

Carburateurs à buse fixe

Automaticité du circuit principal

Quei est le rôle du carburateur ?

Cet appareil doit permettre de réaliser le **mélange de l'air** et de **l'essence** dans des conditions permettant une carburation correcte **à tous les régimes du moteur**.

Comment le mélange est-il réalisé ?

L'air circule dans le **corps** du carburateur de **l'amont** vers **l'aval**. Le mélange s'effectue dans une zone appelée **chambre de carburation**. Le **giclage** de l'essence est situé dans la zone la plus exposée au courant d'air.

Comment le niveau est-il maintenu constant dans le puits de giclage ?

Une réserve appelée **cuve à niveau constant** est munie d'un dispositif constitué d'un robinet **pointeau** actionné par un **flotteur**. L'essence est amenée du réservoir par une **pompe** sous une légère **pression**.

Lorsque l'essence est au niveau désiré dans la cuve, le flotteur en montant actionne le pointeau qui obture l'arrivée.

Dès qu'il y a consommation de carburant, le pointeau s'ouvre jusqu'à obtention du niveau requis.

Un trou de **mise à l'air libre** de la cuve permet à l'essence de s'écouler grâce à l'action de la pression atmosphérique.

Comment la vaporisation de l'essence est-elle réalisée ?

Nous avons vu dans la leçon précédente que la vaporisation était proportionnelle à l'abaissement de pression et à la surface de contact de l'essence avec l'air.

En réalisant un étranglement appelé **buse** (fig. 16.3) dans le corps du carburateur, nous constatons la création d'une zone de **dépression** (pression inférieure à la pression atmosphérique).

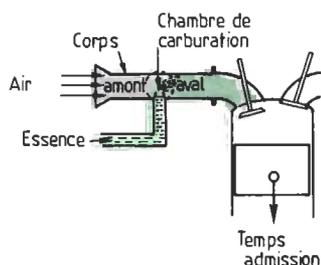


Fig. 16.1. Circulation de l'air et de l'essence.

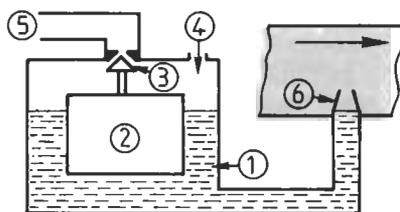


Fig. 16.2. Principe du niveau constant.

1. Cuve.
2. Flotteur.
3. Pointeau.
4. Mise à la pression atmosphérique.
5. Alimentation.
6. Gicleur.
7. Chambre de carburation.

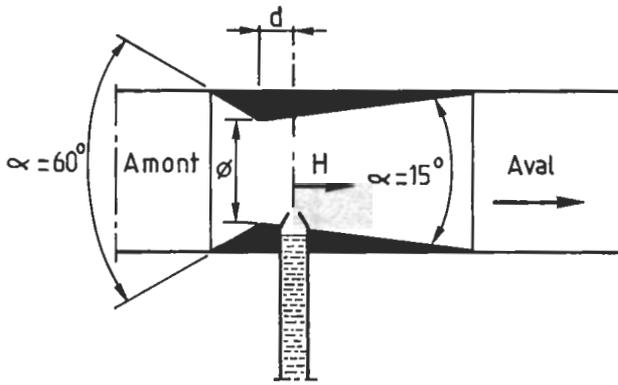


Fig. 16.3. Profil de la buse disposition horizontale.

Cette dépression étant **proportionnelle à la vitesse de passage de l'air**.

La dépression la plus forte est enregistrée légèrement en aval du point le plus resserré à une distance correspondant au tiers du diamètre de la buse ($H = \varnothing/3$).

La **buse** possède un **profil particulier**, l'angle amont étant plus ouvert que l'angle aval.

Nota : Pour faciliter la compréhension nous appellerons dépression toute pression inférieure à la pression atmosphérique.

Quelles sont les différentes dispositions données aux carburateurs ?

Les types de disposition des carburateurs sont donnés par rapport au sens d'écoulement de l'air et du mélange :

- horizontalement : **carburateur horizontal**,
- de bas en haut : **carburateur vertical**,
- de haut en bas : **carburateur inversé**.

Le carburateur le plus couramment utilisé étant le carburateur inversé, nous continuerons notre étude par ce type de carburateur.

Comment le dosage est-il réalisé dans ce carburateur élémentaire ?

L'**essence** est calibrée par un **gicleur** dont le débit est connu.

Le débit de l'**air** est calibré par la section de passage permise par la **buse**.

Le **papillon des gaz** permet de faire varier la **quantité de mélange** admise dans les cylindres donc de faire varier le **remplissage**.

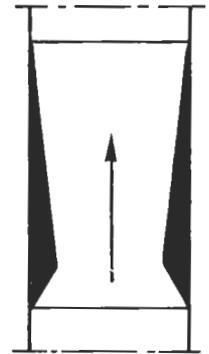


Fig. 16.5. Disposition verticale.

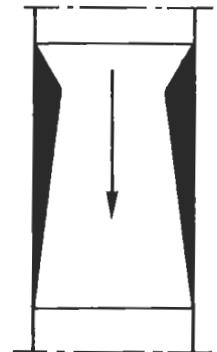


Fig. 16.4. Disposition inversée.

Les conditions d'une bonne carburation sont-elles remplies ?

Nous constatons que les conditions nécessaires pour réaliser une bonne carburation sont réalisées :

- l'essence jaillit par différence de pression entre celle qui règne dans la cuve et celle de la chambre de carburation,
- la dépression permet une bonne vaporisation,
- le contact avec l'air est augmenté par atomisation de l'essence grâce à la vitesse de l'air,
- le dosage est réglé par les sections de passage autorisées par le gicleur pour l'essence et par la buse pour l'air.

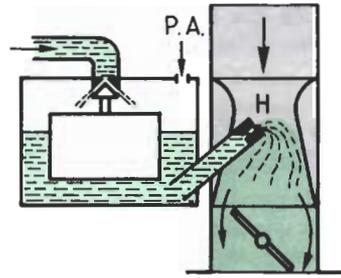


Fig. 16.6. Carburateur élémentaire.

Le dosage reste-t-il constant à tous les régimes ?

Dans les carburateurs à buse constante la dépression varie en fonction du régime du moteur.

L'essence et l'air n'ayant pas la même densité, ceux-ci n'obéissent pas aux mêmes lois de dynamique des fluides.

Si le réglage est effectué pour obtenir un dosage correct à une valeur de dépression donnée, il est **impossible de conserver ce dosage à toutes les dépressions**, donc à tous les régimes.

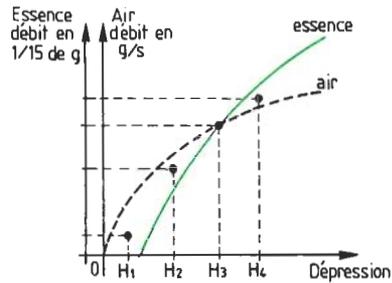


Fig. 16.7.a : Débit de l'air et de l'essence en fonction de la dépression.

Comparons les débits de l'air et de l'essence.

Si nous examinons les courbes ci-contre, nous constatons (fig. 16.7a et 16.7b) :

- qu'à la dépression H_1 , le débit de l'essence n'est pas amorcé,
- qu'en H_2 le mélange est pauvre,
- qu'en H_3 le dosage est correct,
- qu'en H_4 le mélange est riche.

Nota : Pour permettre la comparaison des deux courbes, il est nécessaire d'exprimer les débits ; en grammes pour l'air et en 1/15 de grammes pour l'essence.

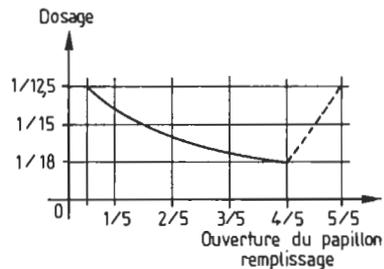


Fig. 16.7.b : Rappel de la courbe de dosage idéal.

Conclusion de ces constatations :

Le carburateur doit être équipé d'un dispositif tendant à **compenser** les variations de dosage en fonction de la dépression.

Ce dispositif doit également tenir compte du fait qu'un bon rendement nécessite un **dosage d'autant plus pauvre** que le **remplissage est bon** (fig. 16.7b).

Quels sont les dispositifs qui permettent la correction automatique du dosage ?

a) **gicleur noyé** (fig. 16.8) : le gicleur principal est mis **en charge**, ce qui signifie que le niveau auquel il est placé est inférieur à celui de l'essence.

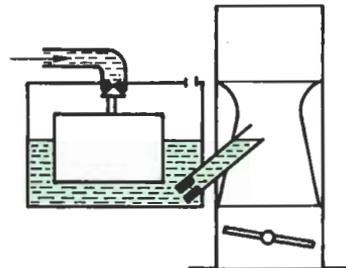


Fig. 16.8. Gicleur noyé.

