicité de remplacement, mais le plus souvent sur les motos le filtre à carburant est prévu à vie.

Lors du diagnostic, il est trop souvent oublié par les techniciens, qui passent parfois à côté de la panne, et perdent un temps énorme.

Un filtre colmaté perturbe le fonctionnement en faisant chuter la pression du carburant, de ce fait le mélange gazeux peut se trouver trop **pauvre**, ce qui entraîne une température de combustion plus **élevée** et des possibilités de dégradation du moteur.

Lors du diagnostic, il est important de commencer par une mesure de pression, en fonction des symptômes bien entendu !

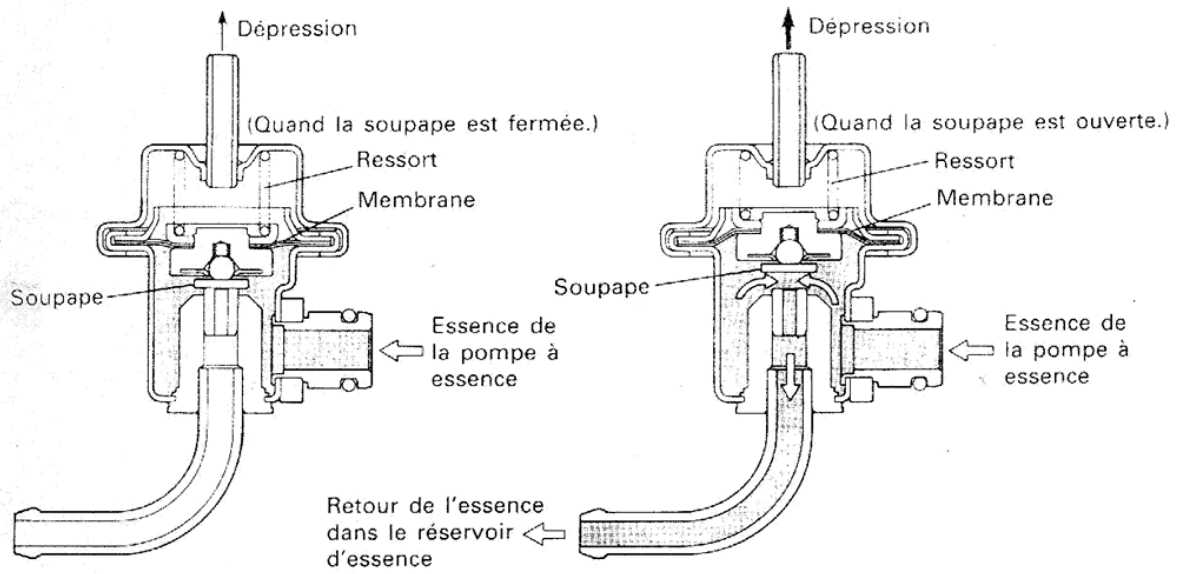
- **Le régulateur de pression :**

-

Il en existe deux sortes :

- Le régulateur de pression **asservi à la charge** (Pression constante par rapport à la **pression d'admission**).
-
- Le régulateur de pression **non asservi** (Pression constante par rapport à la **pression atm.**) ce dernier demande une puissance de calcul de l'ECM plus importante.

Exemple de régulateur de pression de type **asservi**.



