

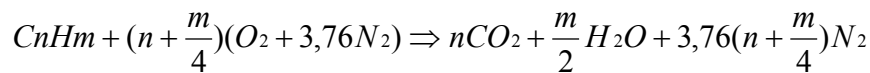
RAISON D'ETRE DES SYSTEMES GPL

1. La pollution :

1.1: composition et nuisances des gaz d'échappement d'un moteur essence

a) Produits de la combustion :

A l'aide de l'équation chimique de la combustion parfaite (c'est à dire complète) d'un hydrocarbure :



On ne devrait donc rejeter théoriquement que 3 composants : de l'Azote, de l'eau sous forme de vapeur et du dioxyde de carbone.

En fait, en réalité, le gaz d'échappement se compose des produits de la combustion complète, de la vapeur d'eau, des produits de la combustion incomplète, des produits de réactions secondaires qui se déclenchent à l'intérieur des cylindres ou durant les phases d'échappement.

Il en résulte donc la liste suivante des composants chimiques des gaz d'échappement.

- *combustion complète :*

CO₂, H₂O.

- *combustion incomplète :*

• hydrocarbures imbrûlés :

C_n H_m (paraffines, oléfine, aromatiques...)

• hydrocarbures partiellement imbrûlés (ou oxydés) :

C_n H_m.CHO (aldéhydes),

C_n H_m.CO (cétones),

C_n H_m.COOH (acides carboxyliques),

CO (monoxyde de carbone).

- *Produits de craquage thermique et dérivés :*

C₂ H₂, C₂ H₄, H₂ (acétylène, éthylène, hydrogène...),

C (suie),

Hydrocarbures polycycliques.

- *Sous produits de la combustion :*

- de l'azote atmosphérique :
NO, NO₂ (oxyde d'azote).
- des additifs du carburant :
oxyde de plomb, halogénures de plomb.
- des impuretés du carburant :
oxyde de soufre.

- *Oxydants :*

Des oxydants se forment à partir des composants des gaz d'échappement sous l'effet du rayonnement solaire : peroxydes organiques, ozones, peroxyacétylnitrates.

b) Caractéristiques des gaz d'échappement :

- Dioxyde de carbone CO₂.

Non toxique. En absorbant une partie du rayonnement infrarouge réémis par la terre et en le réémettant vers le sol, le CO₂ contribue au réchauffement de la surface terrestre par effet de serre.

- Monoxyde de carbone CO.

Très toxique. Gaz incolore, inodore et insipide. Il se fixe plus facilement à l'hémoglobine que l'oxygène et empoisonne le sang. Mortel au-delà de 1000ppm, il agit à des teneurs beaucoup plus basses causant des maux de tête, des vertiges voire des pertes de connaissance.

- Oxyde d'azote Nox.

NO et NO₂ sont la plupart du temps étudiés simultanément et exprimés sous, la forme de Nox. L'oxyde nitrique NO est un gaz incolore, inodore et insipide. Il provoque une paralysie en se combinant à l'hémoglobine. Au contact de l'oxygène il se transforme rapidement en dioxyde d'azote NO₂. Le NO₂ est un gaz toxique brun rouge, dégageant une forte odeur piquante. Il détruit les tissus pulmonaires.

- Hydrocarbure C_n H_m.

Les hydrocarbures C_n H_{2n+2} (paraffines), presque inodores, ont un effet narcotique et irritent les muqueuses.

Les hydrocarbures C_n H_{2n} (oléfine), au goût sucre, irritent les muqueuses.

Les hydrocarbures C_n H_{2n-6} (aromatiques) à l'odeur caractéristique s'attaquent au système nerveux avec effet narcotique.

Le benzène et les H.A.P (Hydrocarbures Aromatiques Polynucléaires) sont aussi considérés comme cancérogènes.

- Aldéhydes R.CHO

Odeur piquante. Ils irritent le nez et les yeux, même à très faible dose.

- Composés du plomb.

Ils empoisonnent le sang, la moelle épinière et le systèmes nerveux parce qu'ils empêchent la fixation de l'oxygène par les cellules.

Les gaz d'échappement ont aussi une action différée sur notre environnement

- Le smog :

Détecté la première fois aux Etats Unis au cours des années 1960, il est désormais présent dans le ciel de la plupart des grandes villes. C'est un brouillard de couleur jaunâtre verdâtre résultant de l'action de l'ozone sur les hydrocarbures imbrûlés (principalement oléfiniques) et les oxydes d'azote en suspension dans l'air d'une zone à forte densité automobile.

- Les pluies acides :

Ce type de pollution se caractérise comme son nom l'indique par une diminution du PH des pluies avec des conséquences néfastes pour la faune et la flore. Les polluants responsables des pluies acides sont vraisemblablement les oxydes d'azote Nox qui n'exercent toutefois leur action qu'en présence de SO₂. La transformation du SO₂ et des Nox en sulfates et nitrates donnent les acides sulfuriques et nitriques véhiculés par les nuages.

Les moteurs à essence ne sont pas seuls responsables de ces émissions de polluants mais le secteur des transports se trouvent en bonne place.

La pollution atmosphérique dans l'environnement constitue donc depuis de nombreuses années un problème d'intérêt majeur pour les pouvoirs publics.

Les actions menées à ce jour ont consisté à réglementer les rejets dans l'atmosphère des véhicules et des industries. Dans le domaine de l'automobile, des procédures codifiées ont été élaborées pour certains polluants, les autres car il est difficile de les mesurer, de vouloir le contraire.

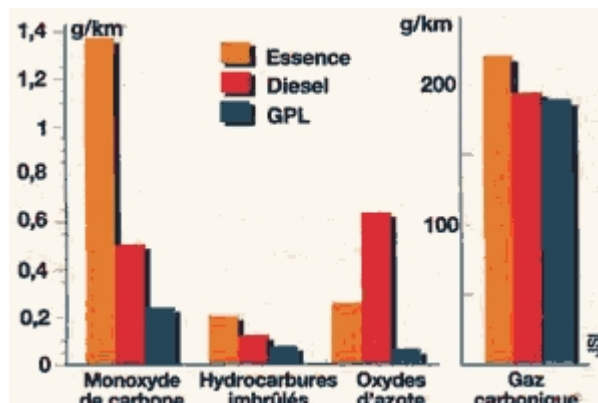
Il existe une multitude de procédés pour réduire les polluants, il en existe un particulièrement efficace qui revient en force sur le marché de l'automobile, c'est le système de carburation GPL. Après une timide tentative au début des années 80, le G.P.L., gaz de pétrole liquéfié, a progressivement déserté le marché. On reparle beaucoup aujourd'hui du G.P.L. et ce pour deux raisons essentielles :

1) c'est très certainement le moins polluant de tous les carburants thermiques car il ne contient ni soufre ni plomb, ne rejette pas de particules après combustion et réduit les émissions de CO₂ de 14%.

2) le matériel d'adaptation d'un moteur à essence au G.P.L. a énormément progressé. De plus, les constructeurs équipent une partie de leur gamme de véhicule avec des systèmes de carburations au GPL.

A tel point que le G.P.L. représente près de 60% du parc "essence" en Hollande plus de 30% en Italie, 40 à 60% aux USA et au Canada.

Rejets de polluants des différentes motorisation en g/km :



3. Equations de combustion :

L'air sec de l'atmosphère est un mélange de gaz dont la composition, exprimée en pourcentage de volume, a pour valeurs moyennes :

Oxygène O₂ : 20.93 %

Azote N₂ : 78.10 %

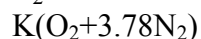
Gaz rares : argon, néon, hélium, ...

L'agent comburant étant l'oxygène, le rapport des quotas de moles N₂/O₂ est alors égal à 3.78.

On considère ainsi qu'un nombre K de moles d'oxygène réagit avec le combustible.

La composition approchée pour les calculs est donc la suivante :

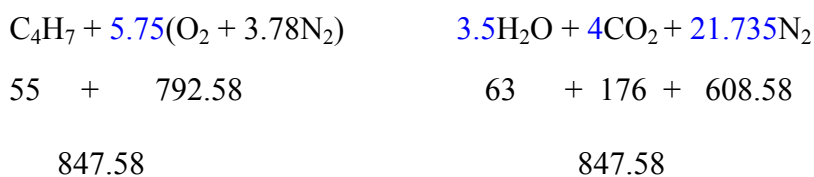
3.78 moles de N₂ associées à chacune des moles de O₂



Les atomes en présence et leur masse molaire :

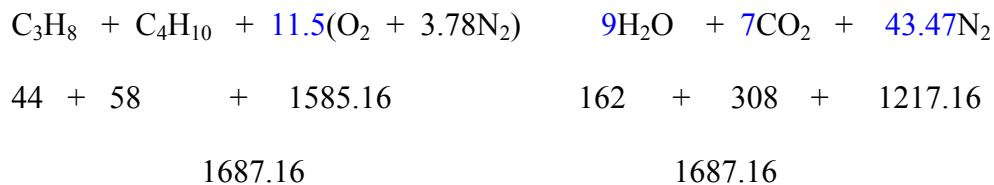
Corps	Symboles chimiques	Masse molaire
Carbone	C	12
Hydrogène	H	1
Azote	N	14
Oxygène	O	16

Equation de combustion pour du super de type CH_{1.75} (celui que l'on trouve dans le commerce) :



Dosage massique : $\frac{792.58}{55} = \frac{1}{14.41}$ 1g d'essence pour 14.41g d'air soit 1.33 cm³ d'essence pour 12109 cm³ d'air ce qui donne un dosage volumique $d = \frac{1}{9104.5}$

Equation de combustion pour du GPL/C composé de 50 % de Propane (C₃H₈) et de 50 % de Butane (C₄H₁₀) :



Dosage massique : $\frac{1585.16}{102} = \frac{1}{15.54}$ 1g de GPL/C gazeux pour 15.54g d'air soit 436 cm³ de gaz pour 13059 cm³ d'air ce qui donne un dosage volumique $d = \frac{1}{29.9}$

Remarque : un carburant GPL/C dosé à 40/60 % (utilisé en hiver) requiert un dosage massique de $\frac{1}{15.56}$ tandis que le rapport 60/40 % (utilisé en été) requiert un dosage massique de $\frac{1}{15.52}$.

PCI massique : Essence : 42900 Kj/Kg
GPL/C : 45900 Kj/Kg

PCI volumique : Essence : 32000 Kj/Kg
GPL/C : 25350 Kj/Kg

Densité : Essence : 750g/l
GPL/C : 555g/l

1 litre de GPL/C liquide donne 242 litres de GPL/C gazeux

Pour un moteur de 1000 cm³ de cylindrée et en considérant un remplissage de 100 %.

Dans le cas de l'essence, par cycle il rentre 1000 cm³ de mélange donc 0.11 cm³ d'essence ($\frac{1000}{9104.5}$) ce qui correspond à 0.0825g de carburant.

Energie libérée : (0.0825*42900) 3539 J

Dans le cas du GPL/C , il rentre par cycle 32.4 cm³ de GPL/C ce qui correspond à 0.074g de GPL/C

Energie libérée : (0.074*45900) 3397 J

On a donc une perte de puissance de $(\frac{3539 - 3397}{3539} * 100\%)$, soit 4 %.

Pour ce qui est de la consommation en se basant sur les PCI volumiques des deux

carburants , nous constatons que le super est plus énergétique que le GPL.

Il y aura donc un surcroît de consommation de $\left(\frac{32000 - 25350}{32000} * 100\% \right) 21 \%$.

En pratique la perte de puissance constatée est à peu près celle déterminée par le calcul , les accélérations sont moins franches et la vitesse de pointe est diminuée, en revanche on gagne en souplesse et en confort sonore.

Pour ce qui est de la surconsommation elle est plus faible que celle annoncé par la théorie, en effet, le GPL/C se trouvant déjà à l'état gazeux, le mélange avec l'air est très homogène et la combustion beaucoup plus complète.

NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com

LE COMBUSTIBLE GPL/C

Avant propos

Différenciation entre GPL, GNL et GNV

- . GPL: Gaz de pétrole liquéfié.
- . GNV: Gaz naturel véhiculé.
- . GNL: Gaz naturel liquéfié.

Les gaz de pétrole carburant (GPL/C) sont issus des coupes les plus légères de la distillation du pétrole, c'est un mélange de butane (C_4H_{10}) et de propane (C_3H_8).

Le gaz naturel (GNV) ou (NGV) en anglais est issue de matières fossiles et extrait de gisements souterrains. Le constituant principal du gaz naturel est le méthane (CH_4). Le gaz naturel peut être stocké sous deux formes: comprimé (GNV) ou liquéfié (GNL). Pour l'application automobile la solution retenue est l'état gazeux comprimé sous 200 bars.

Le gaz liquéfié (GNL) est stocké sous la pression normale, mais à très basse température environ $-160^{\circ}C$. Le principal avantage de la forme liquéfiée par rapport à la forme comprimée (GNV) est qu'à 200 bars, on peut stocker une égale quantité de gaz environ trois fois plus de méthane. En fait il n'est pas utilisable pour les véhicules automobiles.

En pratique, l'équipement GPL est quasiment identique à celui des équipements GNV à l'exception des réservoirs qui sont très différents.

PROVENANCE DU GPL/C

Le GPL/C est un mélange de propane (C_3H_8) et de butane (C_4H_{10}). Les deux hydrocarbures (composés de carbone et d'hydrogène) sont commercialisés depuis 1932.

Les gaz de pétrole liquéfiés sont obtenus:

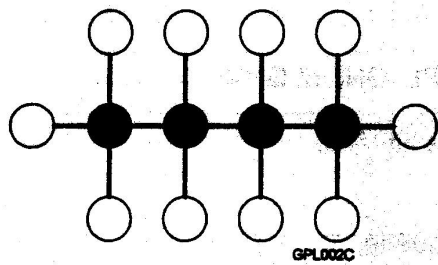
- . dans la proportion de 90 % par distillation du pétrole, dans les raffineries. Ils représentent environ 3 % des tonnages de pétrole "brut" raffiné,
- . dans la proportion de 10 % par dégasolinage du gaz naturel (cela consiste à séparer les hydrocarbures liquides contenus dans le gaz naturel).

Le GPL est appelé dans les pays anglo-saxons LPG abréviation de "Liquified Petroleum Gas"

CARACTERISTIQUES

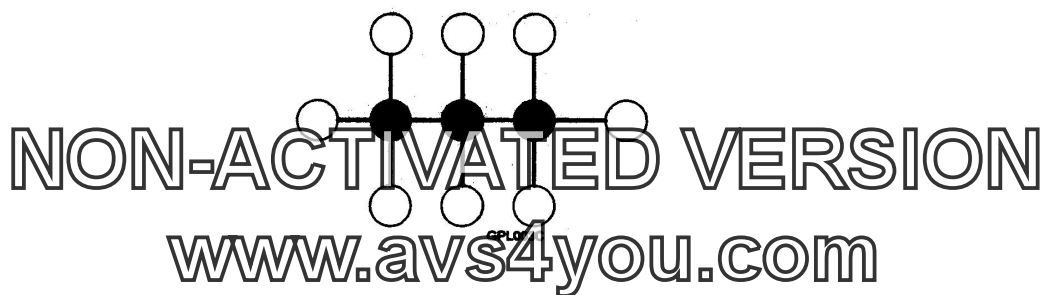
Trois types de gaz liquéfiés sont distribués en France:

1) Le butane: C₄ H₁₀



Le butane commercial est un mélange d'hydrocarbures composé principalement de butane et de butène, il contient moins de 19% en volume de propane et de propène.

