

# Présentation générale du Commander6D

Release: V2.08– 26/10/2015

<http://www.skynam.com>



Machine management

## Présentation générale du Commander6D

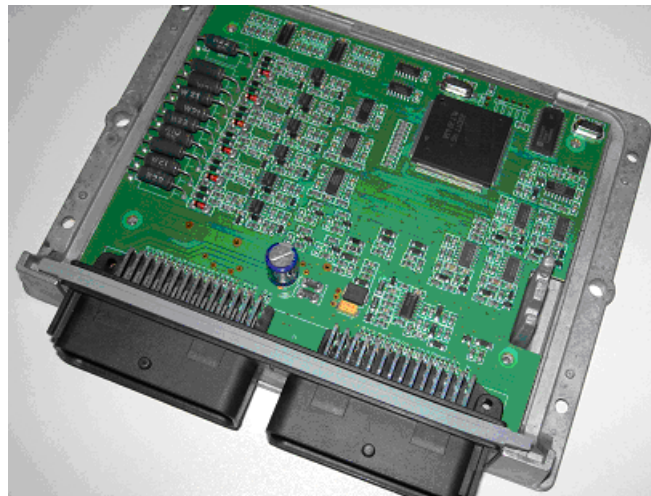
Skynam se réserve le droit d'effectuer des changements, corrections, modifications, améliorations, à ce document, aux produits et aux services qu'il décrit, à tout moment et sans avertissement préalable.

Sans autorisation express de la société Skynam, aucune partie de ces documents ne peut être reproduite ou transmise, pour quelque raison que ce soit, quelque soit le moyen utilisé, mécanique ou électronique.

Les conditions générales de vente de Skynam s'appliquent intégralement.

WINDOWS est une marque enregistrée de Microsoft Corporation.

Le logo WINDOWS est une marque enregistrée <sup>TM</sup> de Microsoft Corporation.



## **CARACTERISTIQUES TECHNIQUES**

### **- RESUME -**

Le Commander diesel est un calculateur de gestion moteur à très forte puissance de calcul disposant de nombreuses entrées et sorties configurables, permettant une utilisation très souple et efficace.

Il peut gérer soit les injecteurs piezo électriques, soit électromagnétiques, en common rail ou injecteurs pompe.

Les sorties de commandes d'injecteur du Commander6D sont des sorties logiques (sans puissance) qui pilotent un driver d'injecteur externe spécifique à chaque type d'injecteur.

#### **CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES**

Alimentation sur tension continue de 7 volts à 18 volts.

Masses alimentation et puissance séparées

Consommation minimum en fonctionnement à 13 volts : 460 milliampères,

Consommation à l'arrêt : 0 milliampère,

Sortie 5volts alimentation capteur : 400 milliampères maximum,

Sortie 10volts alimentation dispositifs externes : 200 milliampères maximum.

#### **CARACTERISTIQUES TEMPERATURE**

En fonctionnement, de -40° à +85°.

#### **CARACTERISTIQUES ETANCHEITE**

IP 67 (sur demande).

#### **COMMUNICATIONS**

Deux CAN-BUS :

- Mise au point et mise en réseau des calculateurs (maîtres, esclaves, et capteurs et commandes externalisés) par CAN-BUS principal WinjNet (™ Skynam).

- Connexion du CAN-BUS auxiliaire sur CAN-BUS externe 2.0B (identifiants 11 ou 29 bits au choix pour chaque trame), vitesse de transmission de 125 Kbits à 1 Mbits, pour accès à un CAN-BUS constructeur, OBD ou d'enregistrement de données tierce partie.

#### **PROTECTION ANTI COPIE**

Réglages protégés par verrouillage sélectionnable.

Déverrouillage possible uniquement par le possesseur du calculateur ou en usine chez Skynam.

Effacement total des données si tentative de violation.

#### **GESTION DES CYLINDRES MOTEUR**

Le nombre de cylindres moteur est configurable par le motoriste, de même que l'angle entre les cylindres pour les moteurs irréguliers.

Le nombre de cylindres peut être 1, 2, 3, 4, 5, ou 6

La répartition angulaire des cylindres peut être

- régulière : l'angle entre les cylindres est réparti régulièrement sur le cycle moteur. Pour un 4 cylindres, c'est 180°, pour un 6 cylindres, c'est 120°, ...

- spécifique par calibration: cette configuration ne peut être utilisée qu'avec un nombre de cylindres pairs. L'angle spécifique peut être calibré en 1/100<sup>ème</sup> de degré.

#### **ENTREES DE CONVERSIONS ANALOGIQUES**

- 1 entrée interne mesure tension alimentation.