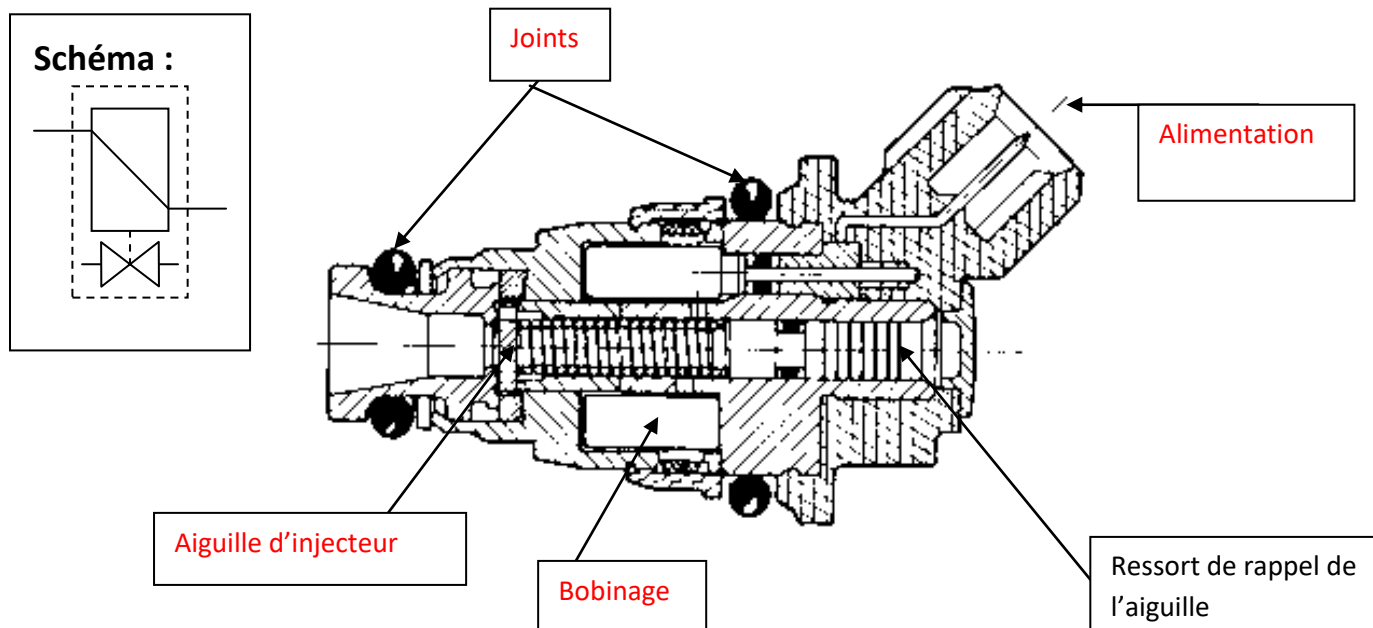
- **Les injecteurs :**

Ce sont tout simplement des **électrovannes**, équipées d'un diffuseur permettant un jet régulier homogène et de forme conique.

Ils sont constitué d'un électroaimant qui actionne sous l'effet du flux électromagnétique un aiguille pointeau obstruant un orifice calibré. Le carburant se trouve alors injecté dans la pipe d'admission aussi longtemps que l'injecteur reste alimenté.

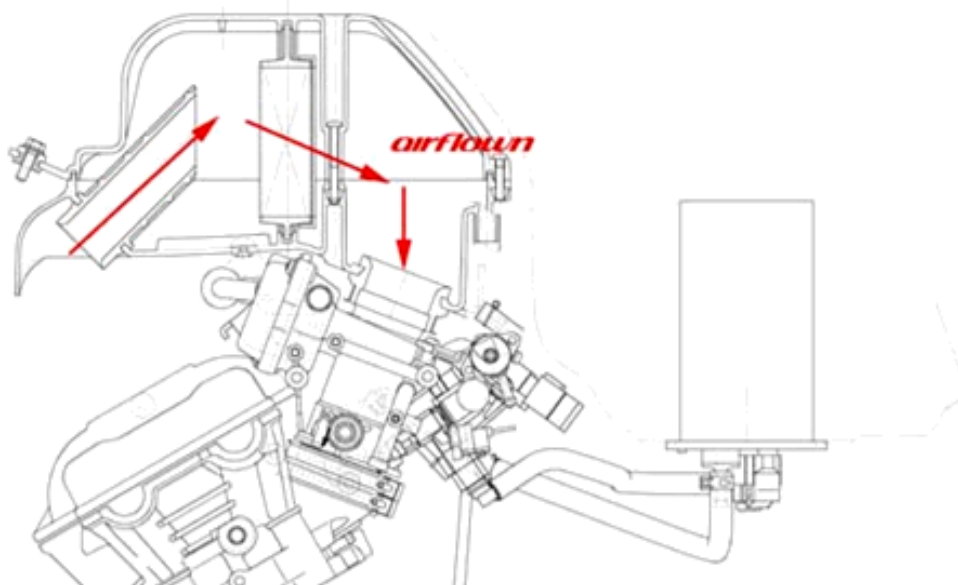
La durée de l'ouverture de l'injecteur varie en fonction des calculs de l'ECM établis d'après les entrées.

Cette durée s'appelle le **temps d'injection (Ti)**.