2) Le propane: C₃ H₈



Le propane commercial est un mélange d'hydrocarbures composé dans la proportion de 90% environ de propane, propène et pour le surplus d'éthane, d'éthylène de butane et de butène.

● Atome de carbone

O Atome d'hydrogène

3) Le GPL/C

C'est un mélange de butane et de propane (comprimé)

La réglementation française impose un volume de propane compris entre 19 et 50%.

Depuis 1993, la norme demande une pression de vapeur absolue de 2,5 bars minimum à 10 °C.

En station son dosage se situe entre 40% de propane (en été) et 60% de propane (en hiver).

A CARACTERISTIQUES GENERALES DES GAZ DE PETROLE

Ils sont plus lourds que l'air, ils sont incolores et inodores.

Pour des raisons de sécurité et pour pouvoir les déceler, ils reçoivent un additif odorant (Mercaptan).

Deux caractéristiques différencient le butane du propane:

- Température d'ébullition
- La tension de vapeur ou pression des gaz.

On peut noter qu'à pression atmosphérique:

Le butane commercial bout à 0 °C (échelle 1 sur schéma),

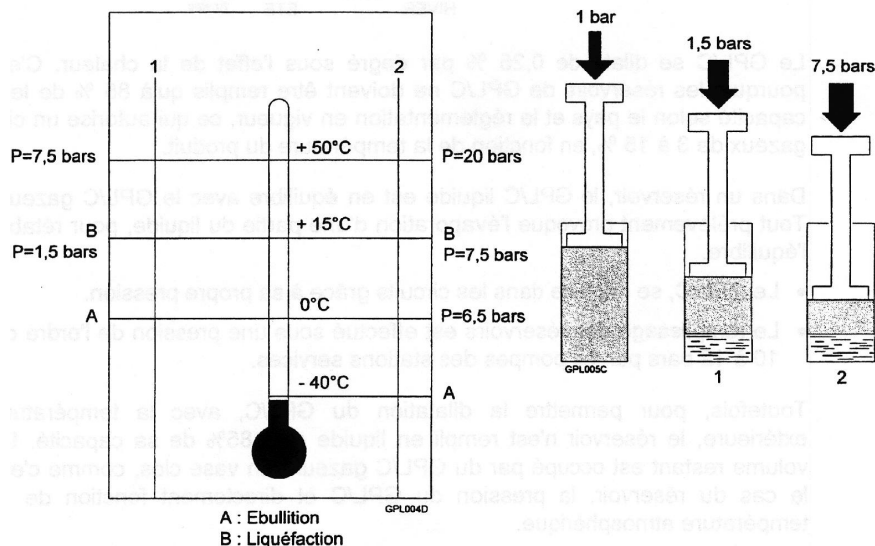
Le propane commercial bout à -42 °C (échelle 2 sur schéma),

Ils ont la propriété d'être gazeux à température ambiante (20 °C).

Ils se liquéfient dès qu'ils sont soumis à une faible pression :

Le butane se liquéfie à une pression de 1,5 bars ou à une température de 15°C, repère 1.

Le propane se liquéfie à une pression de 6,5 bars ou à une température de -42°C, repère 2.



B RAPPELS DE PHYSIQUE

- La compression d'un gaz:

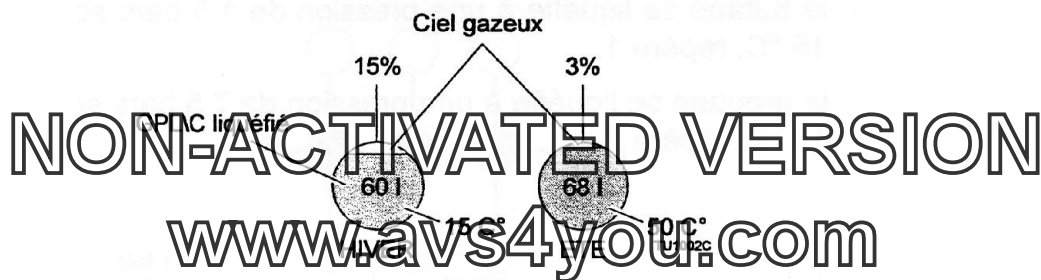
augmente sa pression et sa température,
entraîne un dégagement de chaleur vers le milieu extérieur,
tend à liquéfier ce gaz.

- La détente d'un gaz:

diminue sa pression et sa température,
entraîne une absorption de chaleur du milieu extérieur.

- Les basses températures et les pressions élevées favorisent la liquéfaction.
- Les températures élevées et les pressions faibles favorisent la vaporisation.

C CARACTERISTIQUE IMPORTANTE



Le GPL/C se dilate de 0,25 % par degré sous l'effet de la chaleur. C'est pourquoi les réservoirs de GPL/C ne doivent être remplis qu'à 85 % de leur capacité selon le pays et la réglementation en vigueur, ce qui autorise un ciel gazeux de 3 à 15 %, en fonction de la température du produit.

Dans un réservoir, le GPL/C liquide est en équilibre avec le GPL/C gazeux. Tout prélèvement provoque l'évaporation d'une partie du liquide, pour rétablir l'équilibre.

- Le GPL/C, se déplace dans les circuits grâce à sa propre pression.

- Le remplissage des réservoirs est effectué sous une pression de l'ordre de 10 à 12 bars par les pompes des stations services.

En vase clos, comme c'est le cas du réservoir, la pression du GPL/C est directement fonction de la température atmosphérique.

	GPL/C	ESSENCE
Masse volumique (liquide à 15 °C)	0.557 Kg/l	0.750 Kg/l
Pouvoir calorifique	45900 Kj/Kg	42900 Kj/Kg
Indice d'octane	95 à 110	94 à 100

A 15 °C et à pression atmosphérique normale: 1 litre de GPL/C liquide correspond à 242 litres de GPL/C gazeux, la pression du GPL/C dans le réservoir est fonction de la température extérieure.

Pour une température de:

15 °C ~ 0,7 bar

+ 15 °C ~ 3,4 bars

+50 °C ~ 11,5 bars

AVANTAGES DU GPL PAR RAPPORT A L'ESSENCE

Un litre de GPL pèse moins lourd que le même volume d'essence; il y aura une surconsommation théorique de 20% . Toutefois, certains avantages du GPL sur l'essence font que la consommation n'est que 10 à 15% supérieur à celle de l'essence.

- Pollution plus faible.
- Le pouvoir calorifique du GPL est supérieur à celui de l'essence.
- L'indice d'octane plus élevé augmente le rendement et diminue la consommation.
- L'homogénéité et le dosage du mélange, plus facile à réaliser (le carburant gazeux permet une combustion plus complète).
- Fonctionnement du moteur plus silencieux.
- Il n'y a pas de recondensation due à la faible inertie des gaz (lavage, gommage des cylindres).
- **Il n'y a pas de dilution de l'huile moteur longévité de l'huile accrue, usure moteur réduite.**

Le GPL ne possède pas d'additif (soufre, plomb). La bonne combustion du mélange permet une réduction de pourcentage d'hydrocarbures imbrûlés et d'oxyde de carbone.

Par contre, le mélange arrivant dans les cylindres est un peu plus chaud, la tenue thermique des soupapes ainsi que de leurs sièges doit être renforcée, le GPL étant de nature très sèche (la température de fin de combustion est incrémentée de 50 °C)

SECURITE ET PRECAUTIONS

LA SECURITE LIEE AU GPL/C

Les ateliers ne peuvent intervenir sur la dépose des accessoires du réservoir que s'ils possèdent un brûleur permettant de le vider, puis par une autre opération le dégazer. Ces opérations ne peuvent être réalisées qu'avec un opérateur possédant une attestation de qualification.

Il n'est pas nécessaire de dégazer le réservoir pour le déposer.

Les diverses mesures de sécurité à prendre à proximité d'une installation fonctionnant au GPL portent surtout sur les risques de fuites et de dilatation sous l'effet de la température.

- Le GPL/C nécessite des raccords très soignés, des joints et des conduits (caoutchouc synthétique) de qualité résistant aux hydrocarbures.
- Une vérification sous pression de l'absence de fuite doit être effectuée pour chaque raccord à l'aide d'un produit approprié type (FRAMET DF9).
- Le gaz se dilate fortement en fonction de la température et ne doit jamais occuper plus de 85% du volume total du réservoir pour permettre son expansion sans risque pour les joints et le réservoir.
- Le contact du GPL/C avec la peau peut provoquer des gelures dues au froid. L'usage des gants et de lunettes de protection est recommandé lors d'une intervention sur toute partie du circuit pouvant contenir du liquide.

PRECAUTIONS LORS D'INTERVENTION

Toute intervention sur le circuit de gaz doit se faire dans un endroit aéré. Le GPL/C sous forme gazeuse est plus lourd que l'air, ne pas intervenir sur le système en sous-sol.

Il ne doit y avoir ni flamme, ni étincelle, ni cigarette allumée à proximité du lieu de l'intervention.

Lors d'une intervention sur le GPL, utiliser une baladeuse de type néon.

L'opérateur ne doit pas porter de vêtements acryliques, générateurs d'électricité statique.

Pour vider le réservoir GPL, la batterie doit être débranchée et le véhicule mis à la terre par l'intermédiaire du câble de masse du véhicule.

Ne jamais tenter de déposer les accessoires fixés sur le réservoir sans l'avoir au préalable vidé et dégazé (risque d'explosion).

Ne pas effectuer de nettoyage dans le compartiment moteur avec un appareil haute pression et utilisant des produits détergents.

Le réservoir ne doit pas être porté à des températures supérieures à 50 °C, sinon le déposer pour le passage en cabine de peinture, il devra être stocké robinet fermé et bouchonné. Il ne doit pas être placé à l'ombre du pré-chauffeur à l'extérieur.

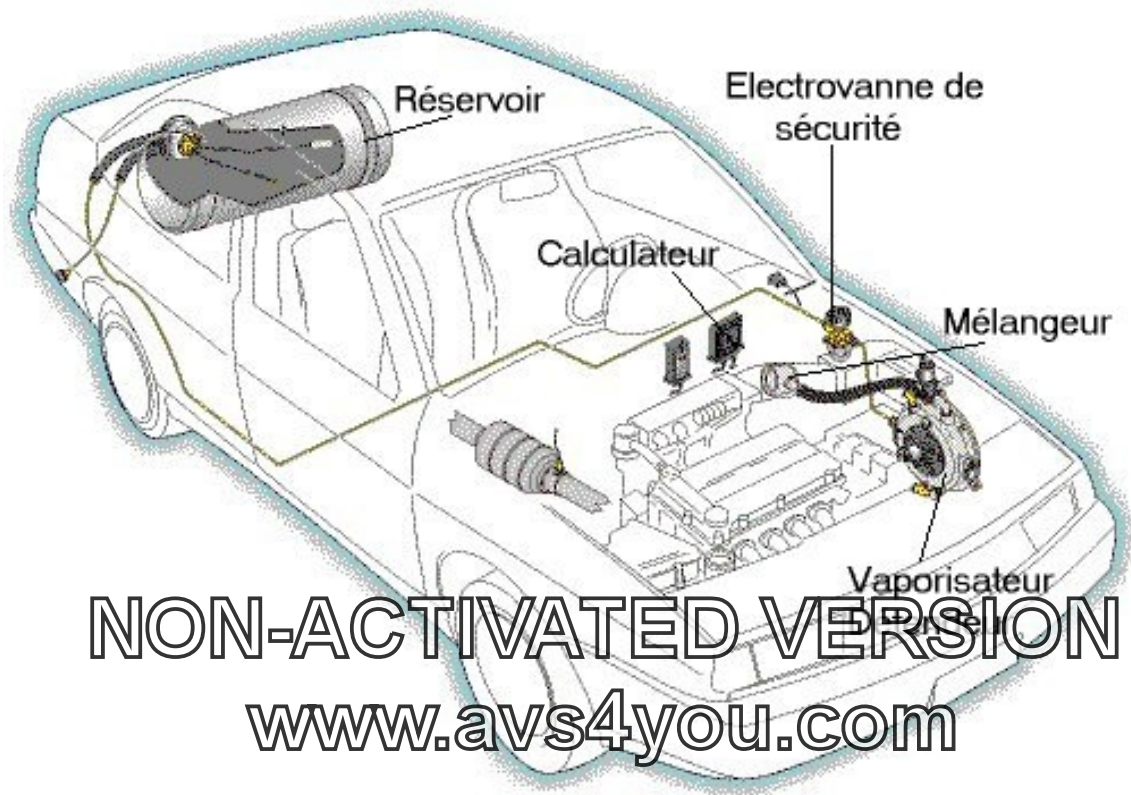
Avant d'ouvrir les circuits, éliminer le GPL/C restant dans les conduits, en faisant tourner le moteur jusqu'à ce qu'il s'arrête, puis débrancher le câble du réservoir.

En cas de fuite importante de GPL/C sur le réservoir, il importe d'isoler le véhicule à l'air libre, à l'écart de toute habitation. L'intervention des services de sécurité peut être nécessaire si la situation ne peut être contrôlée.