Dès que la **capacité** (tube de garde) est déjaugée le gicleur débite sous **deux effets**:

- celui de la **différence de pression** entre la chambre de carburation et la cuve,
- celui de la **pression exercée** par la colonne d'essence en charge au-dessus du gicleur.

Ce dispositif permet au gicleur de commencer à **débit**er sous une **plus faible dépression**, il est ainsi possible d'utiliser un gicleur de diamètre inférieur. Sa courbe de débit sera plus aplaniée que l'échelle horizontale du diagramme.

Le **débit d'essence** sera ainsi :

- **plus riche** aux **faibles dépressions**,
- **plus proche de la courbe d'air** aux **dépressions plus élevées**.

b) Mise en dérivation (fig. 16.10) : le **gicleur principal** est placé **en amont** d'un **circuit d'air** comportant **deux chambres**, l'une soumise à la **pression atmosphérique** et l'autre placée dans la chambre de carburation et soumis aux **variations de pression**.

Le **gicleur** n'est plus soumis directement à la dépression et débite **en parallèle** (en dérivation) avec un circuit d'air. Aux faibles dépressions, le gicleur débite selon le principe du gicleur noyé : mélange riche.

Aux **dépressions moyennes** : les deux **capacités déjaugent** et permettent à l'air de pénétrer : **appauvrissement** du mélange.

Lorsque la **dépression augmente**, le **débit d'air** passant dans la dérivation **augmente** proportionnellement, évitant la tendance à l'enrichissement du mélange.

Ce dispositif permet également l'**émulsion** de l'essence favorisant ainsi sa vaporisation.

c) L'automatisme à émulsion étagée :

Le principe de la mise en dérivation est perfectionné par

- **une entrée d'air étagée**,
- **la concentricité des deux capacités**.

Disposition des éléments.

Le **tube d'émulsion étagée** est percé de trous latéraux, ceux-ci étant situés **au-dessous du niveau** du carburant lorsque le moteur est arrêté (fig. 16.12).

Le calibre d'air du tube d'émulsion appelé **ajutage d'automatisme**, est situé **en amont de la buse** afin de ne pas être soumis à l'effet de la dépression.

Fonctionnement

1. Lorsque la dépression devient suffisante, l'essence située dans la capacité (autour du tube d'émulsion) débite dans la chambre de carburation un mélange riche.

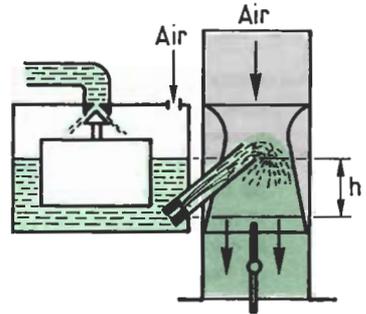


Fig. 16.9. Gicleur noyé. Capacité déjaugée.

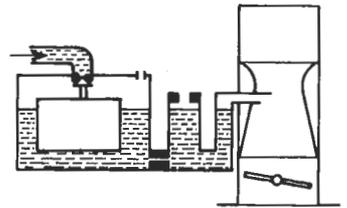


Fig. 16.10. Principe de la mise en dérivation.

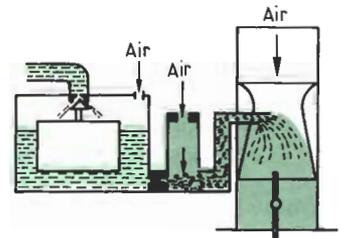


Fig. 16.11. Action de la dérivation.

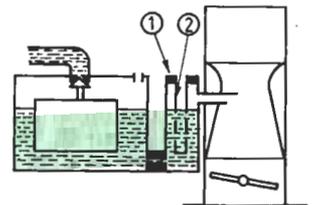


Fig. 16.12. Principe du carburateur à gicleur noyé avec mise en dérivation par tube d'émulsion étagée :

1. Ajutage d'automatisme.
2. Tube d'émulsion.

CARBURATEURS A BUSE FIXE

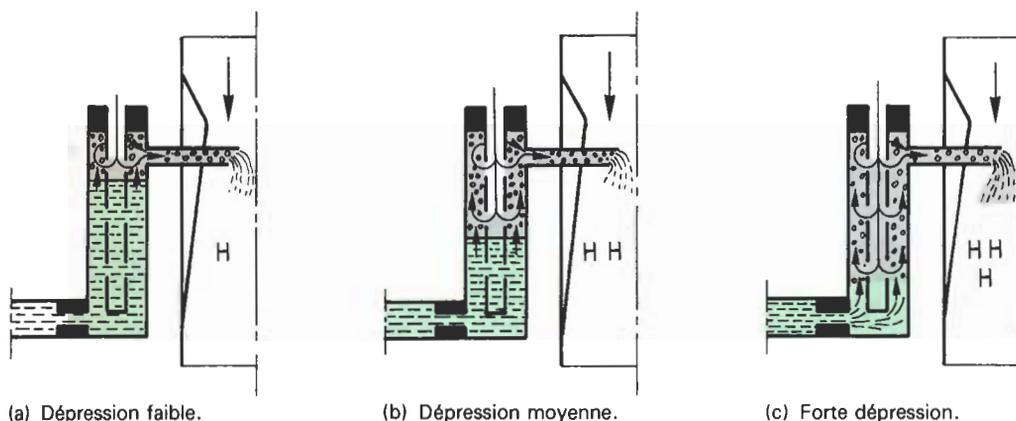


Fig. 16.14. Fonctionnement de l'émulsion étagée.

2. Le débit de la capacité étant supérieur à celui du gicleur, le niveau baisse, découvrant les premiers trous du tube d'émulsion ? L'air circule par les trous poussé par la différence de pression entre son point d'entrée à l'ajutage et son point de sortie dans la chambre de carburation.

Le mélange se trouve légèrement appauvri. La dérivation ainsi obtenue va agir comme nous l'avons vu en (b).

3. Si la dépression augmente, une deuxième série de trous est découverte, le mélange s'appauvrit et la dérivation fonctionne avec un passage d'air plus important. Au fur et à mesure que la dépression augmente l'opération se répète, appauvrissant progressivement le mélange, augmentant la section de passage d'air dans la dérivation.

4. Lorsque tous les trous sont débouchés, l'action de la dérivation est maximale et la richesse du mélange est maintenue à des valeurs proches du dosage de meilleur rendement.

5. Si la dépression diminue sensiblement, les capacités se remplissent et l'automatisme est à nouveau prêt à fonctionner.

Grâce à ces deux dispositifs (gicleur noyé et mise en dérivation avec tube d'émulsion étagée) nous constatons une modification de la courbe du diagramme de la figure 16.17 par le rapprochement de la courbe d'essence de la courbe d'air.

Cette disposition permet dans les carburateurs à buse fixe et pression variable, d'approcher au mieux la courbe de dosage idéal.

Sur la figure 16.16, ① est l'amorçage de l'essence avancé grâce au gicleur noyé et ② est l'appauvrissement dû à l'ouverture des trous du tube d'émulsion.

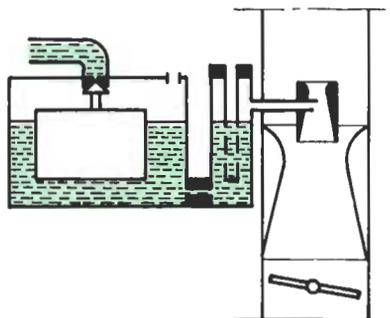


Fig. 16.15. La double buse favorise l'amorçage du circuit principal.

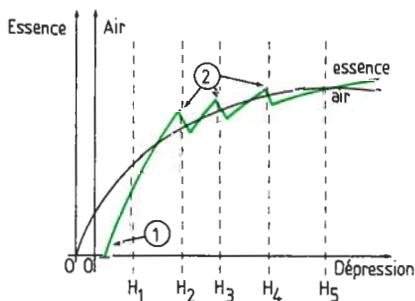


Fig. 16.16. Débit d'essence et d'air avec automatisme.

Le ralenti

Quel est le rôle du ralenti ?

Il est de maintenir le moteur en rotation, l'énergie demandée servant essentiellement à vaincre les divers frottements.

Le circuit principal peut-il fonctionner au ralenti ?

Non, car le papillon des gaz est presque **fermé** et la dépression qui règne dans la chambre de carburation est insuffisante pour provoquer l'amorçage du carburant. (Revoir *fig. 16.7 a*) au point H_1).

En quel point du corps du carburateur y-a-t-il dépression ?

Nous constatons une certaine dépression en **aval du papillon des gaz**.

Comment utiliser cette dépression ?