- 4 entrées résistives (CTN-CTP ou logiques), avec pull-up de 1,21 KOhm au 5 volts

- 9 entrées analogiques 0-5 volts, avec pull-down de 1 MOhm

- 2 entrées sélectionnables analogique - résistive, avec pull-down de 1 MOhm ou pull-up de 1,21 KOhm au 5 volts, suivant sélection
- 1 entrée logique, avec pull-up de 4.7 KOhm au 12 volts
- 16 entrées analogiques ou résistives par connexion CAN-Bus

Suivant le type d'application choisi, elles sont utilisées pour :

- Interrupteur de configuration course (inhibe limiteur de départ),
- Interrupteur de passage de vitesse configurable logique ou analogique,
- Tension batterie,
- Position pédale calibrable,
- Position moteur électrique calibrable (utilisable en papillon motorisé),
- Position variable géométrie turbo (une possible pour chaque turbo),
- Pressions admission (une par banc de cylindres possible),
- Débitmètre admission,
- Pression atmosphérique ou dynamique,
- Température moteur,
- Température admission,
- Température carburant,
- Température huile,
- Pression carburant (basse),
- Haute pression carburant,
- Pression huile,
- Pression différentielle échappement,
- Température entrée échappement (PT200),
- Température sortie catalyseur ou DPF (PT200),
- Sonde Lambda large bande (corrigée par pression échappement),
- Thermocouple (à interface analogique),
- Entrées auxiliaires programmables pour créer des capteurs spécifiques (par exemple position obturateurs de conduits d'admission, pressions, températures et contacteurs divers, ...).

### **ENTREES FREQUENTIELLES**

Les entrées fréquentielles sont auto adaptatives en niveau et forme de signal afin de limiter l'impact des parasites éventuels (démarreur, injecteurs, ...) Pour ce faire, un microprocesseur mono-tache rapide est affecté à chaque entrée pour traiter et mettre en forme son signal analogique.

- 1 mesure de régime sur roue phonique programmable inductif – Hall,
- 1 mesure de phase arbre à cames programmable inductif – Hall,
- 4 mesures auxiliaires programmables inductif – Hall.
- 16 mesures par connexion CAN-Bus

Quand un capteur est en mode Hall, Il est nécessaire de mettre dans le faisceau une résistance de pull-up de 1KOhm à 10KOhm entre le signal capteur et le 12 volts après contact ou le 5 volts, suivant le type de capteur Hall.

Suivant le type d'application choisi, elles sont utilisées pour :

- mesure de régime et phase vilebrequin sur type de volant moteur configurable,
- mesure d'angle de repère de phase arbre à cames sur type de repères configurable,
- mesure de régimes turbo à nombre de pulses par tour programmable,
- mesures de régimes auxiliaires à nombre de pulses par tour programmable.
- mesures de vitesses roues à nombre de pulses par tour programmable.

### **PARAMETRISATION DES ENTREES**

Chaque mesure du calculateur (pression, pédale, position moteur électrique, vitesse, ...) peut être affectée à une des entrées physiques du calculateur, ou à une valeur reçue par le CAN d'un capteur externe, ou à une valeur calculée, y compris depuis le CAN-BUS auxiliaire.

Ainsi, il est possible

- de rajouter des mesures lorsque toutes les entrées physiques sont utilisées,

- de changer d'entrée physique pour un dépannage rapide si une entrée utilisée est endommagée et qu'il reste des entrées libres (bien sûr en recassant la bonne pin du calculateur).
- d'utiliser des capteurs spéciaux, par exemple une mesure de sonde NOx fournissant ses valeurs par CAN-BUS, une mesure de vitesse turbo sortant une tension analogique fonction de la vitesse.
- d'effectuer des calculs sur plusieurs entrées avant de convertir le résultat de ces calculs dans la mesure choisie (exemple : plusieurs entrées potentiomètres pédale ou position moteur électrique, plusieurs sondes de pression, ...)

Voir chapitre Fonctionnement avancé, configuration des entrées.

### FILTRAGE NUMERIQUE DES ENTREES

Chaque mesure du calculateur dispose d'un filtrage numérique programmable.

### STRATEGIES DE PANNES

Pour chaque mesure du calculateur (pression, pédale, vitesse, ...), il est possible de définir une stratégie de détection de panne, une stratégie de valeur de remplacement en cas de panne, ou d'utiliser les stratégies standard fournies par le calculateur.

Voir chapitre Fonctionnement avancé, configuration des entrées.

### DIAGNOSTIQUE

Le calculateur mémorise les pannes sur les mesures, coupure ou court circuit, intermittentes ou répétées, et permet l'effacement de ces pannes par ordre du motoriste.

Il mémorise de plus les pannes système, absence de +30, perte d'alimentation, reset watch dog, ... Ces pannes systèmes demandent une attention particulière et signalent un problème de montage ou de manipulation important.

### SURVEILLANCE

Enregistrement programmable des dépassements de valeurs sur les mesures ou calculs choisis par le motoriste:

- en valeur extrême,
- en temps sur la valeur extrême,
- en temps total,
- en nombre de dépassements.

Le déclenchement d'enregistrement peut-être effectué sur une stratégie avancée définie par le motoriste. Réinitialisation par logiciel (avec protection possible).

Lampe d'alarme programmable (LED) :

- immédiate ou à retardement programmable,
- cumulative (sur temps total) à allumage et extinction programmable.