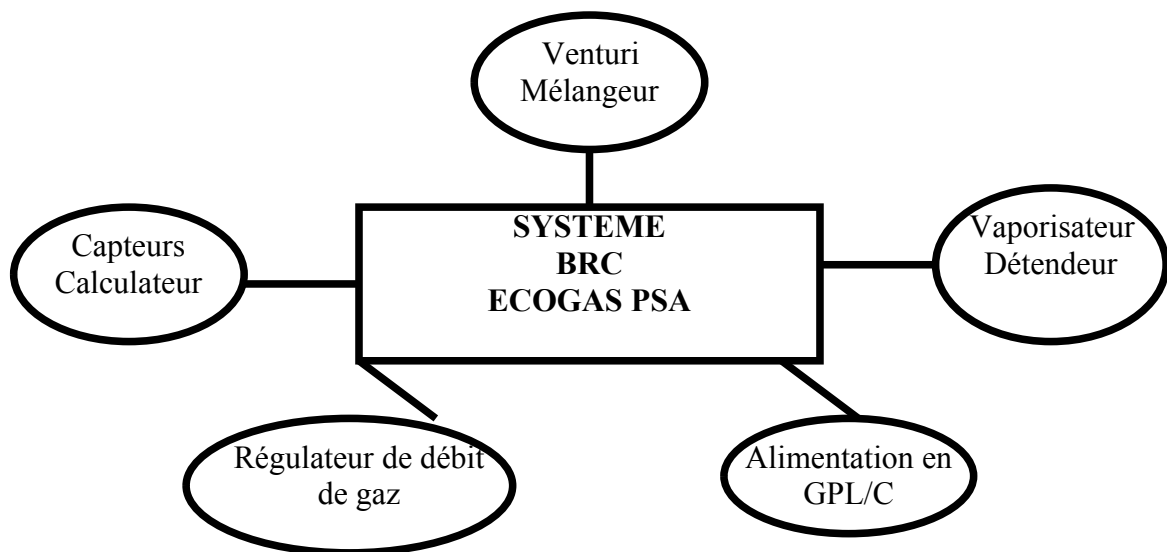
PRESENTATION DU SYSTEME BRC ECOGAS

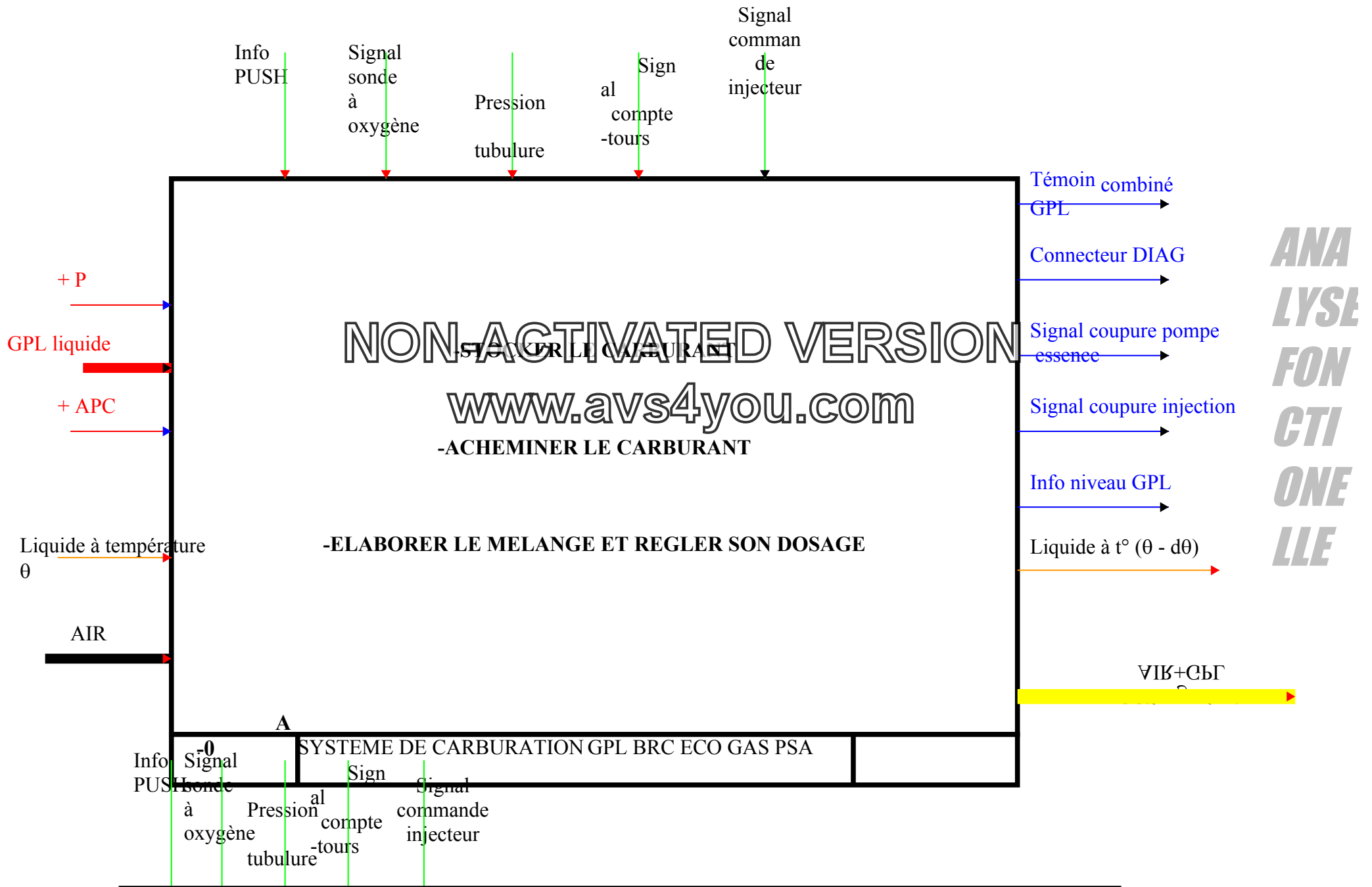
PSA

Mise en situation :

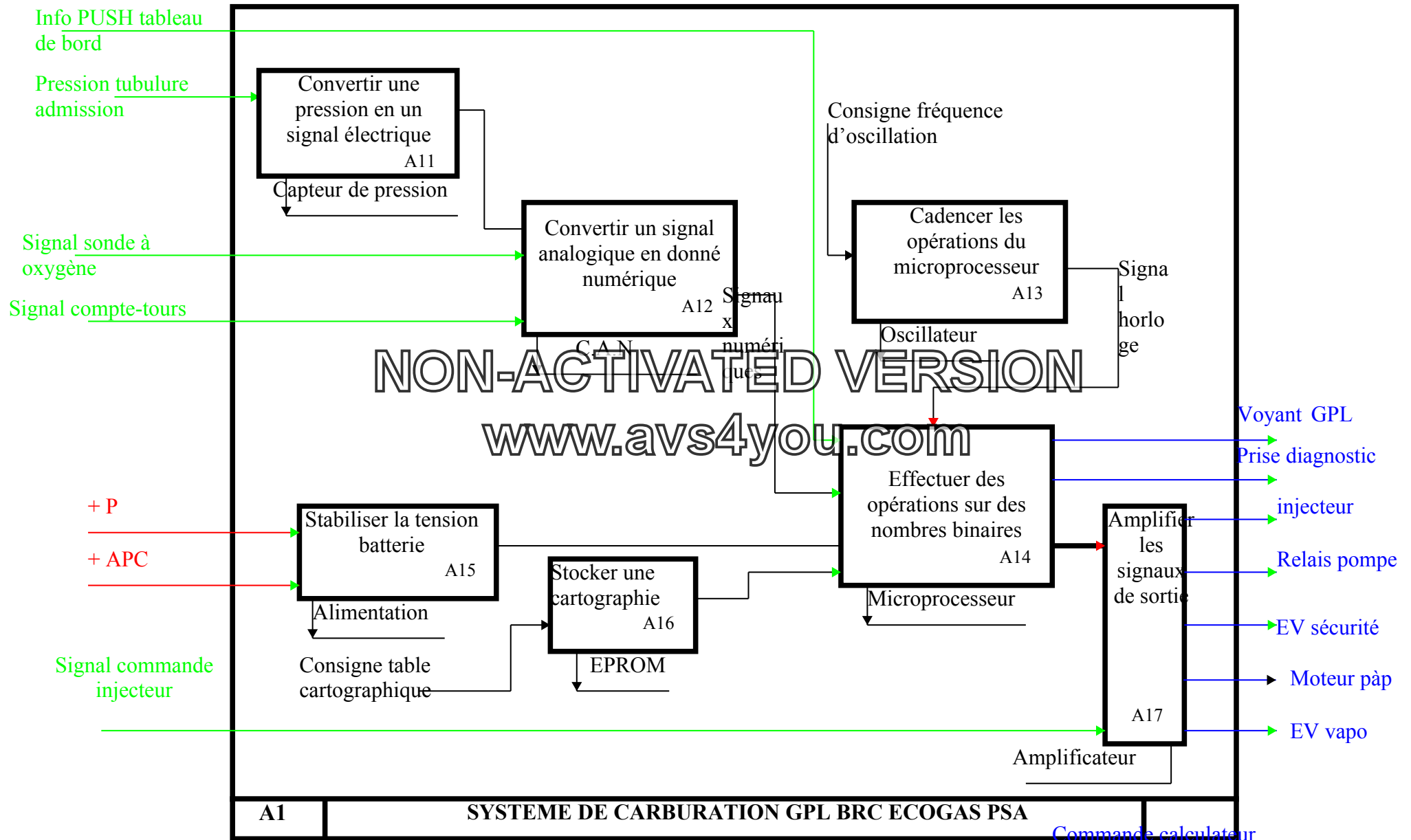


Les différents sous-systèmes composant le système BRC ECOGAS PSA :





NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com

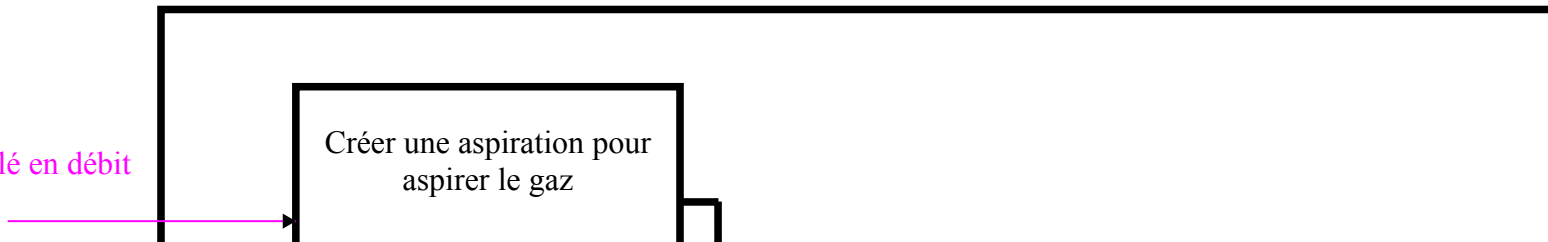


NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com

NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com

Commande calculateur

NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com



NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com

Association des éléments aux fonctions :

Résumons les éléments associés aux blocs fonctionnels :

Numero du bloc	Fonction	Element associé
A1	Déterminer un dosage AIR/GPL	Calculateur GPL
A21	Limiter le remplissage du réservoir à 85% de son volume	Limiteur de remplissage
A22	Stocker le carburant	Réservoir cylindrique
A23	Sécuriser le réservoir	Soupape de sécurité
A24	Limiter le débit de fuite en cas de rupture de canalisation	Limiteur de débit
A25	Informé le conducteur du niveau de carburant dans le réservoir	Jauge à carburant
A26	Interrompre ou non la circulation du GPL liquide vers les appareils en aval	Electrovanne de sécurité
A31 A33	Vaporiser et détendre le GPL liquide	Ensemble vaporisateur-détendeur
A32	Etablir ou non la communication entre la 1 ^{er} et la 2 ^{ème} chambre du vaporisateur/détendeur	Electrovanne vapo-détendeur
A4	Réguler le débit de GPL gazeux aspiré par le moteur thermique	Ensemble moteur pas à pas de régulation de débit
A5	Mélanger le GPL gazeux et injecter le mélange AIR/GPL	Venturi-mélangeur

PRINCIPE GENERAL DE FONCTIONNEMENT

L'installation GPL :

Le circuit d'alimentation d'un moteur fonctionnant au GPL/C se compose d'un réservoir, d'électrovannes, d'un vaporisateur-détendeur, d'un mélangeur et des canalisations correspondantes.

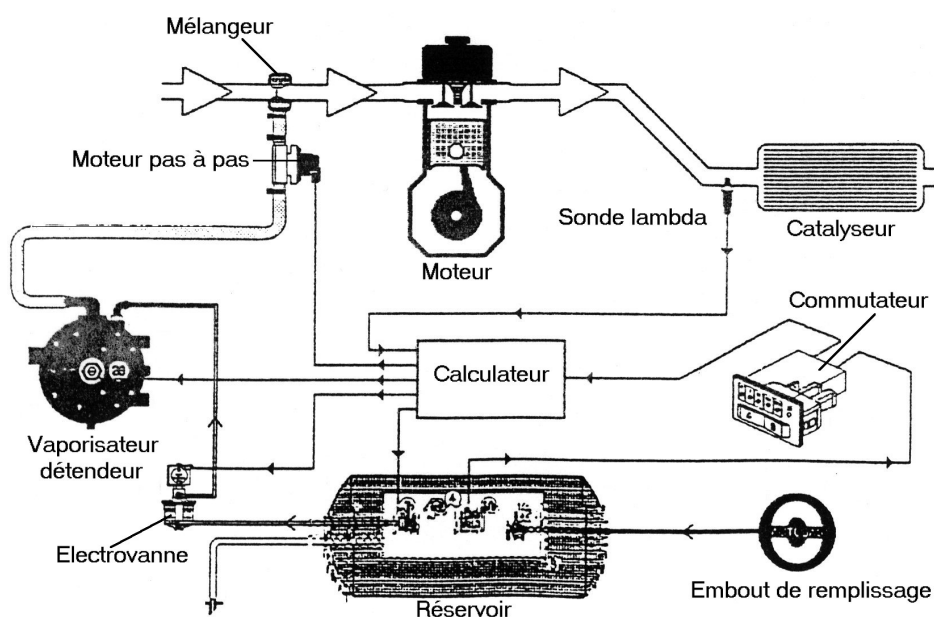
Le mélange dans un système aspirée GPL pour véhicule est élaboré avec un venturi comme dans un carburateur. Dans le venturi une dépression se développe en fonction de la quantité d'air aspiré.

Cette dépression qui est fonction de la charge sur le moteur, pilote, en association avec le vaporisateur-détendeur, la quantité à produire. Quand la charge du moteur augmente, la dépression dans le venturi augmente également ainsi que la quantité de GPL/C produite par le vaporisateur-détendeur.

Le dosage approximatif de la quantité de GPL/C pour le moteur se détermine par la combinaison du venturi et du vaporisateur-détendeur. Dans le cas d'un système piloté par une sonde à oxygène, le dosage fin est réalisé par un moteur pas à pas, piloté par le calculateur, qui rétrécit plus ou moins la section de passage du venturi d'essence. En fonction du signal de la sonde, la quantité de GPL/C est ajustée pour obtenir un mélange idéal de GPL/C et d'air.

L'allumage est géré par le même système que lorsque le moteur fonctionne en mode essence.

Schéma de principe d'une installation GPL :



Description général du système GPL :

Le GPL liquide arrive dans le réservoir grâce à la pression de la pompe via un orifice de remplissage et un clapet anti-retour. Dès que le niveau atteint 85 %, le remplissage est interrompu par une valve. Une soupape de sécurité protège le réservoir d'une pression supérieure à 25 bars.