2. Schéma du circuit d'air.

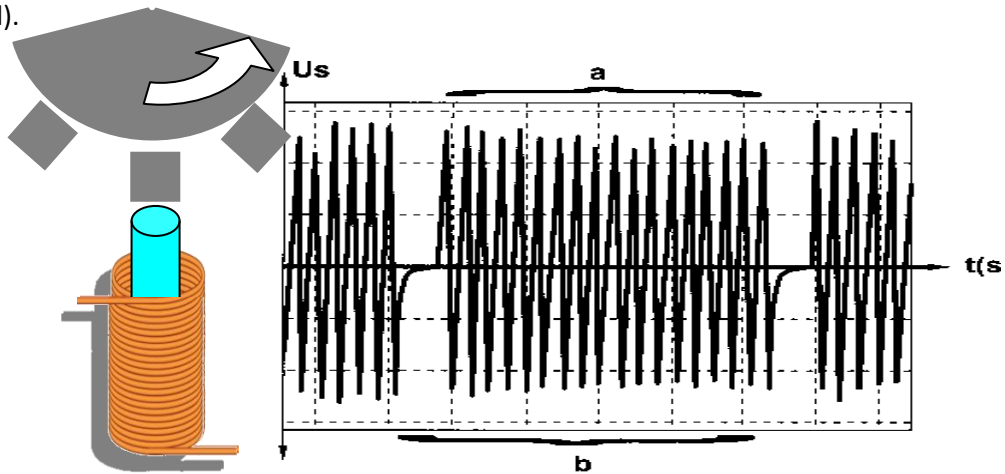
Le circuit d'air d'une machine à injection est sensiblement identique au circuit que l'on connaît pour les carburateurs.



La différence peut être dans une gestion du flux d'air dynamique par un volet commandé par l'ECM.

3. Les entrées.

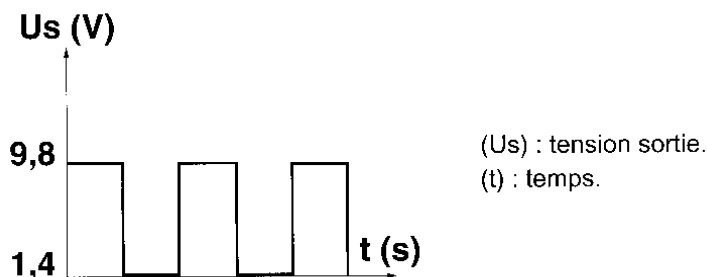
- Le plus après contact est la première information que reçoit le calculateur, suite à cela, il met en pression le circuit de carburant, et attend
- Dans un délai de quelques secondes propre à chaque constructeur, le calculateur alimente la pompe à carburant et attend le signal vitesse moteur (appelé aussi signal régime). Si ce dernier n'arrive pas, il coupe l'alimentation de la pompe, par sécurité. Ce signal est généralement de type sinusoïdale, car il est engendré par un capteur de type inductif (une bobine enroulée autour d'un aimant) excité par un roue dentée en acier comportant un repère. Il comporte deux fils et souvent un blindage (troisième fil).



Cette entrée permet aussi de placer l'étincelle à la bougie au bon moment grâce au repère sur la roue dentée (et le calcul de l'avance en fonction du régime).

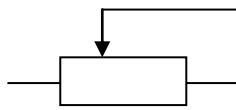
- Les moteurs actuelle sont équipé en plus d'un capteur de position moteur sur un AC, afin de permettre l'injection séquentielle, il peut être de type inductif ou de à effet hall.

Le capteur à effet Hall comporte trois bornes, deux pour son alimentation (5V), et la troisième pour le signal de type carré à fréquence variable.