En réalisant un circuit indépendant appelé **circuit de ralenti** dont l'orifice débouchera en aval du papillon des gaz.

Comment éviter l'écoulement du carburant lorsque le moteur est arrêté ?

Le point de sortie du carburant étant à un niveau inférieur à celui du niveau de cuve, il est nécessaire de faire passer la canalisation au-dessus de ce niveau.

Comment le dosage est-il réalisé ?

Le **carburant** est calibré par un **gicleur de ralenti**, l'air est dosé par l'**entrebaillement du papillon des gaz**.

Une certaine quantité d'air pénètre par un orifice appelé **calibre d'air du ralenti** dont le rôle est

- de faciliter l'émulsion du carburant,
- de permettre le désyphonnage de la canalisation lorsque le moteur est arrêté.

Peut-on faire varier le régime du ralenti sans modifier le dosage ?

Si l'on augmente le débit d'air par entrebaillement du **papillon des gaz** grâce à la vis de butée de papillon, il est nécessaire de rétablir le dosage en augmentant le débit de carburant grâce à la **vis de richesse**.

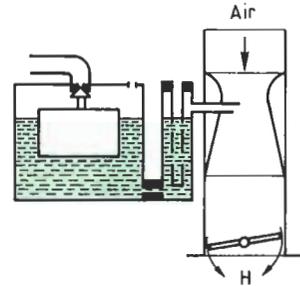


Fig. 17.1. Faible dépression. Amorçage du circuit principal impossible.

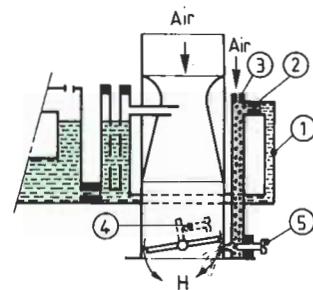


Fig. 17.2. Fonctionnement du ralenti.

1. Circuit de ralenti.
2. Gicleur de ralenti.
3. Calibre d'air du ralenti.
4. Vis de butée de papillon.
5. Vis de richesse.

Qu'appelle-t-on progression du ralenti ?

Lorsque le conducteur accélère progressivement, le papillon des gaz admet une plus grande quantité d'air. La section de passage du carburant restant la même, il s'ensuit un appauvrissement du mélange.

Pour remédier à cet inconvénient des trous appelés **trous de progression** ou de **progressivité** (également *by pass*) sont pratiqués dans le corps du carburateur. Ainsi, à chaque position du papillon correspond un débit d'essence permettant de maintenir un dosage correct.

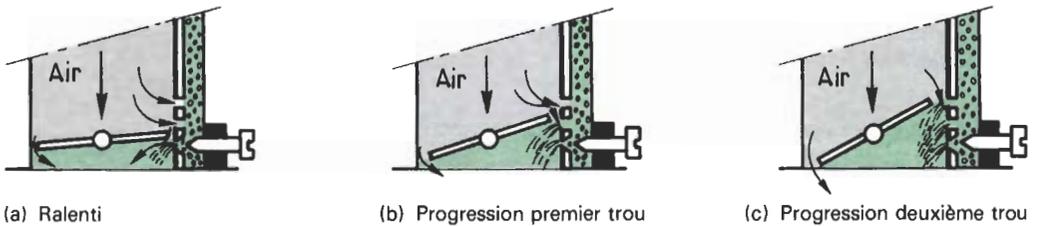


Fig. 17.3. Trous de progression (1).

Fig. 17.4.

Que se passe-t-il lorsque tous les orifices sont débouchés ?

Le régime moteur ayant augmenté, la dépression au col du diffuseur devient suffisante pour permettre l'amorçage du circuit principal.

Que se produit-il si le conducteur relâche l'accélérateur ?

Le papillon des gaz se remet en position de ralenti. La canalisation du circuit de ralenti ayant été vidée par la forte dépression régnant en marche normale, il est possible que le moteur cale.

Pour palier cet inconvénient, un orifice appelé **trou de non renversement** (fig. 17.5) permet d'équilibrer les pressions afin de maintenir une colonne de carburant dans la canalisation prête à débiter dès la retombée du papillon.

Qu'appelle-t-on carburateur bijet ?

On appelle **carburateur bijet** (fig. 17.6), le dispositif qui consiste à piquer la canalisation de ralenti **avant** le gicleur principal.

Ce montage permet au circuit de ralenti de débiter en parallèle avec le circuit principal, ce qui a pour avantages :

- de mieux accompagner l'amorçage du circuit principal ; à l'accélération,
- à la retombée du papillon, de passer en position de ralenti sans risque d'appauvrissement.

Le trou de non renversement devient dans ce cas inutile.

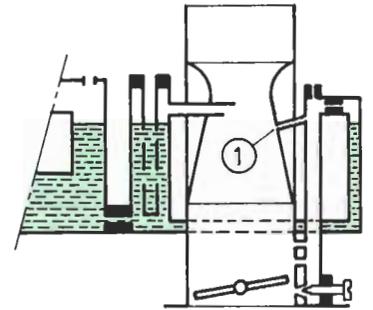


Fig. 17.5. Trou de non-renversement (1).

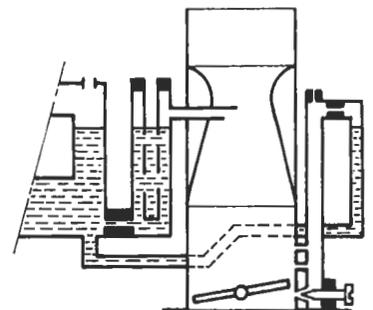


Fig. 17.6. Carburateur bijet.

Par comparaison, le système de ralenti que nous avons étudié en premier lieu dont le circuit de ralenti est pris **après** le gicleur principal est appelé **carburateur monojet**.

La carburation au ralenti est-elle toujours parfaitement réalisée ?

La richesse du mélange au ralenti est difficilement contrôlable, ce qui provoque une combustion incomplète et l'émission de **gaz polluants** dont la valeur dépasse le seuil tolérable fixé par la Loi.

Quelles sont les causes de cette carburation incorrecte ?

a) la **vitesse de passage de l'air** et la valeur de la **dépression** au col du circuit de ralenti **n'est pas constante** pour diverses raisons :

- les tolérances de fabrication d'un carburateur à l'autre produisent des variations de position de la tranche de papillon par rapport à l'orifice de ralenti,
- la retombée plus ou moins correcte du papillon en fonction du degré de déformation du corps de carburateur dues aux variations de température,
- les entrées d'air additionnelles provenant du jeu de l'axe de papillon.

b) l'échauffement du carburant dans la cuve et dans le circuit principal provoquent des vapeurs d'essence qui, aspirées par le moteur, provoquent un enrichissement exagéré.

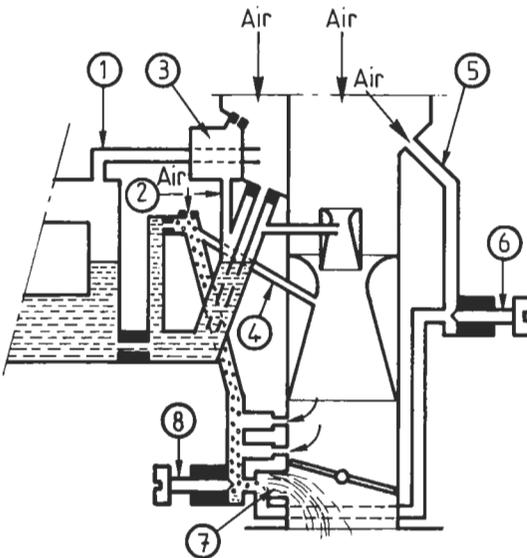


Fig. 17.7. Exemple de carburateur dit « dépollué » ou antipollution.

1. Mise à l'air et dégazage de la cuve.
2. Dégazage de l'émulseur.
3. Condenseur.
4. Non-renversement.
5. Canalisation d'air du ralenti.
6. Vis de réglage de débit d'air.
7. Orifice de mélange air/essence.
8. Vis de richesse.

Les correcteurs de richesse

L'accélérateur est-il toujours actionné progressivement ?

Dans certains cas, il est nécessaire d'appuyer brusquement sur l'accélérateur.

On appelle **reprise** cette phase de fonctionnement.

Le carburateur tel que nous l'avons étudié permet-il la reprise ?

Lorsque le papillon des gaz est ouvert rapidement, le dispositif de progression du ralenti ne peut entrer en action.

De même, lors de tout changement brutal de régime, l'air, extrêmement léger, se met immédiatement en mouvement alors que le carburant, dont la densité est plus élevée, sera moins rapidement aspiré.

Il est nécessaire d'adjoindre un **dispositif supplémentaire** afin d'éviter ce qu'on nomme couramment un « trou » à la reprise.