### CALCULS DE CHARGE

- pression / régime,

### INJECTION

6 canaux logiques pilotent le driver d'injecteur correspondant au type d'injecteur équipant le moteur.

- piezo électrique,
- électromagnétique.

**1) Pour les commandes piezo électrique**, la tension de commande des injecteurs est gérée dynamiquement de 95 à 180 volts, par une fonction de la haute pression carburant.

Le module donne un diagnostic sur le fonctionnement de sa haute tension interne et le fonctionnement des injecteurs.

**2) Pour les commandes électromagnétiques**, la commande des injecteurs est gérée en peak & hold. La tension d'appel est réglable entre 20 volts et 65 volts, et la durée et le courant d'appel sont aussi réglables. Le courant de hold est réglable de 1 à 18 Ampères.

Le module donne un diagnostic sur le fonctionnement de sa haute tension interne et le fonctionnement des injecteurs.

**3) Les injections sont séquentielles phasées sur le début d'injection**, et le système complet (Commander + driver) **accepte le recouvrement d'injection d'un cylindre par l'autre** : il n'y a donc pas de contraintes sur la phase ni la longueur des injections, contrairement aux systèmes qui n'acceptent pas d'effectuer deux injections en même temps et doivent effectuer une gestion de collision entre cylindres.

**4) La quantité de carburant à injecter est donnée en milligrammes, résolution 1/10° milligramme.** Les milligrammes sont ensuite transformés en millimètres cube (résolution 1/10° millimètre cube) par une fonction tenant compte de la température du carburant, une correction pouvant être effectuée pour chaque cylindre (pour palier aux disparités entre injecteurs).

Puis les millimètres cube sont transformés en temps d'injection en microsecondes en fonction du type d'injecteur utilisés.

**5) Il y a 5 injections possibles dans le fonctionnement moteur :**

- l'injection pilote 2
- l'injection pilote 1
- l'injection principale
- l'injection complémentaire ou post injection avancée (sur option)
- la post injection retardée

Elles sont réparties en 3 groupes :

- l'injection couple, qui donne du carburant au moteur pour lui fournir du couple
- la post injection retardée qui envoie du carburant dans le filtre à particules, pour la dépollution.
- l'injection complémentaire (sur option), située entre l'injection principale et la post injection, sert de post injection avancée, utilisée pour réchauffer les gaz d'échappements.

L'injection couple moteur peut elle-même être découpée en trois, dans cet ordre:

- l'injection pilote 2 (très avancée)
- l'injection pilote 1 (avancée)
- l'injection principale

**6) Le Commander contrôle en temps réel (pendant le fonctionnement moteur) que les intervalles sont suffisants entre les diverses injections d'un même cylindre.**

L'intervalle temporel permis dépend de la pression carburant et de la durée de l'injection précédente.

Si l'intervalle entre 2 injections de la séquence :

Pilote 2 – Pilote 1 – Principale – Complémentaire – Post

est trop court, l'injecteur n'a pas le temps de se refermer et la quantité de carburant s'en trouve augmentée.

Le Commander repositionne alors les phases des injections fautives par ordre de priorité.

Voir 'Détail de la commande d'injection'.

#### **COMMANDES AUXILIAIRES**

14 commandes auxiliaires programmables

- ON-OFF,
- PWM de 10 Hz à 10 KHz,
- PWM software (émulation) de 10 Hz à 1 KHz,
- angulaires (créneau dont la période est le cycle moteur et dont le rapport cyclique est réglable)
- synchrones moteur (angulaire phasée).

Types de pilotage :

- 1 push-pull faible puissance,
- 2 programmable push-pull ou commande de masse (open drain),
- 10 commandes de masse (open drain),
- 1 commande de masse (open drain) faible puissance.
- Pour les commandes auxiliaires Peak et Hold, il faut rajouter un boîtier Skynam spécifique (exemple : Peak et Hold programmable en durée et intensité du peak, et intensité du hold).

Suivant le type d'application choisi, les sorties commandes sont utilisées pour :

- Gestion régime ou pression turbo (double turbo ou triple turbo possible),
- Pompe à essence basse pression,
- Pression carburant par fuite de rampe injecteurs,
- Pression carburant par débit pompe,
- Pilotage réchauffage,
- Moteur électrique de positionnement (avec bouclage sur un potentiomètre), pour utiliser par exemple un papillon d'admission ou d'échappement ou autres dispositifs à positionnement angulaire précis.
- électrovanne proportionnelle de type deux fils (électrovanne standard avec fermeture par ressort) ou trois fils (électrovanne à ouverture et fermeture pilotées électriquement).
- moteur électrique de rotation (vitesse réglable, avec bouclage possible sur les entrées fréquentielles),
- Shift light,
- alarme défauts,
- type programmable par le motoriste.

### **HAUTE PRESSION CARBURANT**

Le Commander possède trois types de gestion possibles de la pression carburant :

- par le débit seulement (électrovanne côté aspiration carburant)
- par la fuite de rampe seulement (électrovanne de fuite sur la rampe injecteurs seulement)
- combiné par le débit et la fuite rampe (une électrovanne de chaque côté)

Quel que soit le mode de gestion de la pression carburant, il est effectué par un (ou deux) PID bouclé(s) sur la mesure de pression carburant.