Poussé par la pression dans le réservoir, le liquide passe à travers un limiteur de débit et deux électrovannes de sécurité pour arriver au vaporisateur-détendeur. Le gaz est alors vaporisé et sa pression réduite. Le venturi placé dans la veine d'air crée une dépression qui aspire le gaz émit par le vaporisateur-détendeur.

Le GPL dans son état gazeux circule vers le mélangeur à travers le tuyau de gaz sec et un passage de section variable piloté par un moteur pas à pas. Dans le mélangeur se développe un mélange GPL/air qui passe dans le collecteur d'admission en direction des cylindres.

Un calculateur pilote le moteur pas à pas, en fonction du signal de la sonde à oxygène, afin de déterminer précisément le dosage. Il commande également les électrovannes et la mise hors-tension du système d'injection essence.

Un commutateur situé au tableau de bord permet au conducteur de choisir entre deux modes de fonctionnement moteur : essence/GPL.

Normes de fonctionnement du système GPL

Le démarrage moteur s'effectue en mode essence quelque soit la position du commutateur, ceci pour la raison suivante :

- Maintenir en bon état opérationnel le système d'injection essence
- Conserver intégralement les fonctions anti-démarrage
- La dépression produite par le venturi est trop faible sur coup de démarreur pour élaborer un mélange GPL/air riche (fonction starter)

Lorsque le commutateur est sur la position gaz, la commutation en mode GPL se fera dans ces conditions :

- Pression absolue dans la tubulure d'admission inférieur à 400 mb
- Accélération supérieur à 2000 tr/mn
- Décélération d'un minimum de 100 tr/mn

Il existe un temps de recouvrement de 0.5s durant lequel, l'injection essence fonctionne en même temps que le système GPL pour éviter un calage moteur dû à l'inertie du GPL/C dans le tuyau de gaz sec.

Le système BRC utilise les éléments du système essence suivants :

- la sonde à oxygène
- la sortie signal compte-tours

Le signal régime moteur est fourni au calculateur GPL par le signal compte-tours du calculateur essence en parallèle du combiné.

Le signal richesse fourni au calculateur GPL est issu de la sonde à oxygène. En fonctionnement GPL la régulation richesse et l'auto-adaptation par le calculateur essence est inhibé.

La commande injecteur du calculateur essence est coupée par le calculateur GPL, et le diagnostic injecteur est inhibé en mode GPL.

Le régime de coupure en mode GPL est de 6000 tr/mn, à partir de ce moment le système commute automatiquement en mode essence jusqu'à la coupure injection située à 6300 tr/mn, le retour en mode GPL s'effectuera à partir d'un régime de décélération de 5800 tr/mn.

Le calculateur essence est informé du mode GPL grâce à la ligne d'alimentation des électrovannes qui aboutit sur la borne 35 de son connecteur.

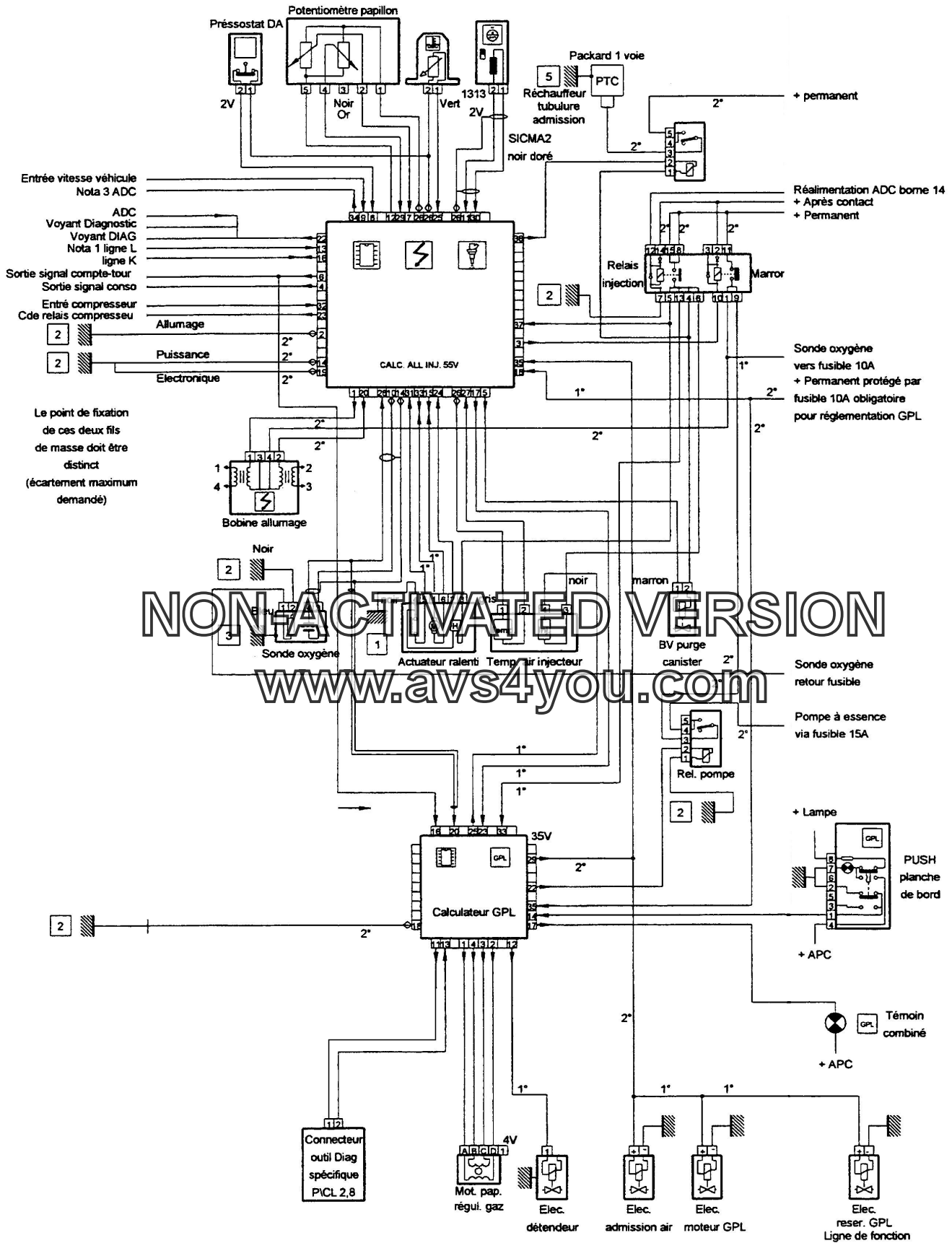
La pompe à essence doit être coupée, par sécurité pour éviter tout risque de désamorçage. Le système de désamorçage par interruption de l'alimentation en carburant est inhibé pendant le mode GPL. Un temps spécifique de coupure de la pompe à essence est commandé par une sortie du calculateur GPL borne 22. Cette sortie permet de prévoir un temps de recouvrement de l'alimentation en carburant vers l'autre.

La fonction purge canister est active en utilisation mais ne fonctionne pas au ralenti.

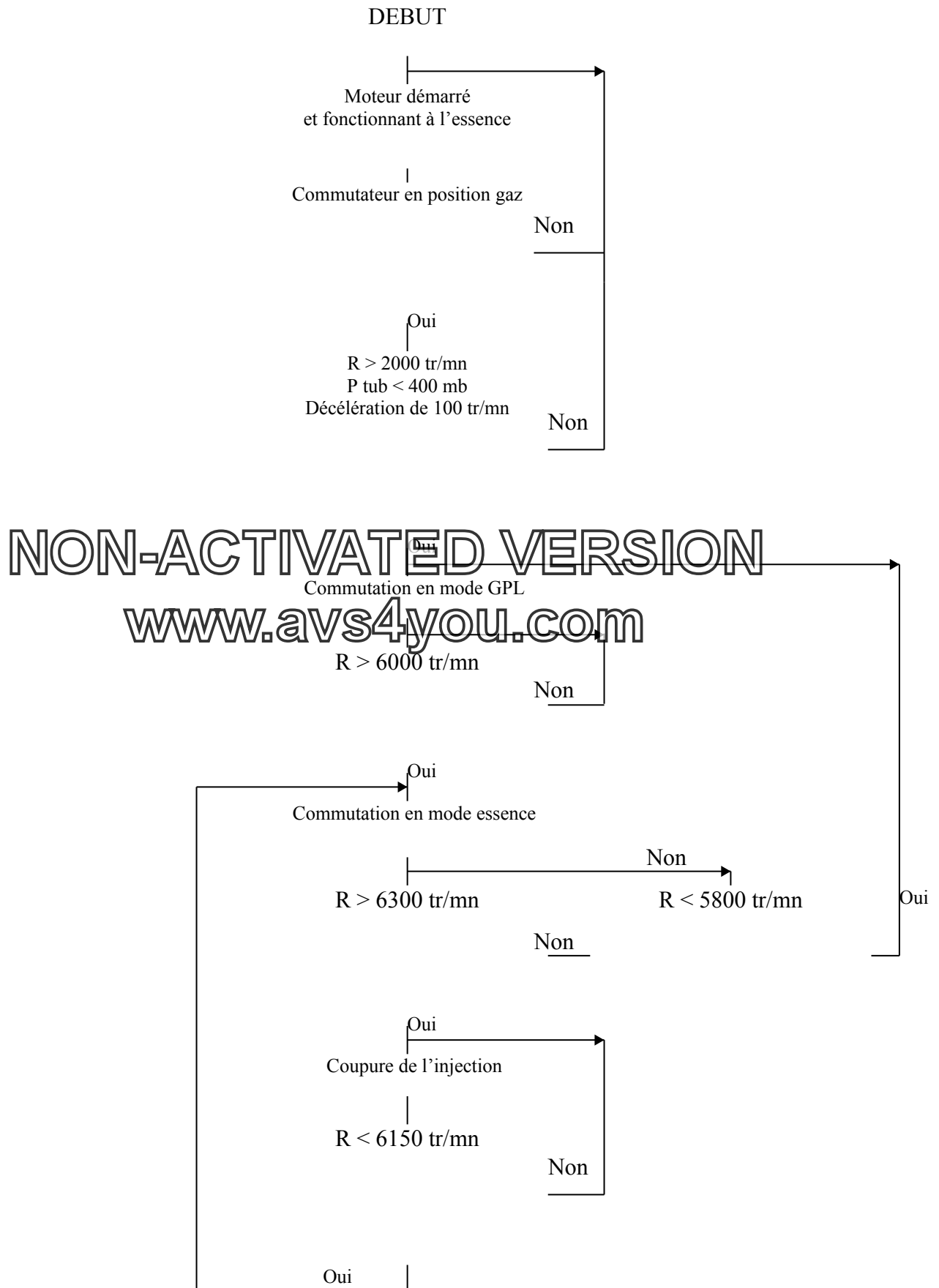
Le commutateur est du type à accrochage avec voyant intégré, il avertit le conducteur sur le mode de fonctionnement moteur. En mode essence, le calculateur GPL reçoit une masse en borne 14 et le voyant est éteint. En mode GPL, la borne 14 est en circuit ouvert et le voyant est allumé.

Le témoin au combiné clignote dès qu'un incident est détecté et le système bascule automatiquement en mode essence, son extinction n'est alors possible qu'après un retour au fonctionnement essence par l'action du conducteur sur le commutateur.

Le passage en mode essence ne s'effectue pas au cas où le réservoir de gaz serait vide.

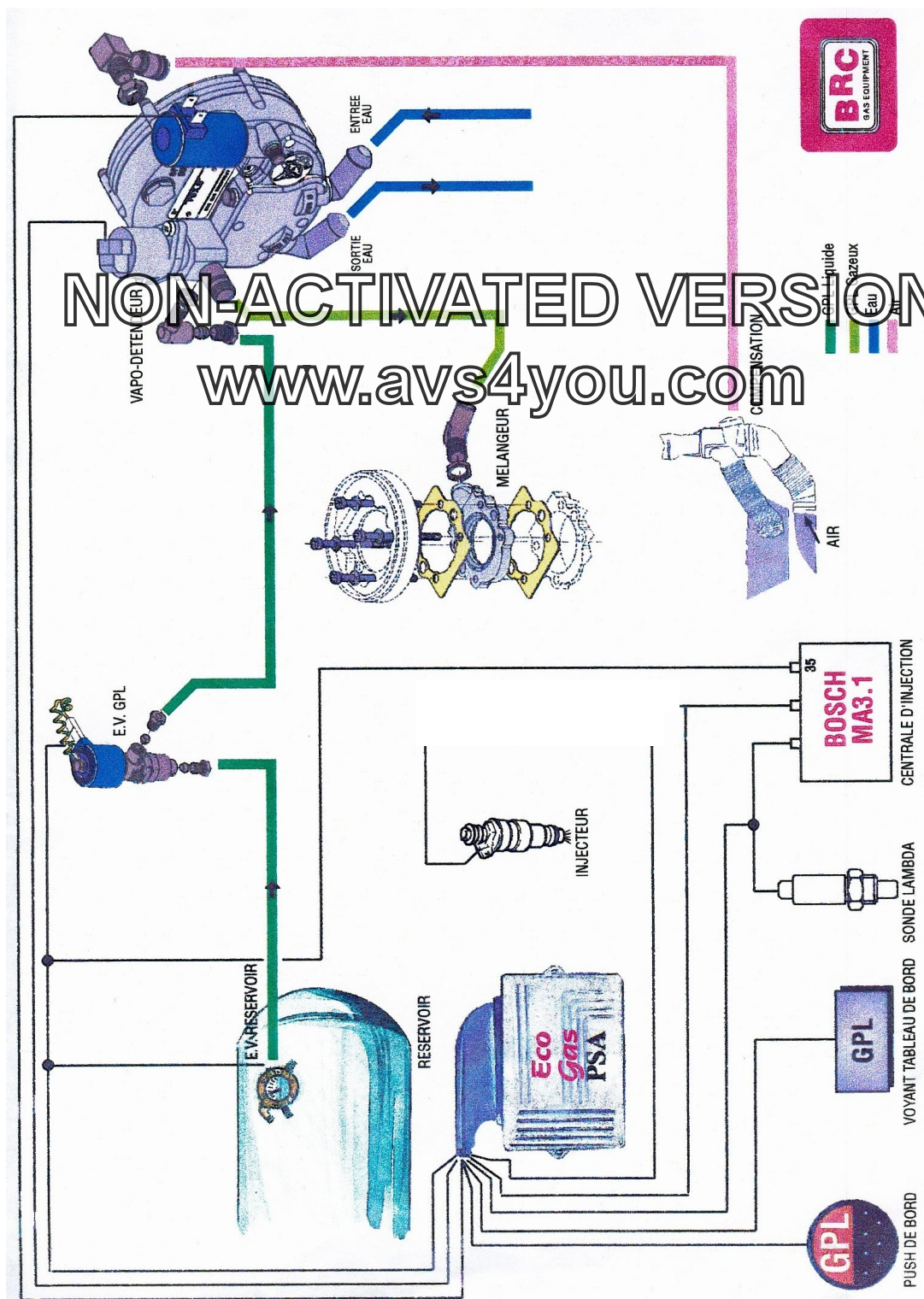


Organigramme de fonctionnement normal du système GPL :