Quel est le principe de fonctionnement des dispositifs de reprise ?

Un **injecteur**, alimenté en **dérivation** par rapport au circuit principal et dont l'orifice débouche près du diffuseur, débite une certaine quantité de carburant lors des changements de position du papillon des gaz.

Quels sont les dispositifs de commande utilisés ?

La **pompe à membrane ou à piston** qui commande l'injecteur est commandée :

- soit mécaniquement par l'axe du papillon des gaz,
- soit pneumatiquement par les variations de pression se produisant dans la tubulure d'admission.

Quels sont les réglages du dispositif ?

Il est possible de déterminer :

- le **début d'injection**,
- la **quantité injectée**,
- le **temps d'injection**.

Prenons l'exemple d'une pompe à membrane et commande par came.

Le début d'injection est déterminé par le **profil de la came**.

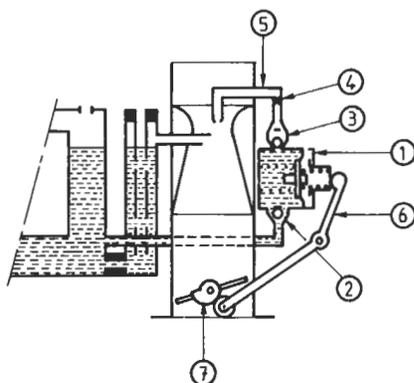


Fig. 18.1. Circuit de pompe de reprise.

1. Pompe.
2. Clapet d'aspiration.
3. Clapet de refoulement.
4. Gicleur de reprise.
5. Injecteur de pompe de reprise.
6. Levier de commande de pompe.
7. Came de commande du levier.

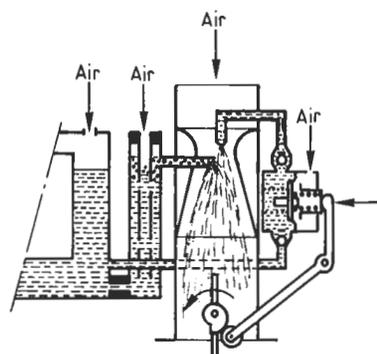


Fig. 18.2. Reprise.

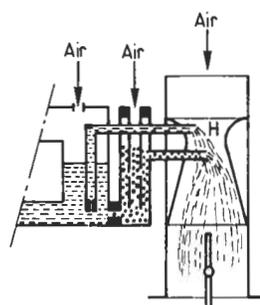


Fig. 18.3. Enrichisseur de puissance : l'éconostat.

CARBURATEURS A BUSE FIXE

La quantité injectée par la position de **recul de la membrane** de pompe.

Le temps d'injection par la **section du gicleur** de pompe et le tarage des ressorts de membrane.

Quels sont les autres dispositifs d'enrichissement ?

Certains dispositifs permettent de faire **varier la richesse** dans des conditions particulières de fonctionnement.

Notamment lorsque le conducteur demande au moteur de fournir sa puissance maximale.

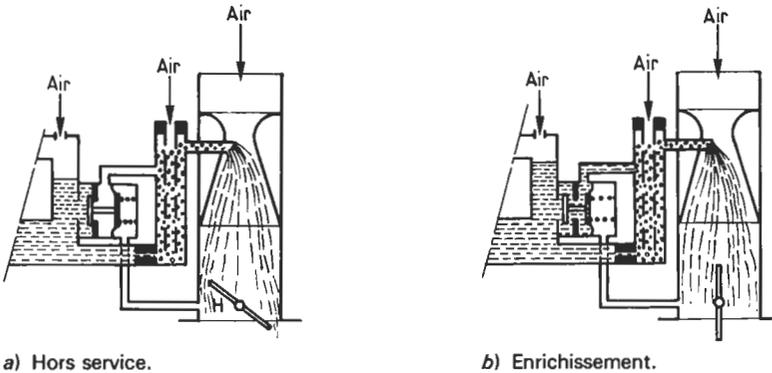


Fig. 18.4. Enrichisseur à commande pneumatique.

Les principaux systèmes utilisés sont les **éconostats**, comportant un **injecteur calibré** dont le débit est **commandé par la dépression** à la buse, lorsque celle-ci est importante.

Les **enrichisseurs commandés**. Mis en action par une **capsule à dépression** viennent augmenter le débit et la richesse du circuit principal.

Les carburateurs double corps

Qu'entend-on par carburateur double corps ?

Il s'agit d'un carburateur qui, comme son nom l'indique comporte deux corps de carburateurs munis chacun de tous les éléments d'un circuit principal. Une partie de leur alimentation est commune.

Il existe deux familles de carburateurs double corps :

- à **ouverture des papillons simultanée**,
- à **ouverture décalée ou différenciée**.

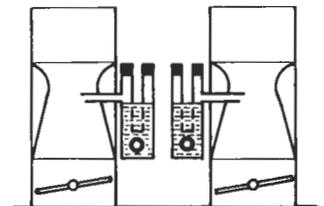


Fig. 18.5. Principe du carburateur à double corps.

Quels sont les avantages présentés par ces carburateurs ?

a) A ouverture simultanée des papillons : ce carburateur se comporte comme **deux carburateurs indépendants** ayant chacun un circuit principal et un circuit de ralenti fonctionnant comme nous venons de l'étudier plus haut. La section de passage du mélange vers les cylindres peut être augmentée, améliorant ainsi le **remplissage**.

Le mélange accède aux cylindres par des canalisations plus **courtes et mieux disposées**, ce qui améliore la **répartition** du mélange dans les cylindres.

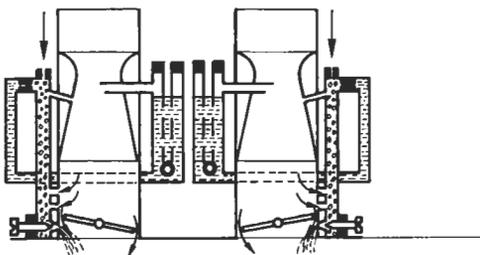
Si l'on monte deux carburateurs à double corps de ce type sur un moteur à quatre cylindres en ligne, nous constatons que chaque corps alimente un cylindre par une canalisation très courte. Les **pertes par condensation** sont diminuées, le remplissage et la répartition du mélange sont améliorés, il en résulte une nette amélioration des **reprises** et de la **puissance**.

b) A ouverture décalée ou différenciée : dans ce type de carburateur, **chaque corps joue un rôle distinct**.

Le premier corps ou **corps primaire** se comporte comme un carburateur simple dont les caractéristiques permettent une **conduite économique**.

Le deuxième corps ou **corps secondaire**, qui n'entre en action que lorsque le conducteur appuie plus à fond sur l'accélérateur, est calibré pour permettre d'utiliser la **puissance maximale** du moteur.

Si le conducteur accélère progressivement, le dispositif de **progression du premier corps** permet au moteur de monter en régime, jusqu'à ce que la dépression soit suffisante pour permettre l'amorçage du circuit principal. En maintenant cette position, le véhicule roule en conduite économique.



a) Ralenti.

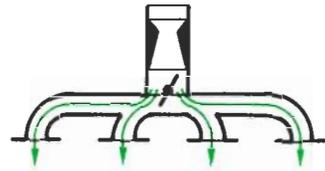


Fig. 18.6. Carburateur simple corps.

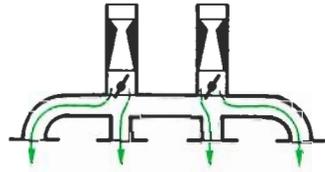


Fig. 18.7. Carburateur double corps à ouverture simultanée.

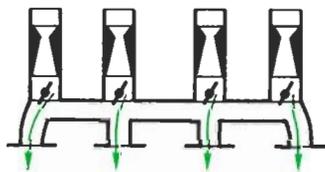
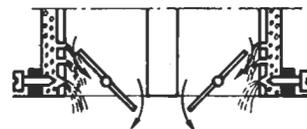
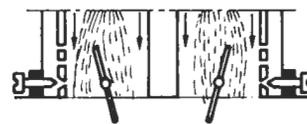


Fig. 18.8. Montage à deux carburateurs double corps.



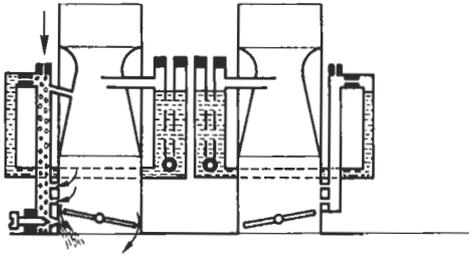
b) Progression.



c) Marche du circuit principal.

Fig. 18.9. Carburateur double corps à ouverture simultanée.