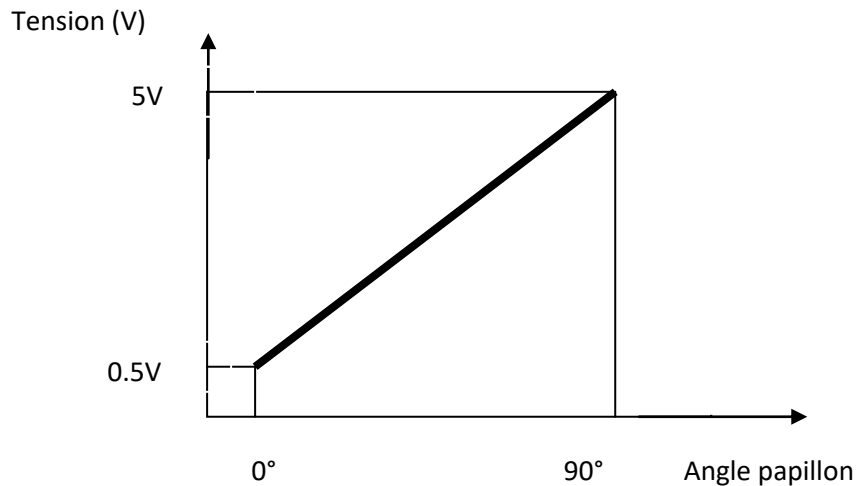


- Une fois que le calculateur reçoit, le signal régime, il doit déterminer la quantité de carburant à injecter, et cela dépend de la quantité d'air admise dans le moteur. C'est la position du papillon des gaz qui va permettre de calculer cette quantité d'air (pour les calculateurs α/N), par le biais du potentiomètre papillon (ou TPS).

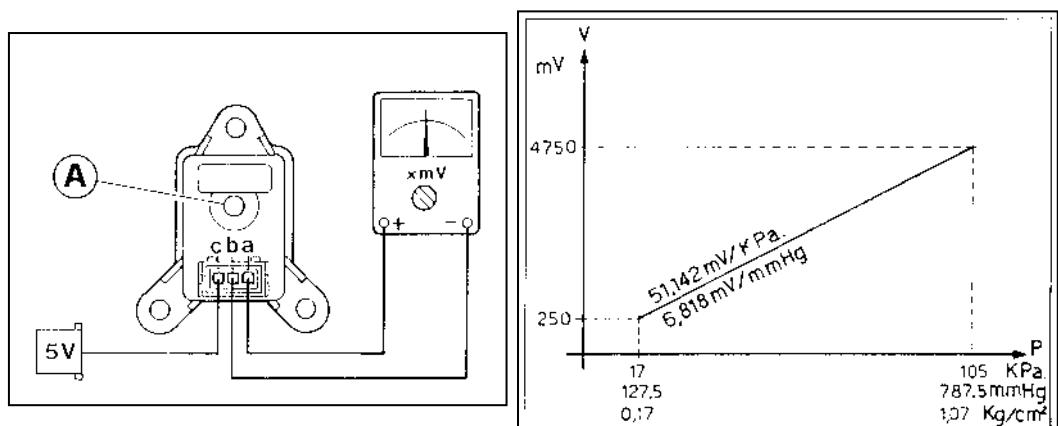
Schématisation :



Un potentiomètre comporte toujours trois bornes, deux alimentées généralement en 5 V par le **calculateur**, et la troisième donnant une tension variable en fonction de la **position du papillon** (de 0 à 5V).



- Certains systèmes comportent en plus un capteur de **pression d'admission** (de type piézo-électrique), ils permettent un dosage encore plus précis du mélange gazeux surtout dans les phases intermédiaires, (calculateur de type alpha/P).



Il comporte trois bornes, est alimenté en 5V sur deux d'entre elles, la troisième étant le signal variable en fonction de la pression d'admission (entre 5V et 0V).

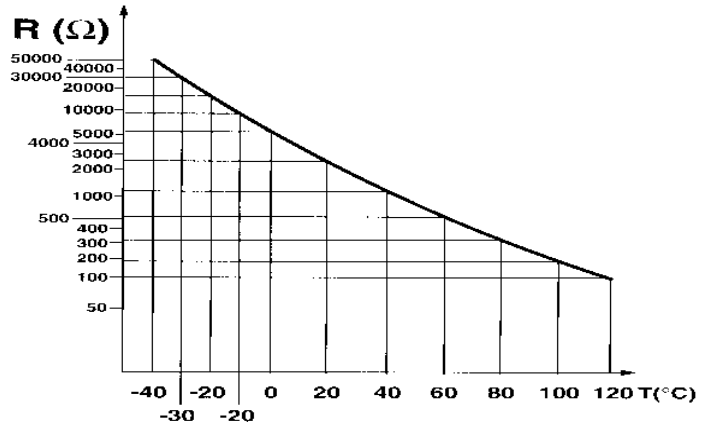
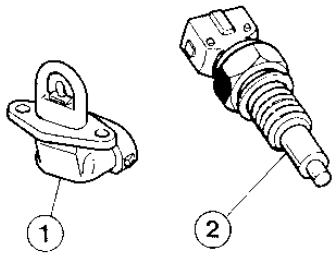
Sur certains systèmes, il peut y avoir un deuxième capteur de pression placé sur le calculateur qui détermine les variations de Pa pour une correction altimétrique du dosage.