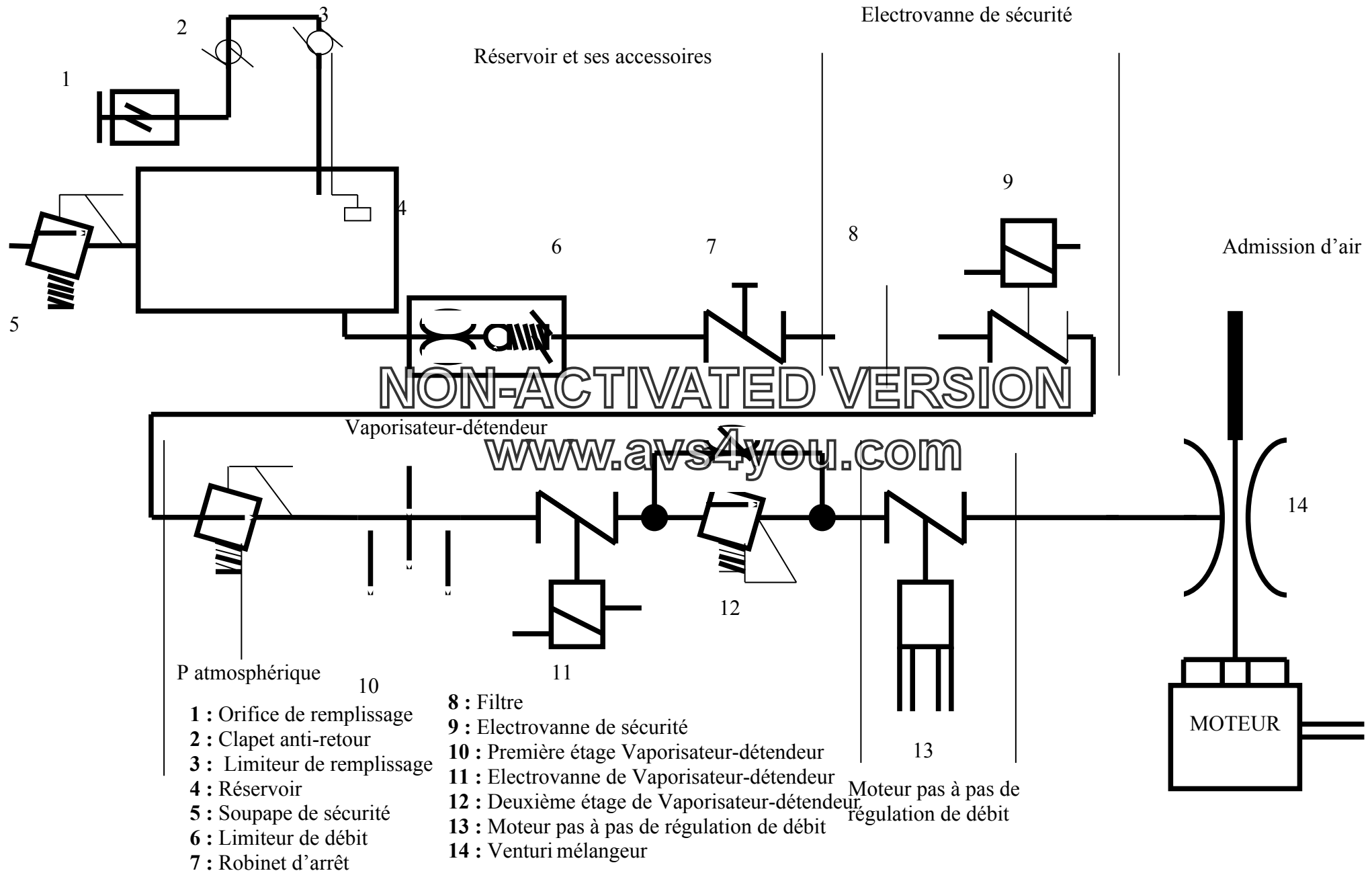


Présentation et fonctionnement des composants du système BRC ECOGAS PSA

Schéma du circuit de GPL/c :

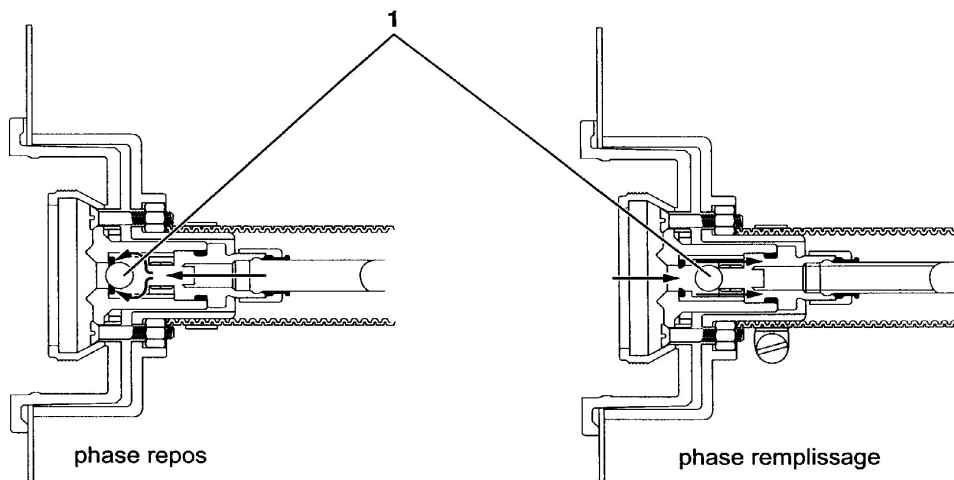


NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com



Dispositif de remplissage :

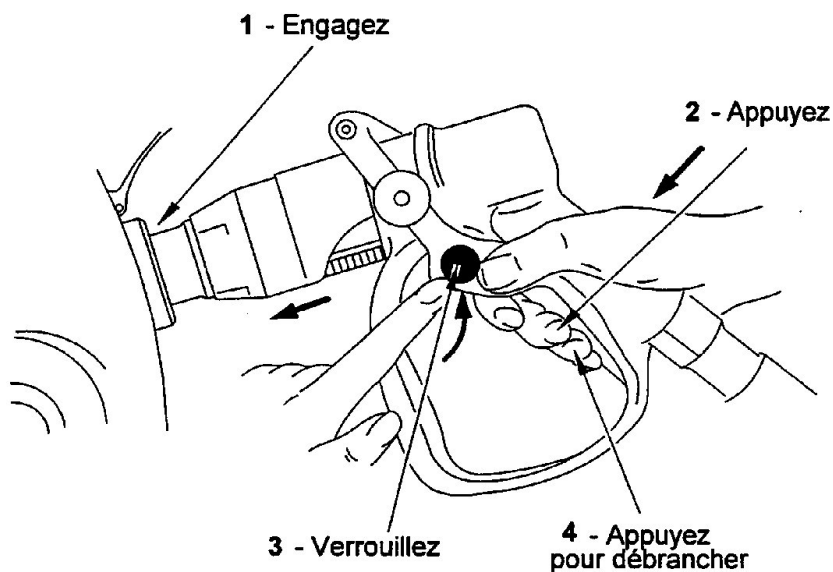
Il est obligatoirement situé à l'extérieur du véhicule, et comporte un clapet anti-retour à bille (1). Sa forme est adaptée au dispositif de remplissage réglementaire en France.



NON-ACTIVATED VERSION

Le pistolet : www.avs4you.com

Le remplissage s'effectue par un pistolet spécifique. Contenu de la pression dans le réservoir, il faut réaliser un raccordement hermétique, de plus la pompe de la station délivre une pression comprise entre 10 et 12 bars.



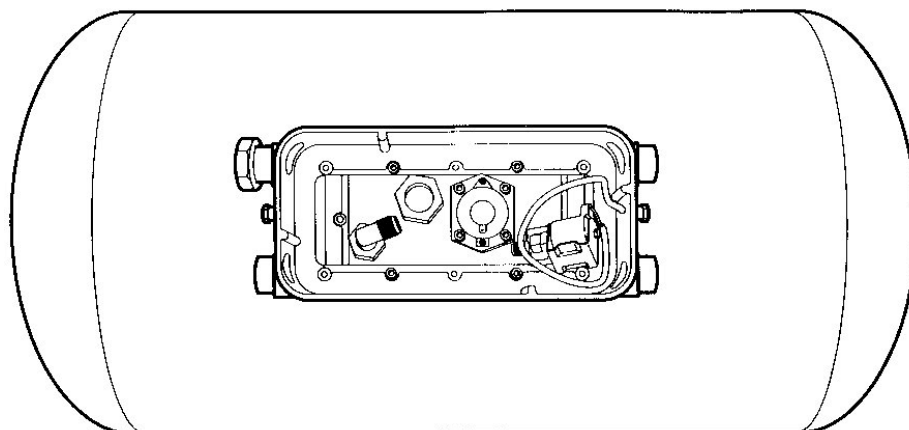
Réservoir GPL :

De type cylindrique de diamètre 250 mm, il est situé dans le coffre.

Il s'agit d'un modèle d'une capacité totale de 43 litres.

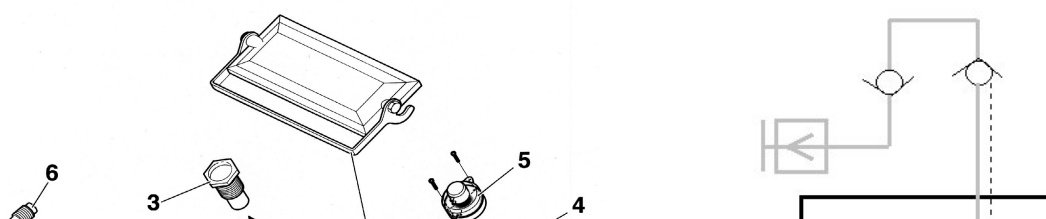
Pour des raisons de sécurité, le remplissage est limité par une vanne de remplissage à 36.5 litres soit une limitation de remplissage à 85 % de la capacité (Le GPL/C se dilatant de 0.25% par degré).

La réglementation française impose un contrôle de mise à l'épreuve tous les huit ans ou tous les cinq ans, s'il y a un changement de propriétaire. Il doit résister à une pression de 30 bars.



Les différents organes de sécurité viennent se fixer sur une plaque à trous soudée sur le réservoir.

Représentation schématique :



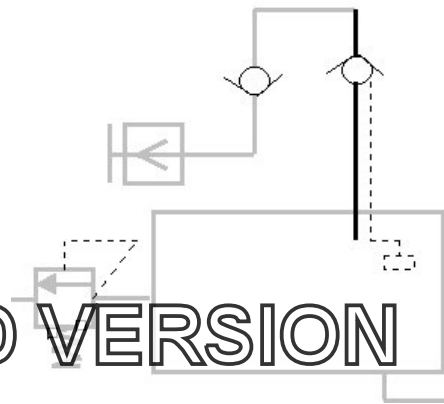
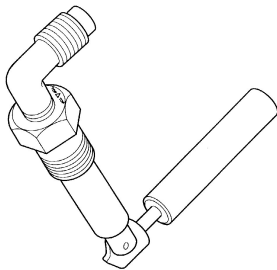
Le prélèvement s'effectue au moyen d'une tubulure plongeant au fond du réservoir, où le gaz se trouve toujours à l'état liquide. La partie supérieure ne contient que des vapeurs qui ne permettraient pas au moteur de fonctionner aux hauts régimes.

Enfin, si l'on prélevait le GPL dans la partie supérieure du réservoir, la composition du gaz liquide restant s'enrichirait graduellement de butane, du fait de l'évaporation plus rapide du propane. On obtiendrait ainsi une diminution de pression dans le réservoir et une diminution du nombre d'octane du combustible. En puisant le GPL liquide au fond du réservoir, le mélange reste donc pratiquement constant.

Les différents organes de sécurité :

La vanne de remplissage :

Représentation :



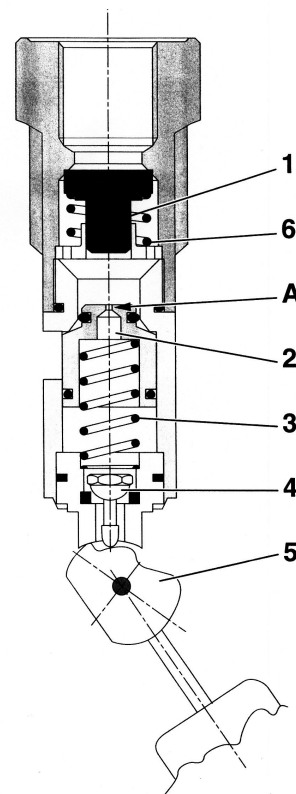
NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com

Fonctionnement :

Le limiteur de remplissage permet l'introduction du GPL dans le réservoir et assure l'arrêt du remplissage à 85 % du volume total du réservoir.