CARBURATEURS A BUSE FIXE



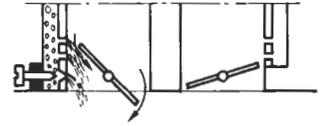
a) Ralenti.

Le conducteur continue d'accélérer, le papillon secondaire commence à s'ouvrir, le circuit de **progression du deuxième corps** assure le passage sans appauvrissement du mélange jusqu'à ce que l'ouverture du papillon soit suffisante pour assurer l'amorçage du deuxième circuit principal.

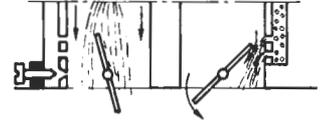
Comment obtient-on l'ouverture du deuxième corps ?

Le papillon secondaire peut être commandé :

- **mécaniquement** par le **papillon primaire** lorsque celui-ci atteint une certaine ouverture,
- **par la dépression** qui règne dans la tubulure d'admission.



b) Progression.



c) Ouverture du deuxième corps.

Fig. 18. 10. Carburateur double corps à ouverture différenciée.

Le départ à froid

Quelles sont les difficultés présentées par le départ à froid ?

Au moment du départ, le moteur est entraîné à **faible vitesse** par le démarreur.

En hiver, le démarreur tourne plus lentement, la batterie perdant de sa capacité proportionnellement avec l'abaissement de température.

La **dépression** qui règne dans la chambre de carburation à ce moment, est **insuffisante** pour permettre l'amorçage du circuit principal.

Quels moyens utilise-t-on pour palier cet inconvénient ?

a) On constate cependant une certaine dépression en **aval du papillon** des gaz si celui-ci est **fermé**. On fait déboucher en ce point un circuit indépendant appelé **circuit de starter**.

b) On peut créer une dépression suffisante au col du diffuseur en plaçant en **amont un second papillon** appelé **volet de départ**.

La carburation peut-elle s'effectuer correctement à froid ?

Nous avons vu que la vaporisation du carburant absorbait une grande quantité de chaleur. Si le **mélange** n'est pas réchauffé, il **se condense**. Le carburant redevenu liquide se dépose sur les parois froides des tubulures et des cylindres. Les cylindres reçoivent donc un **mélange pauvre**.

Le dosage du mélange doit donc être modifié pour le départ à froid.

La **richesse doit être importante** au moment du départ et diminuer progressivement au fur et à mesure du réchauffage du moteur.

Comment le mélange est-il enrichi ?

Les deux solutions possibles, starter et volet de départ, réalisent chacun cette condition de façon différente.

Starter : enrichissement par excès d'essence.

Volet de départ : enrichissement par diminution d'air.

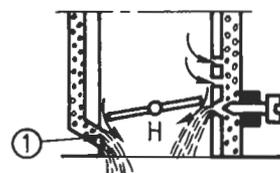


Fig. 19.1. ① Embouchure du circuit de starter.

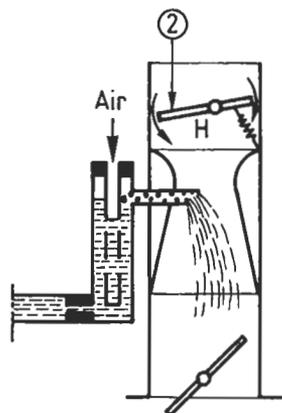


Fig. 19.2. ② Volet de départ.

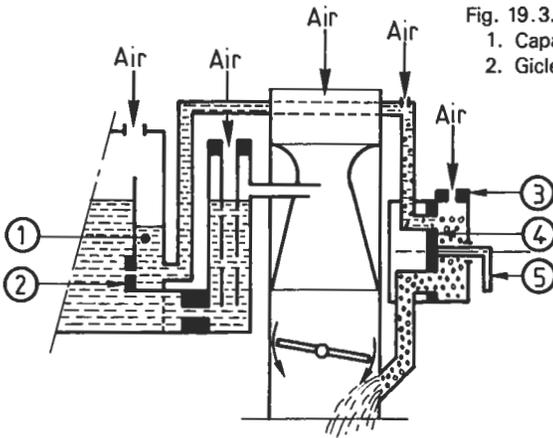


Fig. 19.3.

1. Capacité du starter.
2. Gicleur de starter.

3. Calibreur d'air du starter.
4. Glace.
5. Commande de la glace.

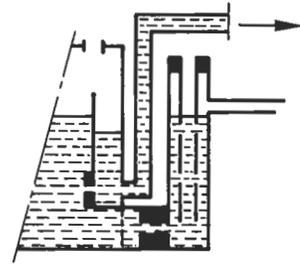


Fig. 19.4. Départ : débit supérieur à celui du gicleur.

Départ à froid par starter.

Il s'agit d'un **circuit auxiliaire** comportant une **mise en dérivation**, dont les éléments de réglage air/essence sont calibrés pour obtenir un mélange riche.

1. Départ : la **glace du starter** se trouve dans la position qui permet le passage du carburant par un **orifice calibré**.

Une **réserve** (capacité) est ménagée en début de circuit.

2. Le moteur tourne : la dépression agit à l'embouchure du circuit et permet le débit d'un mélange riche. Le carburant n'est calibré que par l'orifice de la glace de starter tant que la réserve n'est pas consommée.

3. Le carburant absorbé est d'un **débit supérieur** à celui qui passe par le **gicleur de starter**. Le **niveau baisse** dans la **réserve** puis elle se **vide**.

4. A ce moment, le gicleur **débite directement** dans le circuit. L'air qui pénètre dans la réserve provoque une **mise en dérivation** introduisant une certaine quantité d'air en parallèle.

5. Le mélange débité est plus pauvre et répond ainsi au dosage nécessaire au moteur qui commence à chauffer.

6. La température du moteur s'élève. La glace de starter pivote légèrement et le trou de calibrage d'essence fait place par un autre de plus petit diamètre.

Le mélange s'appauvrit de nouveau.

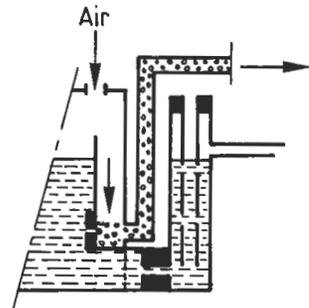


Fig. 19.5. Capacité déjaugée mise en dérivation du gicleur de starter.

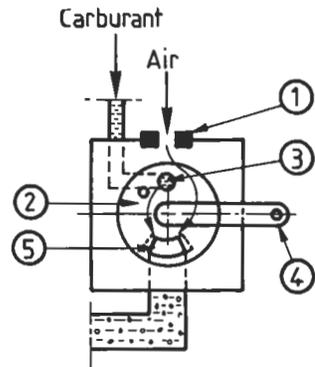


Fig. 19.6. Dispositif de starter.

1. Calibreur d'air de starter.
2. Glace de starter.
3. Orifice de passage du carburant.
4. Commande de starter.
5. Orifice de passage du mélange carburé.

CARBURATEURS A BUSE FIXE

7. Le moteur est chaud et capable de tenir le ralenti sans caler, la glace pivote à nouveau et obture l'orifice d'arrivée du carburant.

Nota : Le papillon doit rester en position de **ralenti** pour que l'aspiration puisse agir à l'embouchure du circuit.

b) Volet de départ.

1. Au moment du départ à froid, le papillon supérieur ou volet de départ est **fermé**. Il permet un certain passage d'air proportionnel à l'aspiration produite par les cylindres.

Le **circuit principal débite** grâce à la dépression ainsi créée à la buse.

Le dosage est riche car l'air qui pénètre est freiné grâce au ressort de maintien du volet.

Afin que la dépression située sous le papillon des gaz puisse s'élever jusqu'au circuit principal, il est nécessaire d'**entr'ouvrir** suffisamment le **papillon des gaz** (ouverture positive).

Un dispositif de synchronisation est donc nécessaire pour effectuer simultanément la fermeture du volet de départ et l'ouverture positive du papillon des gaz.

2. Après démarrage, l'aspiration des cylindres augmente le passage d'air au volet et permet l'admission d'une plus grande quantité de mélange dont la richesse diminue.

3. Une position intermédiaire de la commande maintient un ralenti accéléré permettant la montée en température du moteur.

4. Le dispositif est mis hors service dès que le moteur tient au ralenti.

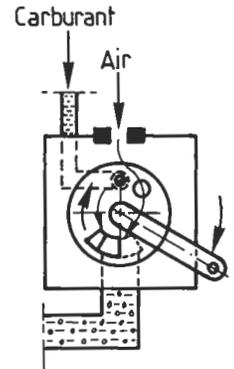


Fig. 19.7. Pivotement de la glace : position intermédiaire de ralenti accéléré.