- Ces informations suffisent pour faire tourner le moteur, mais le dosage manque encore de précision, il faut apporter des corrections comme :

-La **température d'air** (thermistance appelée aussi résistance variable CTN ou CTP)

Elle permet d'affiner le calcul de la quantité massique d'air admise dans le moteur en prenant en compte la densité de celle si.

Elle comporte deux bornes, et l'alimentation peut être en 12V ou en V suivant le système.



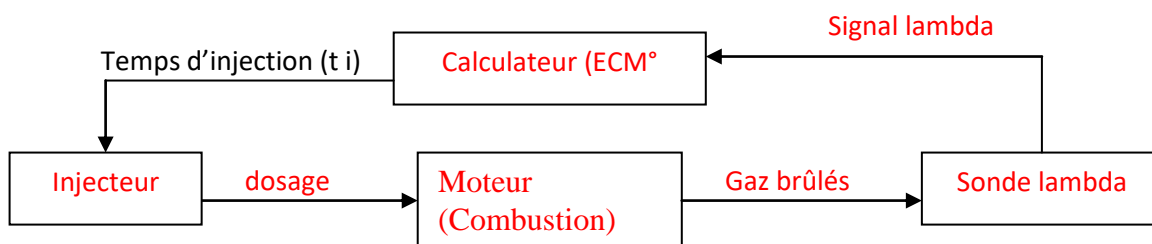
-La **température d'eau, ou moteur** (refroidi par air), cette information permet de compenser la condensation du carburant sur les parois du circuit d'admission lors des départs à froid (starter), de corriger tout au long de la phase de montée en température, et de limiter la puissance par exemple en cas de surchauffe.

En général, sur une machine les constructeurs prennent la même sonde que pour la température d'air, avec un boîtier de protection supplémentaire.

- Une information est devenue nécessaire lors de la dernière sévérisation des lois de dépollution qui tendent vers la suppression des monoxyde de carbone (CO). C'est la sonde à oxygène, appelée aussi sonde Lambda est associée au pot catalytique.

Son rôle est d'informer l'ECM de la teneur en oxygène des gaz d'échappement, afin de lui permettre une correction du dosage en amont. Cela s'appelle la **régulation de richesse**. Indispensable pour protéger le pot catalytique des surchauffes.

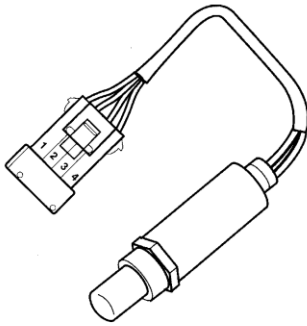
Schématisation de la boucle automatique de régulation:



Le signal de la sonde lambda varie entre 0 et 1 V, il est très faible, et en général on l'exprime en mV.

Si la régulation de richesse est correcte, il doit osciller en permanence entre 100 et 900 mV. Dans ce cas on obtient un lambda sensiblement égale à 1.

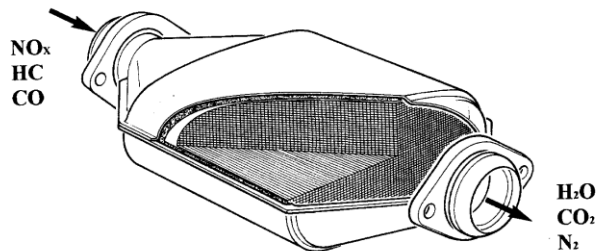
Richesse



Montée en amont du pot catalytique, la sonde à oxygène (O_2 ou lambda) mesure en permanence la teneur en oxygène des gaz d'échappement. Le calculateur en déduit la richesse réelle et corrige le temps d'injection.

Une résistance de réchauffage intégrée accélère la mise en température de la sonde.

Le pot catalytique



Le pot catalytique utilise un phénomène chimique, la catalyse, pour réduire le taux de polluants dans les gaz d'échappement.

4. Les sorties :

La pompe, les injecteurs, les bobines, la résistance de réchauffage de la sonde à oxygène (si équipée), le compte tour, le compteur et les appareils de diagnostic sont des sorties, ou commandes.