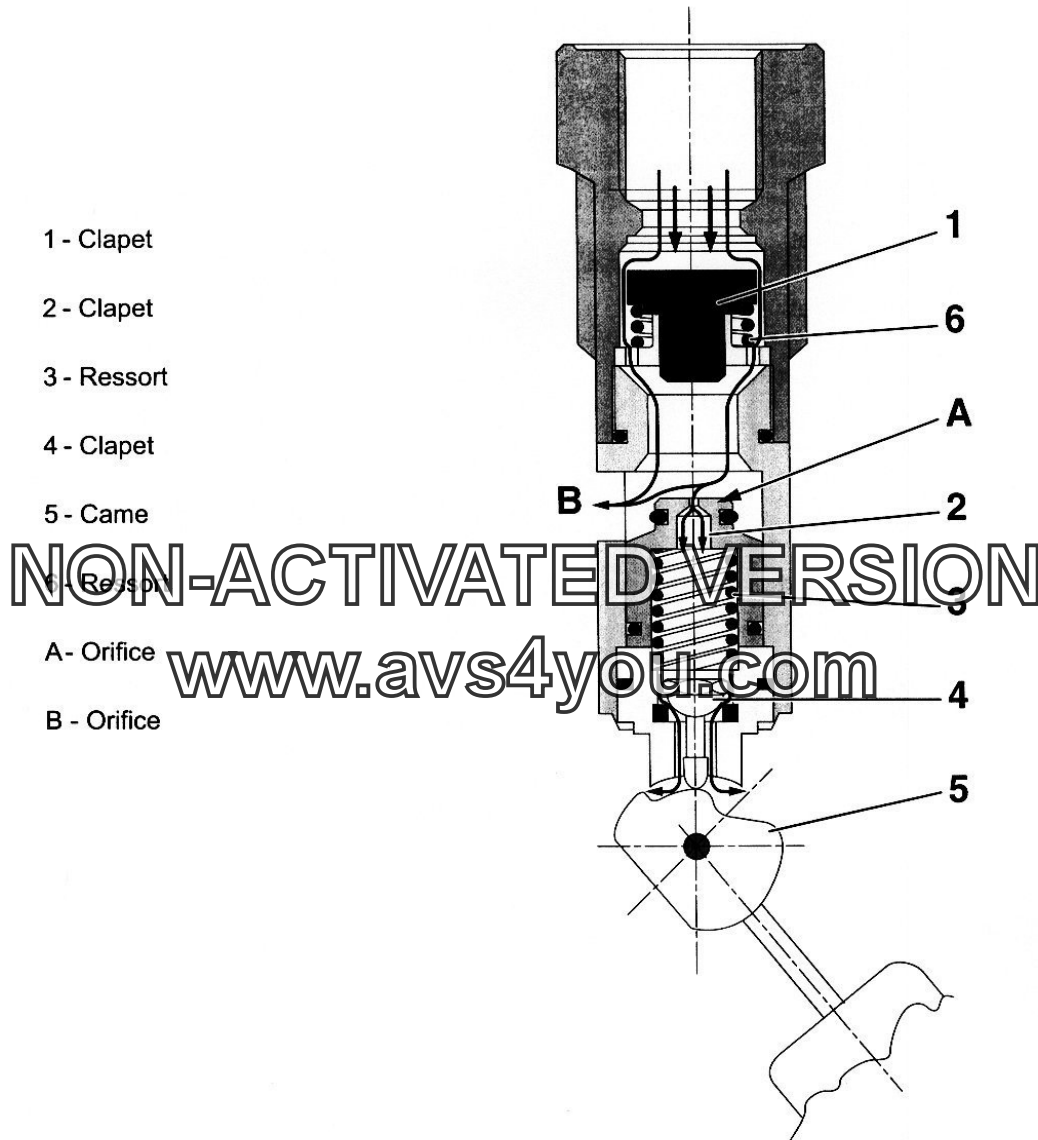
Phase 1 : au repos

- 1 - Clapet
- 2 - Clapet
- 3 - Ressort
- 4 - Clapet
- 5 - Came
- 6 - Ressort
- A - Orifice



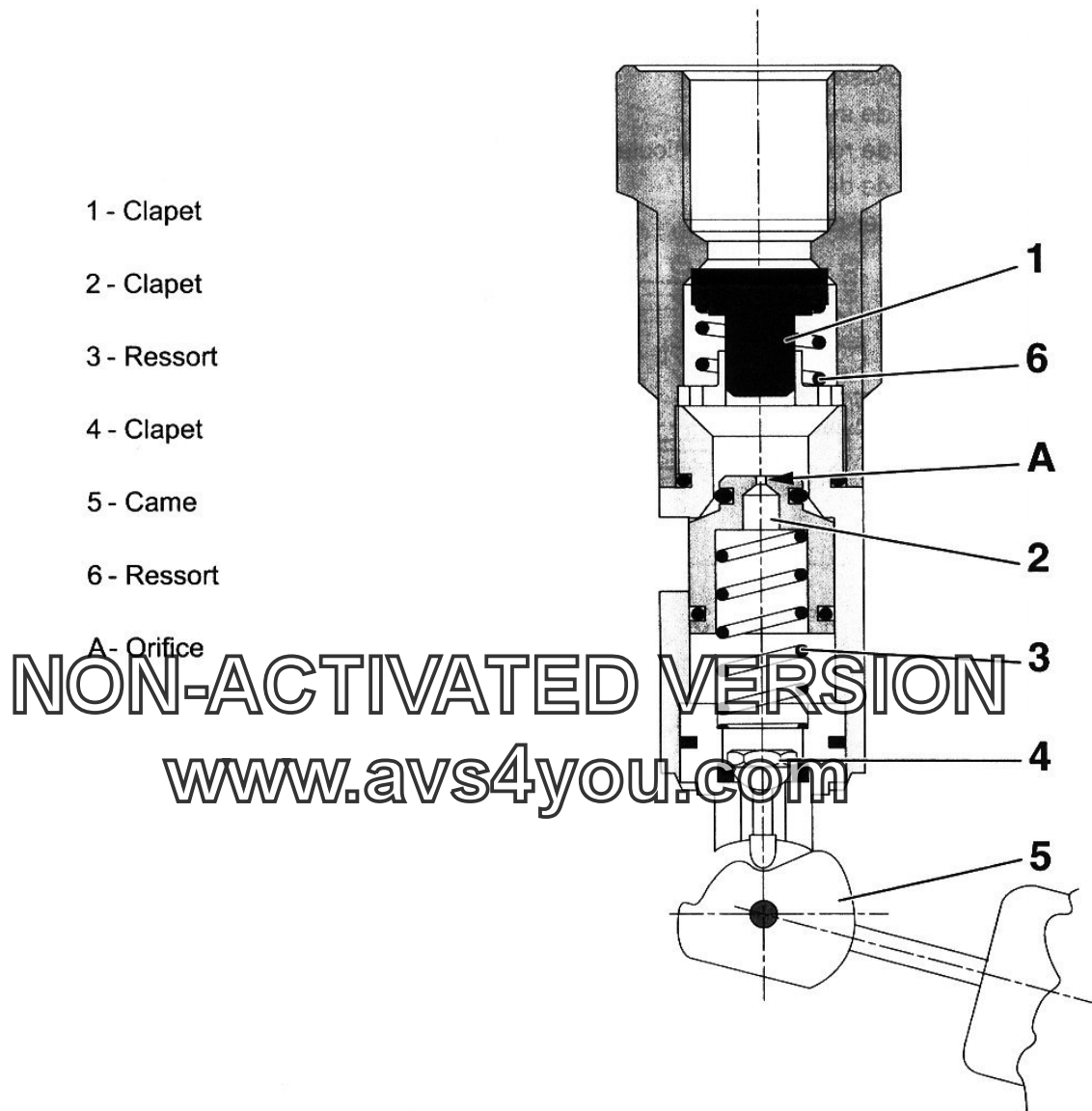
Le limiteur de remplissage est au repos. La pression contenue dans le réservoir GPL maintient le clapet (1) en appui sur son siège. Si un incident se produit sur la canalisation reliant la bouche d'enfûtage au limiteur, le GPL ne peut s'échapper du réservoir.

Phase 2 : remplissage du réservoir



Lors du remplissage, la pression de gaz délivrée par la pompe de carburant GPL est supérieure à celle contenue dans le réservoir. Les sections du clapet (1) étant sensiblement les mêmes côté pompe que côté réservoir, cette pression engendre une force qui s'oppose à l'action du ressort (6), le clapet (1) s'ouvre. Le liquide s'écoule à travers la restriction du clapet (2) et via le clapet (4), la restriction crée une différence de pression et le clapet (2) se déplace. Le GPL, en phase liquide, peut alors s'écouler par l'intermédiaire des orifices A et B dans le réservoir.

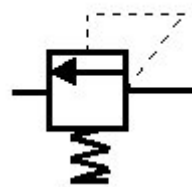
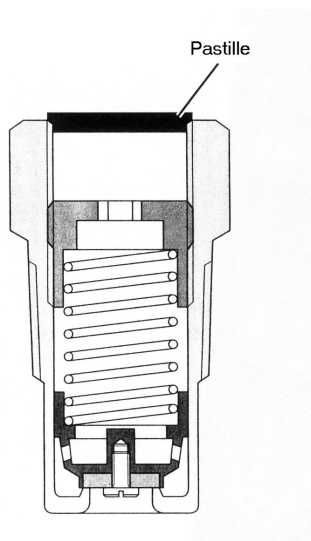
Phase 3 : verrouillage à 85 %



Sous l'effet de la montée du niveau du réservoir, la came (5) liée au flotteur, pivote jusqu'à la fermeture du clapet (4). A ce moment, l'écoulement est interrompu via la restriction, la pression s'installe derrière le clapet (2), il se referme sous l'action du ressort (3).

Soupape de sécurité :

Représentation :



Elle a pour rôle d'éviter qu'une pression trop importante ne s'exerce sur les parois internes du réservoir. Elle est tarée à 25 bars. Lorsque la pression atteint la valeur de tarage, le gaz s'échappe dans un orifice externe et se ventile à l'extérieur du tuyau. Le gaz passe par les tuyaux d'évacuation et se ventile à l'extérieur du tuyau. (10) Le gaz s'échappe dans le cas de déclenchement. Dans les conditions normales d'utilisation cette pression ne peut jamais être atteinte.

www.avs4you.com

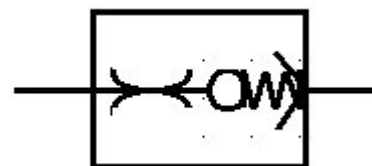
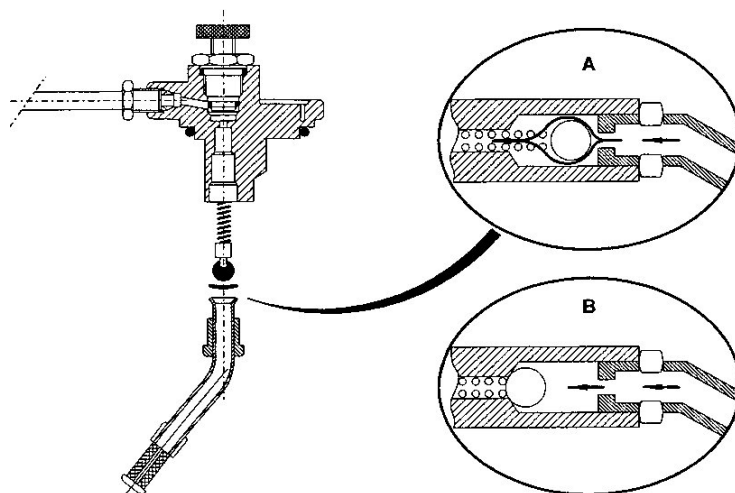
Limiteur de débit :

Le circuit d'alimentation GPL comporte un limiteur de débit et un robinet d'arrêt à la sortie du réservoir.

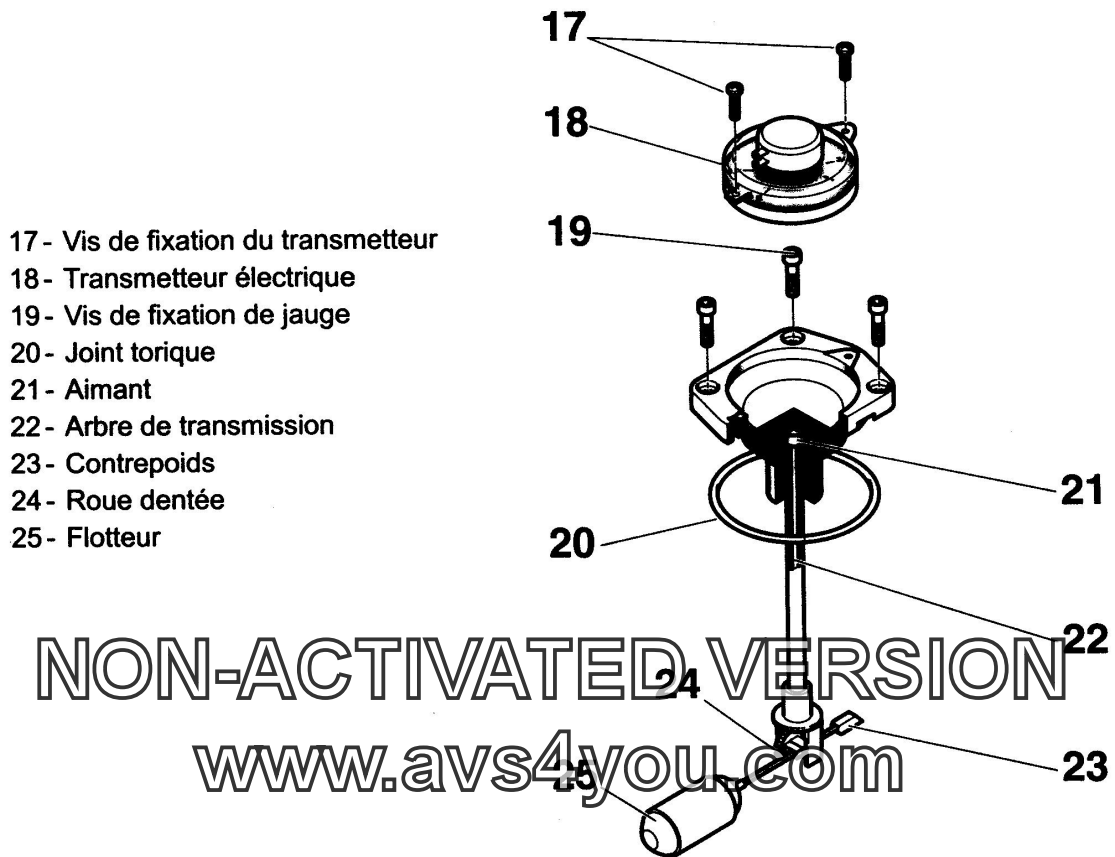
Le limiteur de débit réduit fortement la section de sortie des gaz en cas de débit trop important (cas B : rupture d'une canalisation).

La bille est soumise à une résultante R égal au produit du débit par la vitesse, cette résultante s'oppose à l'action du ressort.

Représentation :



Jauge :



La jauge est fixée sur le réservoir par 4 vis, elle est composée d'un corps et son axe relié à un flotteur. La partie supérieure de l'axe est munie d'un aimant coiffé par un transmetteur électrique. La jauge fonctionne grâce à un système de flotteur avec renvoi d'angle qui fait tourner un axe et un aimant à l'intérieur du corps de la jauge.

Le mouvement est transmis magnétiquement à un curseur qui se déplace sur une piste résistive.

L'information est ensuite transmise électriquement à la jauge spécifique du combiné.