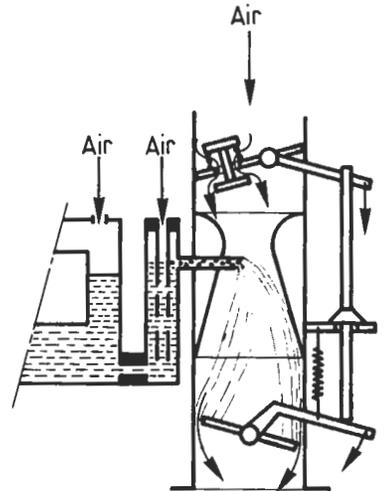


Fig. 19.8. Synchronisation du volet de départ et du papillon des gaz.

Les dispositifs antipollution

Quels sont les gaz émis par l'échappement d'un moteur en fonctionnement ?

Nous avons étudié lors de la leçon 14 quel était le résultat de la transformation chimique de l'heptane dans l'air au moment de la combustion.

Nous trouvons :

- **dioxyde de carbone ou gaz carbonique** (CO_2) : non toxique,
- **vapeur d'eau** (H_2O),
- **azote** (N_2).

La combustion n'étant pas toujours correctement réalisée nous avons noté l'apparition de divers gaz plus ou moins polluants ou toxiques qui sont notamment :

- **monoxyde ou oxyde de carbone** (CO),
- **hydrocarbures imbrûlés** (CH),
- **oxydes d'azote** (N_xO_y).

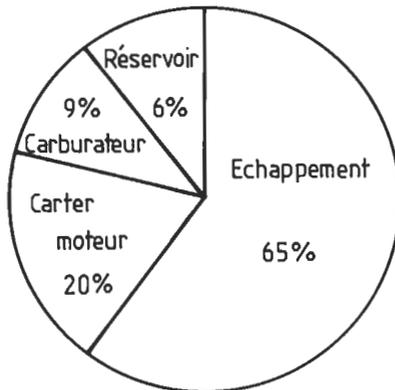


Fig. 20.1. Origine des polluants d'automobile.

Quels sont les effets produits sur l'organisme humain ou animal par ces gaz.

Le monoxyde de carbone agit sur l'hémoglobine du sang ; il y a risque de mort par asphyxie.

Les hydrocarbures sont produits par l'échappement (imbrûlés) et par évaporation au carburateur et au réservoir. Combinés avec les oxydes d'azote, ils permettent la formation d'un brouillard filtrant les rayons du soleil. Certains composés sont cancérogènes.

Les oxydes d'azote provoquent l'irritation des organes respiratoires.

Quelles sont les causes de ces émissions polluantes ?

On constate que les taux de CO et de HC augmentent si :

- la **richesse** du mélange est **trop importante** par rapport au besoin instantané du moteur,
- le **brassage du mélange** n'est pas correctement effectué (homogénéité).
- la **vaporisation** n'est pas complète,
- la **vitesse de combustion** n'est pas adaptée à la vitesse de rotation du moteur,
- le **point d'allumage** n'est pas déclenché au moment opportun,
- la forme de la chambre de combustion est mal dessinée.

Mélange pauvre	CO ↓ HC ↓	NO _x ↑
----------------	--------------	-------------------

Mélange riche	CO ↑ HC ↑	NO _x ↓
---------------	--------------	-------------------

Fig. 20.2.

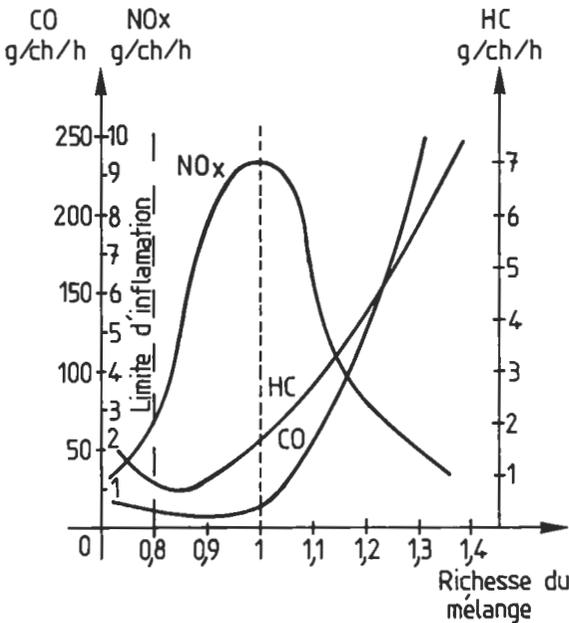


Fig. 20.3. Evolution des gaz polluants en fonction de la richesse du mélange.

Nota : Il est impossible de réduire ces trois polluants en même temps car lorsqu'on diminue la valeur des CO et HC on constate l'augmentation des oxydes d'azote.

Quels sont les dispositifs utilisés pour lutter contre la pollution ?

Les dispositifs utilisés visent à :

- **améliorer la combustion**
 - en agissant sur la préparation du mélange,
 - en maintenant une température constante du moteur,
 - en produisant un allumage à haut pouvoir calorifique déclenché à des moments précis ;

- limiter les évaporations diverses par le recyclage des vapeurs d'huile et de carburant ;
- traiter les gaz d'échappement
 - par post-combustion,
 - par catalyse ;
- utiliser des carburants ayant une faible teneur en soufre, plomb et résidus.

Quelles sont les sources de pollution au ralenti ?

- On enregistre des **variations de dosage** provenant d'une retombée du papillon des gaz imprécise.
- La **faible dépression au ralenti ne permet pas un brassage correct** des molécules d'air et d'essence. Il en résulte une mauvaise atomisation du carburant.
- Les tolérances de positionnement des trous de progression provoquent des variations de richesse en progression d'un carburateur à l'autre.

Pour lutter contre ces défauts, certains carburateurs sont équipés de **circuits de ralenti particuliers** dits « antipollution ».

Exemple : Circuit de ralenti à balayage (fig. 20.4).

Quel est le principe de fonctionnement d'un circuit de ralenti à balayage ?

- Le **papillon des gaz est hermétiquement fermé** et positionné en usine.
- Un **circuit d'air indépendant**, calibré par une vis d'air canalise celui-ci en aval du papillon des gaz.
- Une rainure spéciale canalise l'air devant le point de sortie de l'essence (vis de richesse).

Quels sont les avantages de ce système ?

Cette disposition permet :

- un dosage plus précis de l'air,
- une richesse constante au ralenti,
- une atomisation plus poussée du carburant.

Nota : D'autres dispositifs permettent de maintenir une richesse constante au ralenti et à la progression.

Quels sont les dispositifs employés à l'accélération ?

L'utilisation des **pompes de reprise à commande par came** a permis un contrôle plus précis du carburant injecté grâce à un profil de came adapté aux besoins réels du moteur.

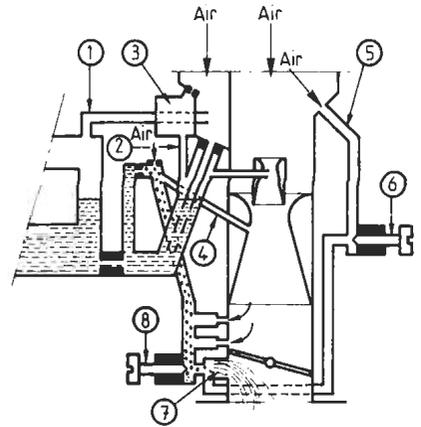


Fig. 20.4. Ralenti à balayage (Solex).

1. Mise à l'air et dégazage de la cuve.
2. Dégazage de l'émulseur.
3. Condenseur.
4. Non-renversement.
5. Canalisation d'air du ralenti.
6. Vis de réglage de débit d'air.
7. Orifice de mélange air/essence.
8. Vis de richesse.

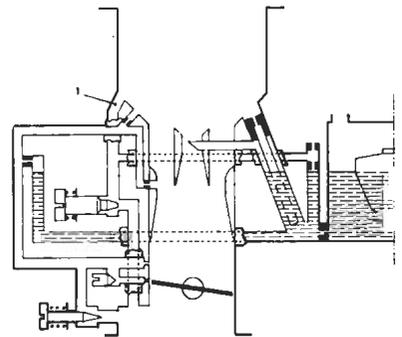


Fig. 20.5. Ralenti à richesse constante (document Solex).

En ralenti classique, la vitesse de rotation s'ajuste par l'ouverture de papillon. Ici, l'ouverture est établie au-dessous du minimum nécessaire, la vitesse étant obtenue par l'ajustement du débit d'air sur canalisation (1), mais une variation de vitesse entraînerait une variation de richesse si la canalisation (1) ne fournissait un mélange carburé. La richesse reste constante sur une plage d'environ 400 tr/min.

Quels sont les phénomènes constatés en décélération ?