Lorsque la gestion de pression carburant n'est effectuée que par le débit (côté aspiration), des procédures de gestions spécifiques sont prévues pour diminuer une pression carburant trop élevée par rapport à la consigne lorsque les injecteurs sont arrêtés, notamment lors de la coupure en décélération pour laquelle une stratégie de vidage de rampe peut être effectuée.

Dans le cas où les deux commandes de débit et de fuite rampe sont combinées, un module d'interaction pilote les PID :

- Au démarrage, lorsque le carburant est froid, le débit reste maximum. La pompe réchauffe le carburant en comprimant plus de carburant que nécessaire, la pression n'étant gérée que par la fuite.
- Ensuite, lorsque le carburant est en température, la pression carburant est principalement gérée par le débit, la fuite de rampe ne servant que lorsque la pression ne peut pas être diminuée par la diminution du débit.

### **TURBO**

Le Commander peut gérer :

- 1 turbo,
- 2 turbos jumeaux en parallèle (1 par banc de cylindres)
- 2 turbos séquentiels en parallèle
- 2 turbos séquentiels en série
- 3 turbos, dont deux en parallèle et le troisième en série avec les deux premiers

Les turbos en mode séquentiel ne sont mis en route que sous conditions sélectionnables.

La commande s'effectue en standard par le pilotage d'une électrovanne de fuite pneumatique ou d'une géométrie variable.

La gestion peut-être effectuée d'après la pression admission ou le régime des turbos, avec basculement dynamique d'un mode à l'autre et basculement possible en cas de non validité de mesure.

Pour les moteurs en 'V' à admission séparée par banc, il est possible de lire 2 sondes de pression, affectées chacune à un banc de cylindre, de gérer chacun des turbos jumeaux avec sa propre pression.

De plus, il est possible d'intégrer une pression de bride dans la gestion de la consigne de suralimentation, en utilisant une des entrées auxiliaires pour mesurer cette pression bride et en intégrant cette mesure dans le calcul de la consigne de suralimentation.

### **RECHAUFFAGE**

Une stratégie de Préchauffage et de Postchauffage est présente dans le calculateur, pour piloter par une commande ON-OFF (bougies standard) ou par PWM (bougies de réchauffage rapide) un boîtier de commande de puissance des bougies.

Puisque l'intelligence est dans le Commander, ce boîtier pourrait n'être qu'un relais de puissance.

Si ce boîtier émet du diagnostique par un simple fil (OK-erreur), l'état peut être utilisé via une entrée auxiliaire. Si ce diagnostique est émis par le CAN, il peut être récupéré par une variable XCan (voir CAN-bus auxiliaire). Le résultat du diagnostique peut être intégré par le motoriste dans la procédure de réchauffage grâce aux fonctions avancées.

### **LIMITEUR DE REGIME**

Sur l'injection, effectué par une réduction de la quantité de carburant gérée par un PID.

Limiteur de départ configurable (non disponible en version dépollution),

Limiteur de course configurable.

### **COUPURE EN DECELERATION**

Effectuée par coupure injection, avec lissage de la quantité injectée à la descente et à la remontée (anti accoups) en fonction du régime et de la vitesse pédale.

Le régime minimum de coupure en décélération est programmable comme un offset du régime de consigne ralenti.

### **BOITE SEQUENTIELLE**

Jusqu'à 10 rapports dont l'ordre est sélectionnable (pour pouvoir définir une boîte automobile, moto, ou spéciale).

Interrupteur de changement de rapport logique (par mise à la masse) ou analogique (par niveau de tension programmable) ou calculé (exemple : vitesse pédale sur lever de pied, ...)

Le régime et la position pédale accélérateur en dessous desquels le calculateur n'intervient pas sur la gestion moteur est réglable séparément pour la montée et la descente de rapport.

Le temps d'intervention est réglable par cartographie séparément pour la montée ou la descente des rapports, pour chaque rapport et autre paramètre calculé ou mesuré (par exemple, modifier le temps d'intervention du rapport de boîte de vitesse d'après le régime ou le couple moteur, ...).

Le type d'intervention est réglable séparément pour la montée ou la descente des rapports. Il consiste en une modification de quantité injectée, pilotée par une cartographie. La vitesse de retour à la normale (pente) est aussi réglable par cartographie, afin d'éviter les accoups.

### **MULTIREGLAGE MOTEUR**

Des groupes de modification permettent de modifier les réglages moteurs, par exemple pour disposer de plusieurs réglages en fonction d'un rotacteur.

Trois groupes de modification sont disponibles, permettant, avec le réglage d'origine, d'obtenir quatre réglages moteur différents.

Un groupe de modification est constitué d'une cartographie de modification de quantité carburant couple maximum, d'une cartographie de modification de demande de couple par le conducteur, d'une cartographie de modification de consigne de richesse et d'une cartographie de modification de limitation de fumée.