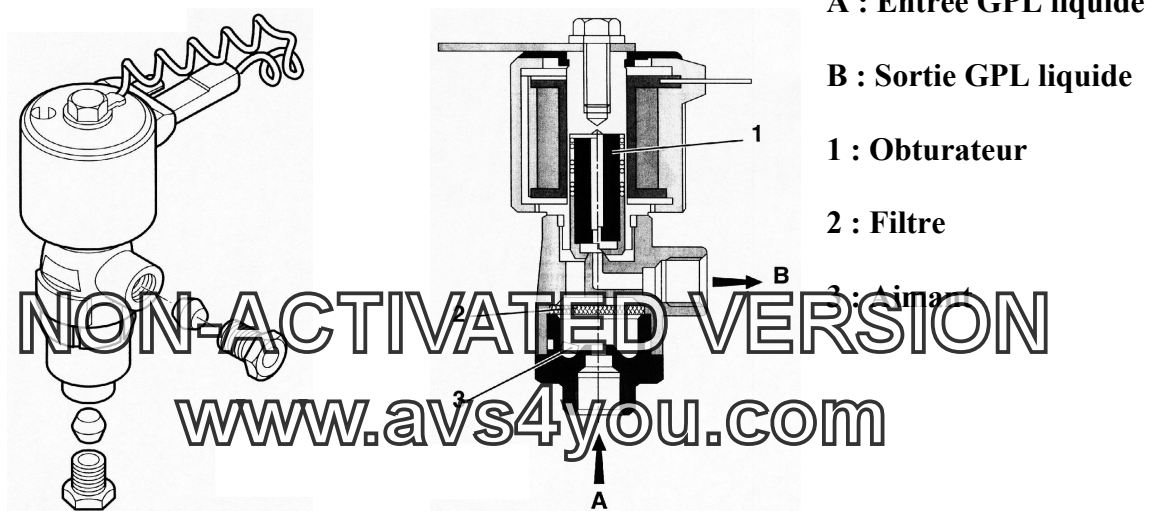
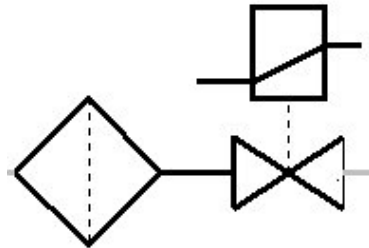
Le transmetteur est fixé sur le corps de jauge par 2 vis et peut donc être déposé sans que le gaz ne s'échappe du réservoir.

Valeur de contrôle du transmetteur :

Résistance en ohms	Niveau de GPL
de 0 à 15 Ω	85 %
de 90 à 115 Ω	50 %
de 200 à 315 Ω	0 %

Electrovanne de sécurité :

Représentation :



A : Entrée GPL liquide

B : Sortie GPL liquide

1 : Obturateur

2 : Filtre

3 : Aimant

L'électrovanne de sécurité avant est montée dans le compartiment moteur avant le vapo-détendeur. Elle assure deux fonctions principales :

- couper l'arrivée du gaz liquide par l'obturateur(1).
- retenir les impuretés contenus dans le gaz grâce à un filtre intégré(2) ainsi que par un aimant(3).

Cette électrovanne est commandée par le calculateur GPL, et libère l'alimentation de gaz vers le vapo-détendeur des lors que la commutation automatique GPL est effectué.

Lorsque la bobine n'est pas alimentée, l'obturateur est maintenu fermé a la fois :

- par le ressort.
- par la pression de GPL/C qui exerce une force sur le haut de l'obturateur.

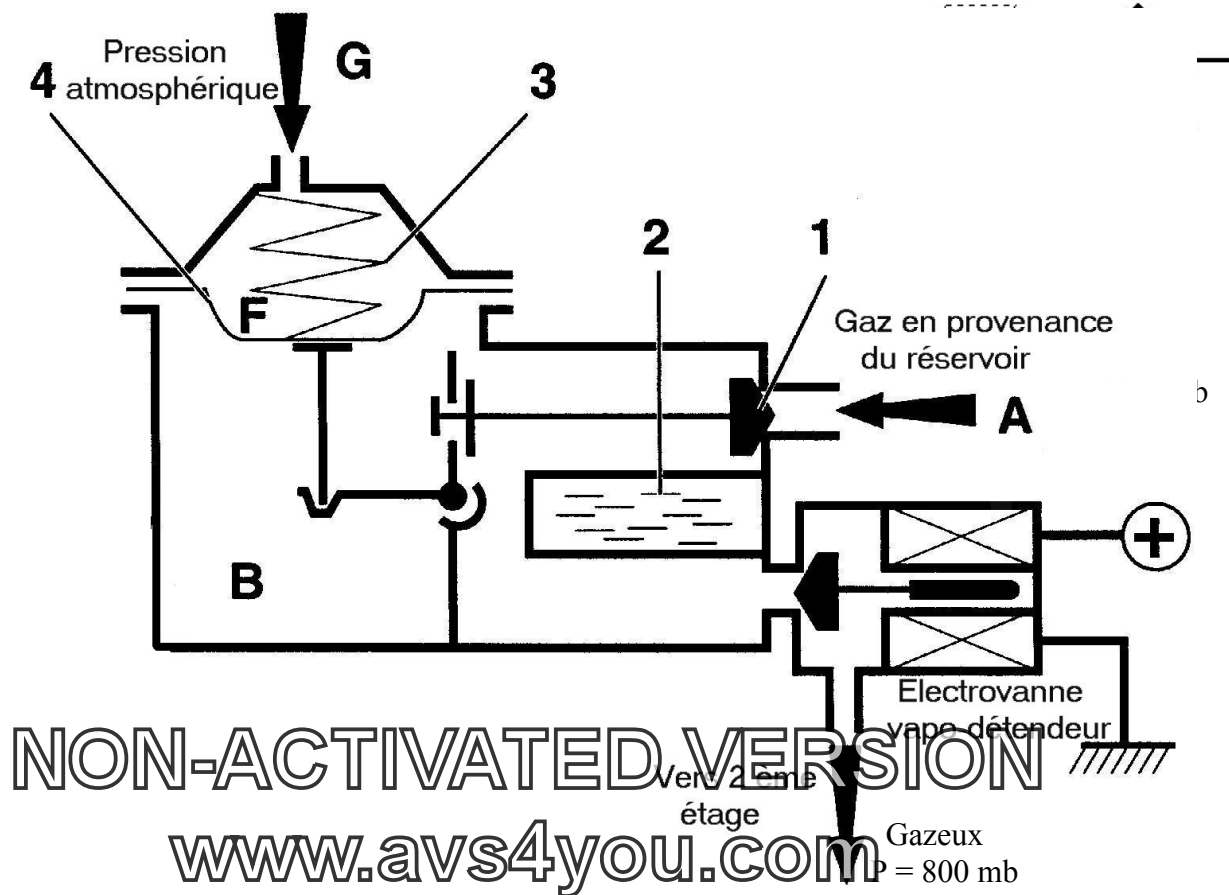
Ainsi, en cas de problème d'alimentation électrique, l'électrovanne se ferme et coupe le circuit de GPL/C.

Le vapo-détendeur :



Le premier étage :

Représentation :



Le GPL/C en phase liquide entre dans la chambre (B) par l'intermédiaire du conduit (A).

La chambre (B) qui est réchauffée par le circuit d'eau moteur (2) transforme le GPL/C à l'état gazeux, la transformation est dite endothermique.

Le fluide ayant pénétré dans la chambre (B) disposant de beaucoup de place se détend cette chute de pression (d'environ 7 bars à 800 mb), et augmentation de température conduisent à un changement d'état : la vaporisation.

La pression en (B) augmente, comprime la membrane (4) et le ressort (3) jusqu'à la fermeture du clapet (1).

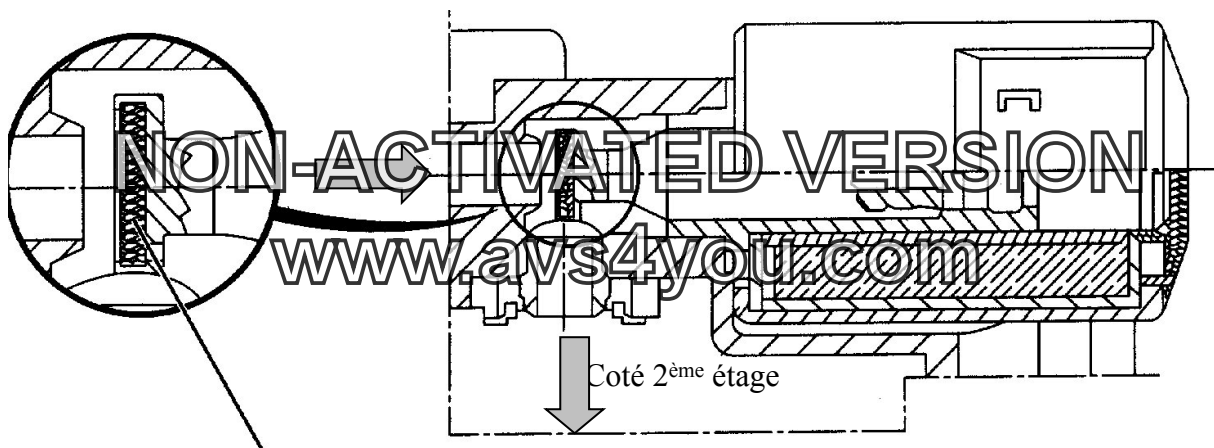
S'il y a consommation de gaz, via le deuxième étage, la pression de la chambre (B) diminue, le ressort (3) repousse la membrane (4) qui ouvre le clapet (1), ainsi le processus se reproduit.

La chambre (F) est asservie à la pression atmosphérique par l'intermédiaire de l'orifice (G).

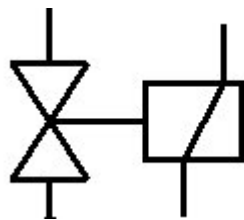
La pression de GPL/C dans la chambre (B) varie donc en fonction de la pression atmosphérique.

Le GPL/C gazeux passe dans le deuxième étage via une électrovanne tout ou rien.

L'électrovanne vapo-détendeur :



Représentation :

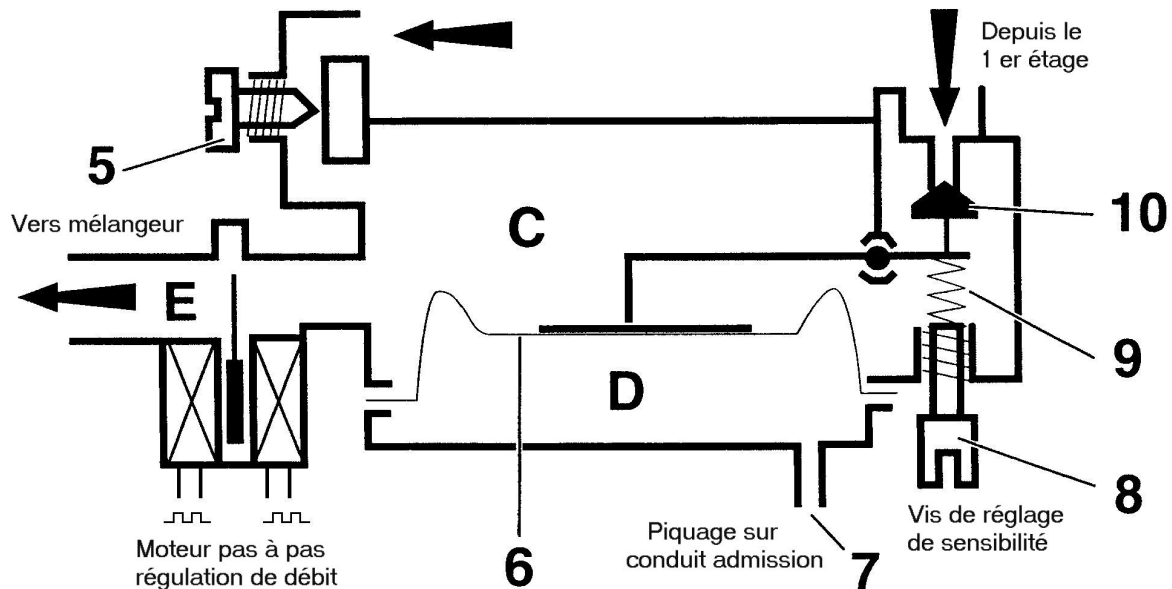


L'électrovanne sert à condamner le passage du GPL/C issu du premier étage au deuxième étage à l'aide du clapet (11).

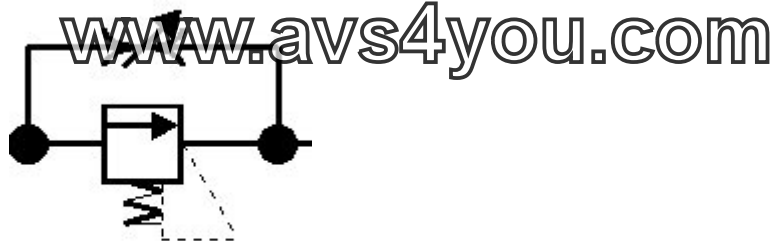
Elle coupe l'alimentation du moteur en GPL/C par l'intermédiaire du calculateur GPL dans les conditions suivantes :

- Coupure en décélération
- Basculement en mode essence (action sur le commutateur)
- Coupure lors d'un dysfonctionnement en mode GPL/C

Le deuxième étage :



NON-ACTIVATED VERSION



La dépression créée par le diffuseur à trous, qui n'est qu'un venturi, dans la chambre (C) agit sur la membrane (6) laissant échapper le GPL par l'intermédiaire du clapet (10) en comprimant le ressort (9).

L'ouverture du clapet (10) est proportionnelle à la dépression dans la chambre (6) . C'est donc le deuxième étage du vapo-détendeur qui détermine le débit de gaz entrant dans le moteur.

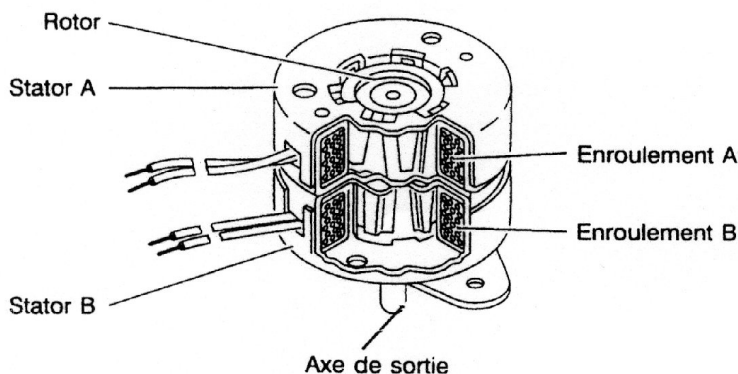
Le réglage du tarage du ressort (9) s'effectue à l'aide de la vis de réglage de sensibilité (8).

Lorsque le moteur tourne au ralenti la dépression dans la chambre (C) est trop faible pour ouvrir suffisamment le clapet (10). Une vis (5) crée une fuite de gaz entre le 1^{er} et le 2^{ème} étage afin de permettre un fonctionnement correct.

Le moteur pas à pas de régulation de débit de gaz :

Ce moteur pas à pas est placé à la sortie du deuxième étage du vapo-détendeur sur le tuyau de gaz sec. En fermant plus ou moins le passage grâce à un boisseau, l'aspiration développée par le venturi dans la chambre est diminuée, ainsi la membrane du deuxième étage referme le clapet (10) ce qui diminue le débit de gaz.