Au moment de la décélération, le papillon des gaz est fermé. Le régime moteur est relativement élevé et le **remplissage est presque nul**. Le mélange admis est donc **incombustible** ou d'une **combustion très lente**.

CO et surtout HC apparaissent à l'échappement.

Deux dispositifs permettent de palier cet inconvénient :

- l'**ouvreur de papillon** qui oblige le papillon des gaz à rester partiellement ouvert pendant la décélération ;
- le **décel** permettant l'admission d'une certaine quantité de mélange en aval du papillon des gaz.

Le retour au ralenti présente-t-il des risques de pollution ?

Lorsque le moteur retombe au ralenti après un certain temps de fonctionnement à haut régime, il se produit une brusque montée en température du moteur (ralentissement de la pompe à eau).

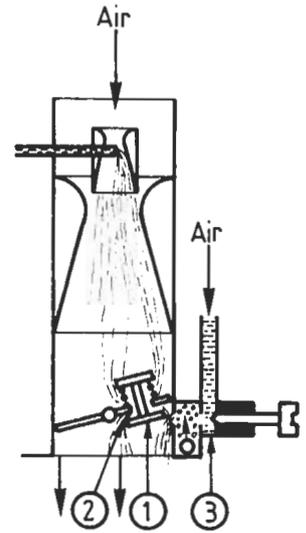


Fig. 20.6. Principe du décelérateur (décel).

1. Clapet de décélération.
2. Mélange additionnel.
3. Circuit de ralenti.

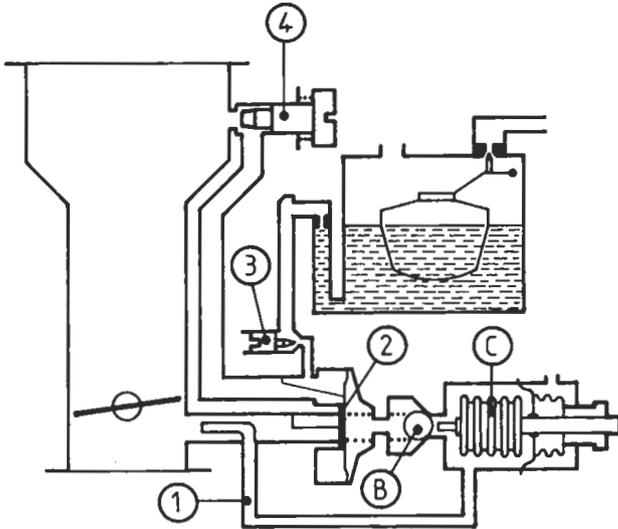


Fig. 20.7. Décel pneumatique (document Solex).

1. Capteur de dépression.
 2. Clapet.
 3. Vis de dosage du carburant.
 4. Vis de réglage de l'air.
- B. Bille.
C. Capsule.

Il s'ensuit une **ébullition momentanée** de l'essence dans la cuve provoquant une pression anormale de gaz et un déversement de carburant non désiré dans la chambre de carburation. La **richesse exagérée** provoque alors une émission d'oxyde de carbone (CO).

On remédie à ce phénomène en utilisant un **clapet de dégazage** permettant la mise à l'air libre de la cuve à chaque fois que le papillon des gaz retombe en **position de ralenti**.

CARBURATEURS A BUSE FIXE

Dispositif de coupure du ralenti

Lorsque le contact d'allumage est coupé, une **électrovanne** vient **obturer** l'orifice du **circuit de ralenti**.

Ce dispositif évite :

- le remplissage des cylindres lors des derniers tours de moteur contact coupé, provoquant un enrichissement exagéré lors du prochain départ,
- un risque d'auto-allumage dans le cas où le moteur y est sensible.

Nota : ces dispositifs ne se rencontrent pas systématiquement sur tous les carburateurs.

Cette liste de dispositifs est-elle limitative ?

Bien que n'étant pas dénommés comme tels, de nombreux équipements du moteur permettent une diminution des émissions de gaz polluants en contrôlant la combustion avec plus de précision :

- **carburateur double corps** à ouverture différenciée,
- **carburateur à pression constante** ou venturi variable,
- **injection d'essence**,
- **allumage électronique**.

Quels sont les moyens utilisés pour remédier à ces défauts ?

Les normes antipollution de plus en plus sévères et l'incitation aux économies d'énergie ont amené les constructeurs à apporter diverses améliorations :

- le circuit de ralenti comporte une **canalisation d'air indépendante** débouchant directement sous le papillon des gaz. Ce dernier est alors **hermétiquement fermé**,
- le débit d'air est contrôlé par une **vis d'air de ralenti** améliorant la stabilité du dosage,
- l'homogénéisation du mélange est également améliorée grâce à une vitesse élevée de passage de l'air au point de sortie de l'essence,
- les vapeurs de cuve et d'émulseur sont condensées ou déviées hors de la zone d'aspiration par un dispositif de dégazage.

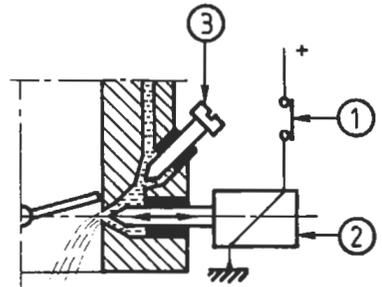


Fig. 20.8. Electrovanne (étouffoir) de ralenti.

1. Contact d'allumage.
2. Electrovanne.
3. Vis de richesse.

Autres dispositifs de carburation

Les carburateurs à buse ou venturi variable

Rappelons les conditions à réaliser pour obtenir une carburation correcte.

Nous avons défini précédemment que la carburation est parfaite si :

- le dosage air/essence est respecté à tous les régimes,
- l'homogénéité parfaitement réalisée (atomisation).

Le dosage doit-il être constant ?

Nous avons vu que le moteur demande un mélange d'autant plus pauvre que le remplissage s'améliore.

A pleine ouverture, lorsque la pleine puissance est demandée, un enrichissement est nécessaire.

Le carburateur à buse constante réalise-t-il ces conditions ?

Ce carburateur possède une section de passage de gaz invariable.

Lorsque le moteur augmente de régime, la vitesse de passage de l'air augmente, la **dépression au col du diffuseur augmente** également.

L'air et l'essence n'obéissant pas aux mêmes lois d'écoulement des fluides, nous avons constaté dans notre carburateur élémentaire, un **dosage variable** allant du mélange incombustible au mélange le plus riche.

Le dosage correct n'est assuré qu'à une seule valeur de dépression.

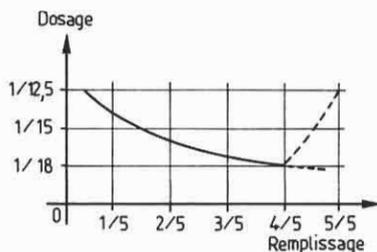


Fig. 21.1. Courbe de dosage idéal.

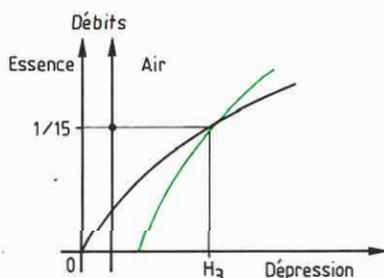


Fig. 21.2. Débits comparés d'air et d'essence dans le carburateur élémentaire à buse constante.

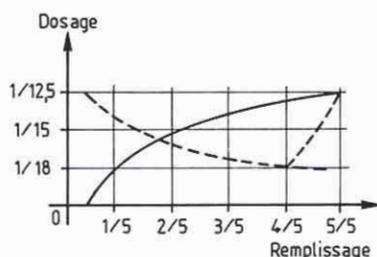


Fig. 21.3. Dosage fourni par le carburateur élémentaire par rapport au dosage idéal.

AUTRES DISPOSITIFS DE CARBURATION

Ce carburateur doit comporter plusieurs dispositifs de correction afin de s'approcher de la courbe de dosage idéal :

- gicleur noyé,
- mise en dérivation,
- émulsion étagée,
- circuit de ralenti,
- circuit de reprise,
- correcteurs de richesse.

Les difficultés de dosage et d'homogénéité aux bas régimes ont nécessité la mise en place de **circuits spéciaux** appelés « dispositifs antipollution ».

Est-il possible d'obtenir un dosage constant à tous les régimes ?

On peut maintenir un dosage sensiblement constant à condition que la **dépression** puisse être maintenue à une valeur **constante**.

Comment maintenir une dépression constante quel que soit le régime du moteur ?

A débit constant, la vitesse de l'air est inversement proportionnelle à sa section de passage.

Pour obtenir une **vitesse de passage constante**, il est nécessaire d'**augmenter la section de passage proportionnellement** au débit du fluide gazeux.