Chaque groupe de modification peut être activé par l'une ou l'autre des variables connues du calculateur (mesures ou résultats de calcul génériques du calculateur, ou valeurs reçues par le CAN-BUS auxiliaire, ou résultats de calculs des modules de pilotage).

Une des applications fréquemment utilisée en compétition est de changer de réglage moteur d'après les positions d'un rotacteur.

## FONCTIONS AVANCEES

Le Commander offre au motoriste la possibilité de développer ses propres stratégies.

Le développement de ces stratégies ne nécessite ni l'apprentissage ni la connaissance d'un langage de programmation.

Leur programmation utilise une technique spécifique développée par Skynam appelée **SKYMCOD™** **Programmation Cartographiée**, intuitive et efficace.

SKYMCOD correspond à une façon de penser naturelle. Cette technique de programmation fonctionnelle est même mieux utilisée par les motoristes que par des informaticiens.

Elle peut être utilisée dans toutes les fonctions du calculateur pour compléter ou rajouter des calculs ou remplacer ceux d'origine.

### **1) Modules de pilotage :**

Chaque module est une boîte de calcul avec zéro, une ou deux valeurs en entrée et une valeur en sortie, et les boîtes peuvent s'enchaîner ou s'imbriquer les unes dans les autres.

Les valeurs d'entrées des modules peuvent être soit les mesures ou résultats de calcul génériques du calculateur, soit les valeurs reçues par le CAN-BUS auxiliaire, soit encore les résultats de calculs des modules de pilotage eux-mêmes, avec possibilité de calcul récursif.

Ces modules de calcul sont capables de piloter les commandes auxiliaires et les commandes complémentaires, de fournir des procédures de détection de panne et de fonctionnement dégradé, et donc d'intervenir dans tous les domaines de gestion du calculateur.

### **2) Paramétrisation des entrées de mesures :**

Chaque mesure du calculateur (pression, pédale, vitesse, ...) peut être affectée à une des entrées physiques du calculateur, ou à une valeur reçue par le CAN d'un capteur externe, ou à une valeur calculée, y compris depuis le CAN-BUS auxiliaire.

Ainsi, il est possible

- de rajouter des mesures lorsque toutes les entrées physiques sont utilisées,
- de changer d'entrée physique pour un dépannage rapide si une entrée utilisée est endommagée et qu'il reste des entrées libres (bien sûr en recossant la bonne pin du connecteur calculateur).
- d'utiliser des capteurs spéciaux fournissant des valeurs par CAN-BUS, ou fournissant des tensions en fonction de la mesure.
- d'effectuer des calculs sur plusieurs entrées avant de convertir le résultat de ces calculs dans la mesure choisie.

### **3) PID auxiliaires :**

Un PID est un organe de contrôle permettant d'effectuer la régulation en boucle fermée d'un processus. Les PID Auxiliaires ne sont pas dédiés à l'origine au pilotage d'un processus particulier.

Les processus qu'ils vont piloter sont laissés au choix du motoriste, contrairement à certains autres qui sont dédiés à des tâches particulières comme la gestion du papillon électrique, de la pression de turbo, de la pression carburant ou du positionnement des arbres à cames...

Chaque PID auxiliaire est un module de calcul de régulation avec une entrée (la variable sur laquelle s'effectue le bouclage), et une sortie : la valeur de commande du PID.

Toutes les variables du calculateur peuvent être sélectionnées comme valeur de bouclage pour être régulées par un des modules de PID auxiliaire.

Toutes les sorties du calculateur, commandes auxiliaires, commandes complémentaires (voir plus bas) peuvent être pilotées par les valeurs de commandes des PID auxiliaires.

Par comparaison, le PID fixé de gestion de pression carburant a comme valeur de bouclage la pression carburant et comme commande l'électrovanne de pression carburant.

Ces PID auxiliaires peuvent par exemple être utilisés pour gérer des volets d'obturation des canaux d'admission ou entre les turbos étagés, ...

### **4) Mesures auxiliaires :**

Les entrées de mesure non utilisées par le type d'application choisi sont mises à la disposition du motoriste pour rajouter des capteurs ou des interrupteurs, pour les utiliser comme entrées actives des modules de pilotage et des procédures spéciales de calcul, ou comme simple information d'affichage.



Ces mesures auxiliaires, comme les autres mesures, peuvent soit utiliser des entrées internes du calculateur, soit des valeurs reçues par des sondes CAN-BUS Skynam, soit des calculs déjà effectués par le calculateur y compris des valeurs reçues du CAN-BUS auxiliaire.

#### **5) Filtrage des mesures :**

Chaque mesure du calculateur (pression, pédale, vitesse, mesures auxiliaires ...) dispose d'un calcul de filtrage par moyenne pondérée, la pondération étant donnée par une cartographie dont une entrée dépend de la différence entre la valeur mesurée et la moyenne, et dont l'autre entrée sélectionnable.

Un filtrage adaptatif est ainsi réalisé, permettant des temps de réaction plus courts en cas de mouvement réel de la mesure.