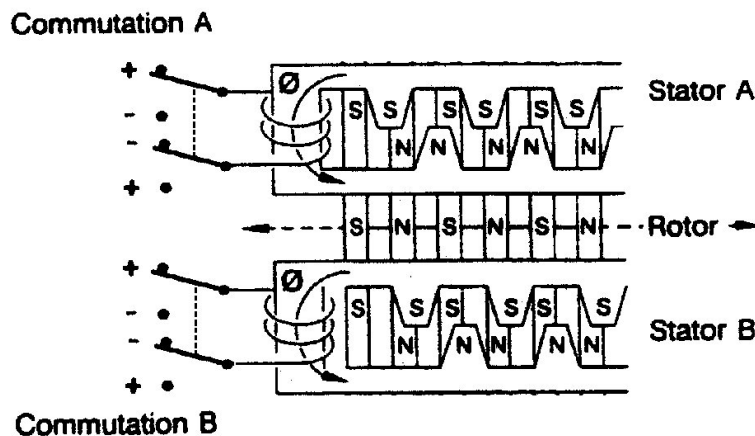
Le moteur pas à pas ne sert qu'à corriger le débit de gaz sec.



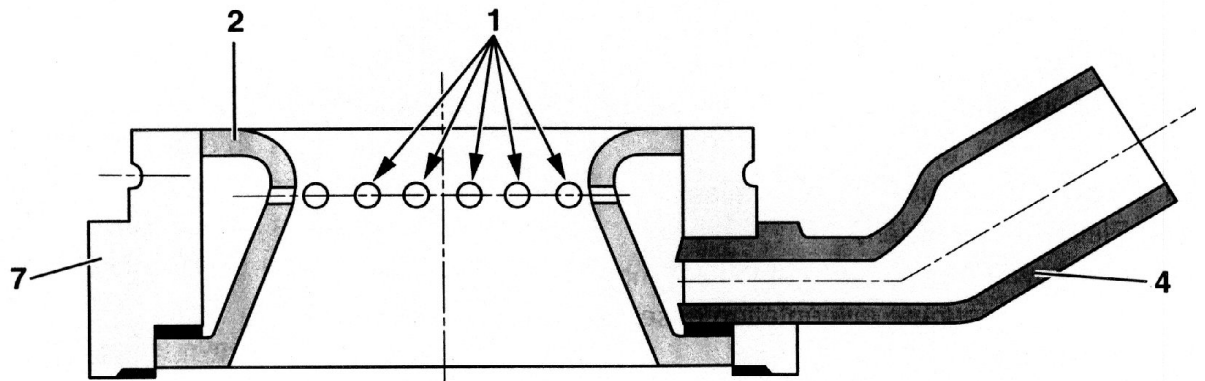
Le moteur électrique est alimenté en courant électrique par le calculateur sous forme d'impulsions, à chaque impulsion le rotor effectue un angle fixe appelé « pas ». Le courant de commande est appliqué à deux enroulements. Deux stators, le rotor et deux bobinages disposés face à face et contenant ces enroulements sont munis de paires de pôles mécaniquement décalés l'un par rapport à l'autre de la moitié de la valeur de l'angle défini par deux pôles consécutifs. Le rotor qui est un aimant permanent possède le même nombre de paires de pôles que les deux stators. Le mouvement de rotation est créé par les réactions d'attraction et de répulsions entre le stator et le rotor à chaque fois que la polarité change sur l'un des bobinages.

Ce mouvement de rotation est transformé en translation par une vis sans fin, usinée en bout d'arbre du moteur, qui permet le déplacement du boisseau.

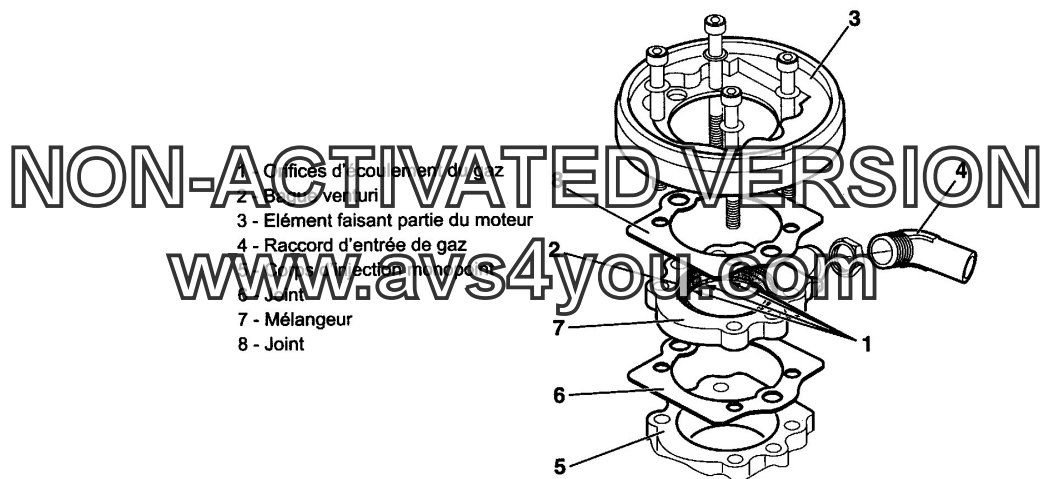
Fonctionnement schématique du moteur pas à pas :



Le mélangeur :



- 1 - Orifices d'écoulement du gaz
- 2 - Bague venturi
- 4 - Entrée du gaz
- 7 - Mélangeur



Représentation :

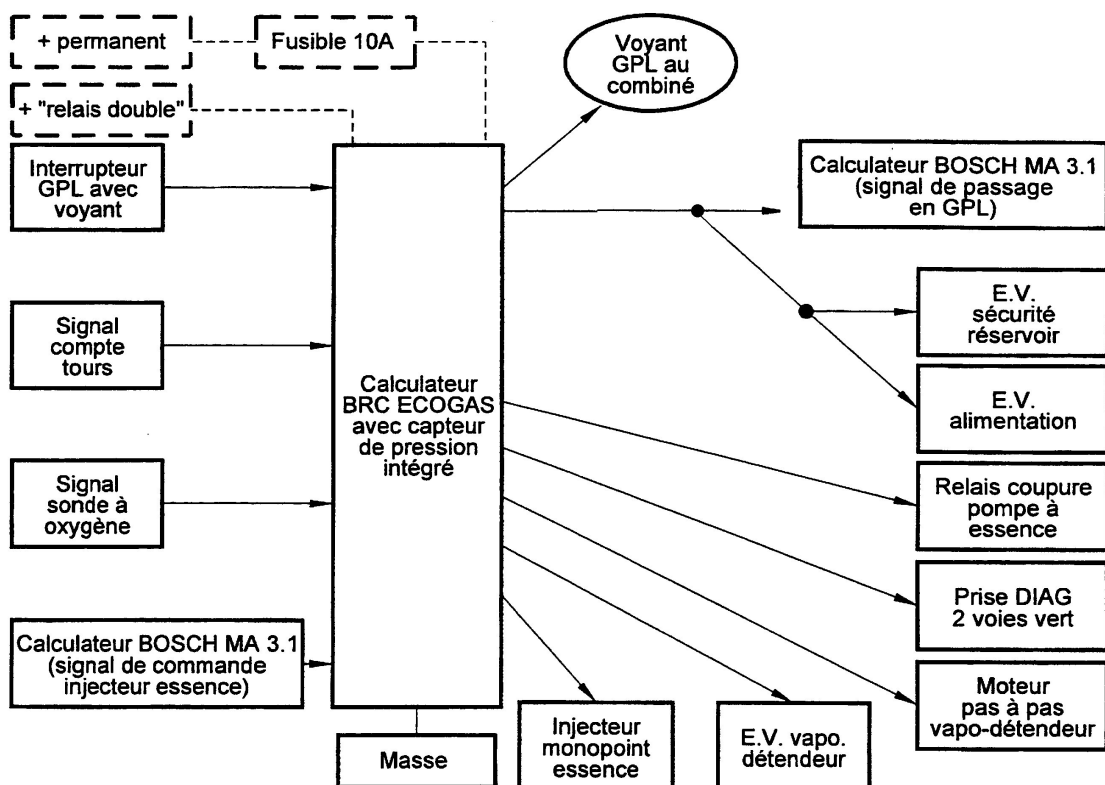
C'est un mélangeur du type venturi à géométrie fixe placé en amont du papillon des gaz sur la partie haute du corps d'injection monopoint.

Le calculateur GPL :

C'est le calculateur GPL qui assure le contrôle moteur lors de ce mode de fonctionnement, il pilote les électrovannes, le moteur pas à pas de régulation de débit de gaz, le relais de coupure pompe à essence, et la coupure injecteur essence. Il est aussi en relation avec le conducteur (voyant, commutateur, prise diagnostic) et le calculateur essence, ce dernier s'occupant du pilotage de l'allumage suivant une cartographie spécifique au mode de fonctionnement.



Synoptique des entrées/sorties du calculateur GPL :



Le calculateur GPL ECOGAS BRC PSA a été construit à partir de la centrale équipant le système BRC de deuxième monte. Il a subi plusieurs modifications, le programme interne a été revu pour s'intégrer parfaitement au moteur. Il ne comporte pas d'émulateur pour l'injecteur ni pour la sonde à oxygène, il faut donc inhiber le diagnostic pour ces deux éléments.

Le cœur du système est le microcontrôleur situé dans le module de commande. Il traite tous les signaux entrants après leur passage à travers un convertisseur analogique-numérique si nécessaire, et active les composants à commander.

Le module de commande se compose de plusieurs semi-conducteurs tels que :

- le microcontrôleur
- le capteur de pression
- l'EPROM
- des transistors, des résistances, des diodes ...

Il a pour fonction principale de régler le dosage du mélange carburé de manière précise en s'appuyant sur le signal de la sonde à oxygène. Il pilote alors le moteur pas à pas, ce pilotage n'a lieu que pendant les moyennes et fortes charges, car au ralenti son action n'a que très peu d'effet sur la quantité de gaz produite par le vaporisateur-détendeur.

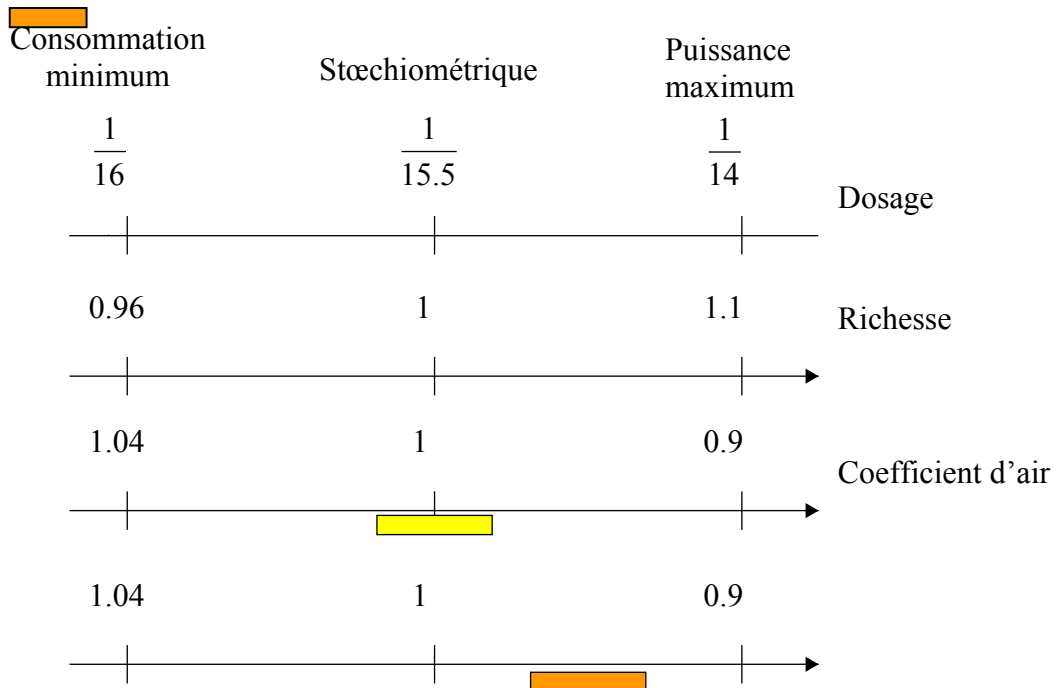
Le système de régulation lambda fonctionne toujours en boucle fermée, sauf pendant les 30 premières secondes de fonctionnement après la commutation GPL. Ce fonctionnement en boucle fermée ne pose pas de problème en moyenne charge, mais peut-être pénalisant en pleine charge sur la puissance. Pour remédier à ce problème le calculateur s'appuie sur deux consignes de valeurs du signal de la sonde à oxygène qui sont placées en moyenne

En moyenne charge :

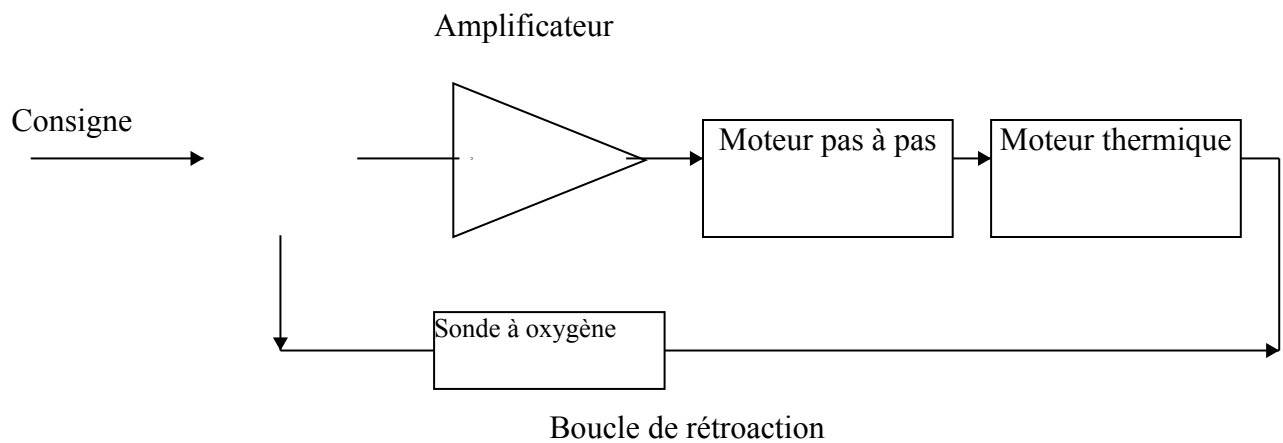
La régulation s'effectue autour de la valeur $\lambda=1$ (Dosage stœchiométrique)

En pleine charge :

La régulation s'effectuera autour d'une valeur $\lambda < 1$, vers un dosage de puissance maximum.



Principe d'une régulation lambda en boucle fermée :



Un dispositif watchdog (chien de garde) assure la surveillance de la conformité et de la cohérence des entrées et du déroulement des routines logicielles en observant les sorties. Il se charge d'informer l'utilisateur du ou des défauts de fonctionnement .

NON-ACTIVATED VERSION
www.avs4you.com