Pour réaliser cette condition, nous comprenons qu'il est indispensable de disposer d'**une buse ou venturi à section variable**.

Nous obtenons ainsi une **dépression constante** à tous les régimes.

Quelles sont les conséquences pratiques de ce système ?

type de carburateur	régime moteur	débit de l'air	section de passage	vitesse de l'air	dépression diffuseur	dosage
carburateur à buse constante	augmente	augmente	constante	augmente	augmente	tendance à l'enrichissement
	diminue	diminue	constante	diminue	diminue	désamorçage du circuit principal
carburateur à buse ou venturi variable	augmente	augmente	augmente	constante	constante	reste constant
	diminue	diminue	diminue	reste constante	reste constante	reste constante

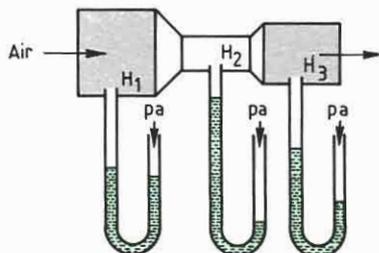


Fig. 21.4. Variations de pression en fonction de la section de passage de l'air à débit constant.

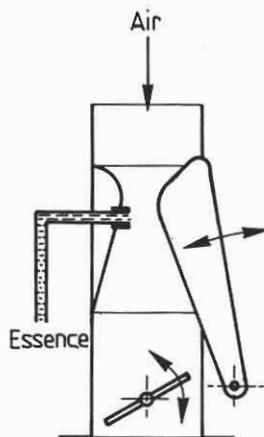


Fig. 21.5. Principe du carburateur à buse ou venturi variable.

Quels sont les moyens techniques permettant de réaliser un venturi variable ?

Un **tiroir** ou **piston coulissant** se déplace perpendiculairement à la veine gazeuse.

Son déplacement est **commandé** directement par la **dépression** régnant au col du diffuseur.

Comment le piston est-il maintenu en équilibre ?

A faible régime, la dépression (H_1) en A est faible.

Cette dépression existe également en B grâce à la communication (C).

Cette dépression H_2 agit sur la surface S_2 et crée une force ascendante telle que

$$F_2 = (p_a \cdot S_1) - (H_2 \cdot S_2).$$

Le piston, se déplace vers le haut jusqu'à ce que la **force F_1** exercée par le ressort **soit égale à F_2** . A ce moment le **piston se stabilise**. Il est en position d'équilibre.

Nous constatons **qu'à faible régime**, la dépression est suffisante pour permettre le **débit du circuit principal**. La mise en place d'un circuit de ralenti indépendant n'est donc pas indispensable.

Que se produit-il lorsque le régime du moteur augmente ?

Le débit d'air augmente ainsi que la dépression en A.

La dépression en B augmente également. Son action produit le mouvement ascendant du piston jusqu'à ce que la **force du ressort F_1** devienne **équivalente à la force F_2** engendrée par la dépression. Nous constatons qu'à chaque variation de dépression correspond une variation de section du venturi permettant le maintien d'une dépression constante.

Par quel moyen le dosage est-il réalisé à tous les régimes ?

Le piston est muni d'une **aiguille conique** plongeant dans l'orifice du gicleur. La section de passage du carburant **augmente donc proportionnellement à l'ouverture du venturi**.

Par un **profil particulier de l'aiguille**, il est possible de respecter de près la courbe de dosage idéal.

La reprise peut-elle être réalisée par ce type de carburateur ?

Dans un carburateur à buse fixe, si le papillon est ouvert brusquement, l'air, plus léger que le carburant, se met en mouvement le premier. Ce qui produit un appauvrissement momentané. Cet appauvrissement est compensé par un **dispositif de reprise** complémentaire.

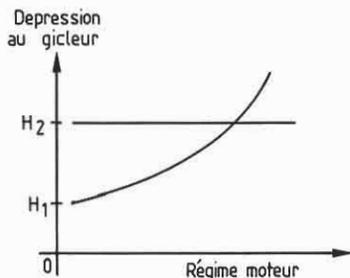


Fig. 21.6. Comparaison des pressions au gicleur avec carburateur à buse fixe ou à buse variable.

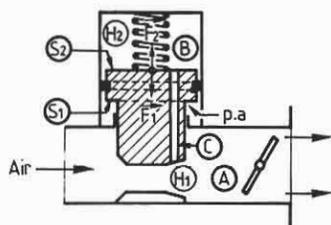


Fig. 21.7. Commande du piston.
A.. Chambre de carburation.
B. Chambre de dépression.
C. Communication.

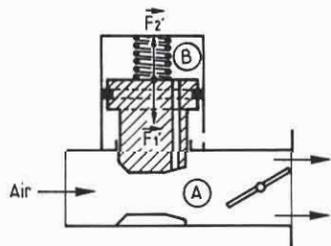


Fig. 21.8. Equilibre du piston à ouverture supérieur.

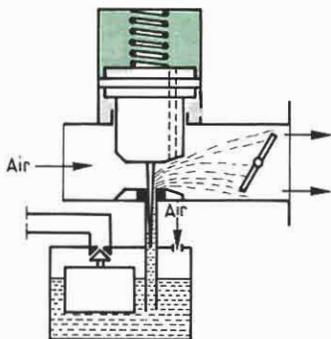


Fig. 21.9. Gicleur à section variable proportionnelle à la levée du piston.

Dans le carburateur à venturi variable, l'ouverture brutale du papillon provoque normalement l'ouverture du venturi, ce qui produit le même inconvénient que ci-dessus.

Mais il est possible de **retarder** momentanément l'**ouverture du venturi** grâce à un **amortisseur** appelé « dash pot » dont le rôle est de freiner les mouvements du piston mobile.

Ce **décalage de la levée du piston** par rapport à l'augmentation du débit d'air permet grâce à la dépression élevée, le débit instantané du gicleur principal. Un dispositif complémentaire de **reprise** n'est donc **pas indispensable**.

Quels sont les perfectionnements possibles ?

D'une **grande simplicité**, ce carburateur donne satisfaction dans la plupart des cas. Cependant, afin de serrer de plus près les normes **antipollution** et réduire à son minimum la **consommation de carburant**, ces carburateurs peuvent recevoir une partie des dispositifs déjà étudiés sur les carburateurs à buse constante :

- circuit de ralenti dépollué,
- circuit de reprise, correcteur de richesse.

Ces dispositifs agissent alors **simultanément** avec le dispositif principal et ont pour rôle d'**ajuster le dosage** afin d'obtenir une parfaite combustion.

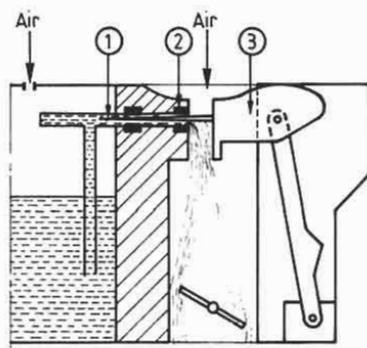


Fig. 21.10. Carburateur inversé à venturi variable (principe motorcraft).

1. Aiguille de dosage.
2. Gicleur principal.
3. Tiroir d'air à commande par capsule à dépression.

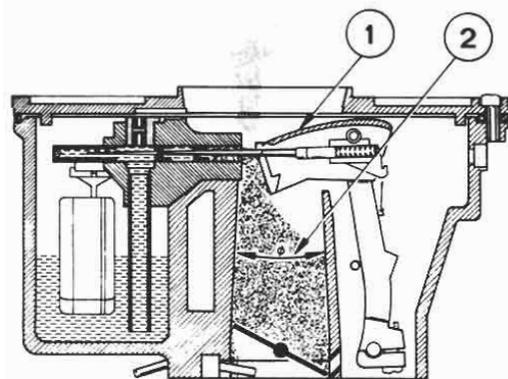


Fig. 21.11. Fonctionnement en charge partielle.

1. Tiroir d'air.
2. Venturi (document Ford).

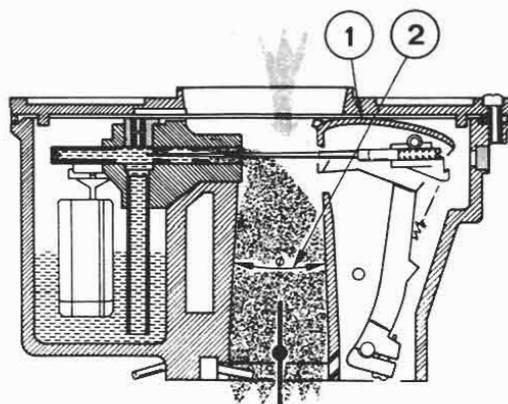


Fig. 21.12. Fonctionnement à pleine charge.

1. Tiroir d'air.
2. Venturi (document Ford).