#### **6) Stratégies de pannes des mesures :**

Pour chaque mesure du calculateur (pression, pédale, vitesse, ...), il est possible de définir une stratégie de détection de panne, une stratégie de valeur de remplacement en cas de panne, ou d'utiliser les stratégies standard fournies par le calculateur. Pour les mesures de vitesse (turbos, roues, ...) une stratégie configurable très élaborée d'analyse par corrélation de vitesse et d'accélération est fournie.

#### **7) Commandes auxiliaires :**

Les sorties auxiliaires du calculateur non fixées par le type d'application choisi sont mises à la disposition des stratégies du motoriste et peuvent être contrôlées par les modules de pilotage.

#### **8) Commandes complémentaires :**

Ce sont des crochets qui permettent d'intercepter et modifier à volonté toutes les consignes du calculateur afin que le motoriste puisse y intervenir avec ses propres stratégies :

- modification quantité couple maxi
- modification quantité anti friction
- modification quantité couple pilotage
- modification limitation de fumée
- demande de protection couple moteur
- coupure correction richesse
- modification consigne richesse
- modification quantité injection pilote 1
- modification quantité injection pilote 2
- modification quantité post injection 1
- modification phase injection principale
- modification phase injection pilote 1
- modification phase injection pilote 2
- modification phase post injection 1
- modification consigne régime ralenti
- modification consigne régime limiteur
- modification consigne pression carburant
- modification consigne pression turbo 1A et 1B
- modification consigne régime turbo 1A et 1B
- modification consigne pression turbo 2
- modification consigne régime turbo 2
- coupure réchauffage
- interdiction régénérations

#### **9) Valeurs CAN-BUS auxiliaire :**

Les valeurs reçues du CAN-BUS auxiliaire peuvent être utilisées dans les stratégies du motoriste, comme entrées actives des modules de pilotage ou comme simple information d'affichage.

Le motoriste peut aussi envoyer des données sur le CAN-BUS auxiliaire pour fournir des informations aux autres dispositifs connectés, tableau de bord, boîte de vitesse, enregistrements de données, ...

De plus, un contrôle temporel de réception des trames permet de déclarer les trames non reçues en erreur.

# FAISCEAU CALCULATEUR

J56	FONCTION		COMMENTAIRE	CARACTERISTIQUES
1	OUT	INJECTION E	Commande masse collecteur ouvert - 5ème canal injecté	450 milliampères (750mA en pointe)
2	OUT	INJECTION F	Commande masse collecteur ouvert - 6ème canal injecté	450 milliampères (750mA en pointe)
3	OUT	COMMANDE AUXILIAIRE 5	Commande masse collecteur ouvert	4 Ampères (10A en pointe)
4	OUT	COMMANDE AUXILIAIRE 8	Commande masse collecteur ouvert	4 Ampères (10A en pointe)
5	OUT	COMMANDE AUXILIAIRE 4B	Commande masse collecteur ouvert	4 Ampères (10A en pointe)
6	OUT	COMMANDE AUXILIAIRE 4A	Commande masse collecteur ouvert	4 Ampères (10A en pointe)
7	OUT	COMMANDE AUXILIAIRE 6	Commande masse collecteur ouvert	4 Ampères (10A en pointe)
8	OUT	COMMANDE AUXILIAIRE 11	Commande masse collecteur ouvert	125 milliampères (500mA en pointe)
9	OUT	COMMANDE AUXILIAIRE 9	Commande masse collecteur ouvert	4 Ampères (10A en pointe)
10	OUT	COMMANDE AUXILIAIRE 1	Commande push-pull Vbat	50 milliampères
11	MASSE IN	MASSE MOTEUR ALIMENTATION	Masse alimentation du calculateur	
12	MASSE OUT	MASSE CAPTEURS	Sortie masse pour alimentation des capteurs	
13	OUT	ALIM CAPTEURS 5V	Sortie 5volts pour alimentation des capteurs	5 volts régulé (max total 400 mA sur les 2 sorties 5 volts)
14	ALIM	ALIM PERMANENTE +30	Alimentation 12 volts permanente	6-18 volts
15	CAN	CAN1_H	CAN Sybele	Avec résistance 120 Ohms
16	CAN	CAN2_H	CAN auxiliaire (externe)	Sans résistance 120 Ohms
17	OUT	ALIM REGULEE 10V	Sortie 10 volts pour alimentation boitier externe	10 volts régulé (max total 200 mA)
18	IN	ENTREE LOGIQUE 1	Entrée On-OFF par mise à la masse	Pull-up interne 1.21 KOhms au 5V
19	IN	ENTREE ANALOG 5	Entrée analogique 0-5 volts	Plage de mesure 0-5 volts, pull-down 1MOhm
20	IN	ENTREE ANALOG 6	Entrée analogique 0-5 volts	Plage de mesure 0-5 volts, pull-down 1MOhm
21	IN	ENTREE ANALOG 7	Entrée analogique 0-5 volts	Plage de mesure 0-5 volts, pull-down 1MOhm
22	IN	ENTREE ANALOG 8	Entrée analogique 0-5 volts	Plage de mesure 0-5 volts, pull-down 1MOhm
23	IN	ENTREE ANALOG 9	Entrée analogique 0-5 volts	Plage de mesure 0-5 volts, pull-down 1MOhm
24	IN	ENTREE VITESSE 1	Entrée vitesse 1	Sélection Inductif-Hall, adaptation automatique de gain
25	IN	CAPTEUR PHASE	Entrée capteur phase sur arbre à cames	Sélection Inductif-Hall, adaptation automatique de gain
26	IN	ENTREE VITESSE 2	Entrée vitesse 2	Sélection Inductif-Hall, adaptation automatique de gain
27	IN	ENTREE VITESSE 3	Entrée vitesse 3	Sélection Inductif-Hall, adaptation automatique de gain
28	IN	ENTREE VITESSE 4	Entrée vitesse 4	Sélection Inductif-Hall, adaptation automatique de gain
29	OUT	INJECTION A	Commande masse collecteur ouvert - 1er canal injecté	450 milliampères (750mA en pointe)
30	OUT	INJECTION B	Commande masse collecteur ouvert - 2ème canal injecté	450 milliampères (750mA en pointe)
31	OUT	INJECTION C	Commande masse collecteur ouvert - 3ème canal injecté	450 milliampères (750mA en pointe)
32	OUT	INJECTION D	Commande masse collecteur ouvert - 4ème canal injecté	450 milliampères (750mA en pointe)
33	OUT	COMMANDE AUXILIAIRE 3B	Commande push-pull Vbat déconnectable	2.5 Ampères (10A en pointe)
34	OUT	COMMANDE AUXILIAIRE 3A	Commande push-pull Vbat déconnectable	2.5 Ampères (10A en pointe)
35	OUT	COMMANDE AUXILIAIRE 7	Commande masse collecteur ouvert	4 Ampères (10A en pointe)
36	OUT	COMMANDE AUXILIAIRE 10	Commande masse collecteur ouvert	4 Ampères (10A en pointe)
37	OUT	COMMANDE AUXILIAIRE 2	Commande masse collecteur ouvert	4 Ampères (10A en pointe)
38	OUT	LED DIAG-ALARME	Commande LED	10 milliampères
39	MASSE IN	MASSE MOTEUR PUISSANCE	Entrée masse pour commandes de puissance	
40	MASSE IN	MASSE MOTEUR PUISSANCE	Entrée masse pour commandes de puissance	
41	OUT	ALIM CAPTEURS 5V	Sortie 5volts pour alimentation des capteurs	5 volts régulé (max total 400 mA sur les 2 sorties 5 volts)
42	ALIM	ALIM CONTACT +15	Alimentation 12 volts après contact	6-18 volts
43	CAN	CAN1_L	CAN WinjNet	Avec résistance 120 Ohms intégrée
44	CAN	CAN2_L	CAN auxiliaire (externe)	Sans résistance 120 Ohms intégrée
45	IN	ENTREE MIXTE 2	entrée sélectionnable analogique - résistive	Plage de mesure 0-5 volts
46	IN	ENTREE ANALOG 1	Entrée analogique 0-5 volts	Plage de mesure 0-5 volts, pull-down 1MOhm
47	IN	ENTREE ANALOG 2	Entrée analogique 0-5 volts	Plage de mesure 0-5 volts, pull-down 1MOhm
48	IN	ENTREE ANALOG 3	Entrée analogique 0-5 volts	Plage de mesure 0-5 volts, pull-down 1MOhm
49	IN	ENTREE ANALOG 4	Entrée analogique 0-5 volts	Plage de mesure 0-5 volts, pull-down 1MOhm
50	IN	ENTREE RESISTIVE 1	Entrée résistive 0-5 volts	Pull-up 1210 Ohms
51	IN	ENTREE RESISTIVE 2	Entrée résistive 0-5 volts	Pull-up 1210 Ohms
52	IN	ENTREE RESISTIVE 3	Entrée résistive 0-5 volts	Pull-up 1210 Ohms
53	IN	ENTREE RESISTIVE 4	Entrée résistive 0-5 volts	Pull-up 1210 Ohms
54	IN	ENTREE MIXTE 1	entrée sélectionnable analogique - résistive	Plage de mesure 0-5 volts
55	MASSE OUT	MASSE CAPTEURS	Sortie masse pour alimentation des capteurs	
56	IN	REGIME +	Entrée capteur régime sur vilebrequin	Sélection Inductif-Hall, adaptation automatique de gain

## CARACTERISTIQUES TECHNIQUES GENERALES

### UN CALCULATEUR TRES PERFORMANT ET TRES SOUPLE

Le Commander est une machine à très forte puissance de calcul disposant de nombreuses entrées et sorties configurables, permettant dès l'origine une utilisation très souple et efficace.

De plus, grâce à des fonctions avancées très puissantes, le motoriste peut implémenter lui-même des fonctions sophistiquées non prévues dans les programmes d'origine, ou préciser, compléter ou modifier les fonctions existantes dans les programmes d'origine.

Le Commander dispose aussi en standard de fonctions de diagnostic de défauts des capteurs et de fonctions sophistiquées d'enregistrement de dépassements de valeurs complètement configurables (surveillance du moteur et de ses périphériques).

### COMMUNICATION, MISE AU POINT ET CHAINAGE

Le Commander peut communiquer et être configuré au moyen du programme PC Winjall (™ Skynam), et cette communication s'effectue au moyen du CAN-BUS uniquement.

#### **1) Can-bus WinjNet (™ Skynam) :**

Plusieurs calculateurs Commander peuvent être chaînés par ce réseau dans un véhicule et s'échanger des données pour gérer un même moteur comme un V10 ou V12.

Des modules capteur ou commande peuvent être rajoutés sur le réseau pour compléter les fonctions d'un calculateur ou groupe de calculateur.

Un ou plusieurs de ces Commander peuvent être déclarés maîtres, les autres étant esclaves. Chaque maître a pour fonction de gérer une unité dans le véhicule, par exemple le moteur, et les esclaves deviennent alors des extensions du maître.

Tous ces calculateurs seront vus et contrôlés ensemble par le programme Winjall, pour une mise au point intégrée, le maître possédant les cartographies et réglages communs (comme par exemple la cartographie demande conducteur) et s'occupant de redistribuer ces données communes aux esclaves : il n'est pas besoin de charger ou modifier ces données communes dans chaque calculateur de la chaîne. Par contre, chaque esclave possède les cartographies et réglages des tâches qui lui sont propre, comme par exemple les cartographies de correction d'injection par injecteur, pour les cylindres dont il a la charge, mais la présentation intégrée de Winjall permet un accès simple et aisé aux différents calculateurs en même temps.

#### **2) Can-bus auxiliaire :**

Le Commander dispose d'un 2<sup>ème</sup> CAN-BUS à vitesse configurable par lequel il peut envoyer ou recevoir des données choisies, par exemple un CAN-BUS constructeur, OBD ou d'enregistrement de données externe.

Le Commander utilise ce CAN-BUS auxiliaire au standard 2.0B (identifiants 11 bits ou 29 bits, au choix pour chaque trame).

### ALIMENTATION

Le Commander est capable de fonctionner dans une plage de tension d'alimentation batterie allant de 7 volts à 18 volts, bien que la tension nominale d'alimentation soit de 13,5 volts.

Cela lui permet de fonctionner parfaitement sur des véhicules sans alternateur, et en général, les autres dispositifs du véhicule s'arrêtent de fonctionner bien avant lui.

Si la tension de batterie chute aux environs de 5 volts lors de l'activation du démarreur, comme par temps froid et batterie endommagée, le problème sur démarreur est mémorisé dans le diagnostique système pour contrôle.

Si la tension de batterie chute aux environs de 5 volts pendant le fonctionnement, la perte d'alimentation est mémorisée dans le diagnostique système pour contrôle.

### **TEMPERATURE**

Le Commander est capable de fonctionner dans une plage de température allant de -40°C à +85°C. Il ne doit toutefois pas être monté trop près des sources de chaleur du moteur (échappement, cylindres refroidis par air, ...). Il faut tenir compte de la température interne de l'électronique qui avoisine 70°C à température extérieure ambiante.

### **ETANCHEITE**

Le Commander a une étanchéité de type IP67, c'est-à-dire qu'il est étanche à la poussière, et à l'immersion complète dans l'eau pendant au moins 30 minutes (sur demande). Toutefois, cette étanchéité n'est réellement assurée que si le faisceau a été monté dans les règles de l'art du côté calculateur, c'est-à-dire que les cosses sont serties avec des pinces appropriées et munies de leur bouchon de caoutchouc et que les voies non utilisées sont aussi munies des bouchons des caoutchouc d'aveuglement appropriés.

### **CHIEN DE GARDE**

Le Commander dispose d'un chien de garde (watch-dog) électronique qui lui permet d'effectuer un reset complet (reset hardware) en cas de défaut interne non récupérable.

Le calculateur entier, et non pas seulement le microprocesseur, redémarre alors complètement, ne générant pas de dysfonctionnement notable plus important qu'une impression de raté moteur.

Ce type d'évènement ne devrait se produire qu'exceptionnellement rarement, et dénote en général d'un problème sévère de montage du faisceau du calculateur et/ou de connexion des masses, ou d'un dépassement des caractéristiques de fonctionnement (exemple : température interne, présence interne d'eau).

Le reset est alors mémorisés dans le diagnostic système pour contrôle.

Si plusieurs resets sont effectués, la répétition est aussi notée dans le diagnostic système.

### **CARACTERISTIQUES MEMOIRE**

La mémoire permanente du Commander est une FLASH EPROM, permettant la mise à jour des programmes (et des données) par transmission depuis le PC.

La mémorisation interne des données de réglage et d'enregistrement est aussi effectuée dans cette mémoire permanente : aucune pile ni accumulateur n'est nécessaire.

Pour effectuer cette mémorisation, le Commander a besoin d'une alimentation permanente qu'il n'utilise que de quelques fractions de secondes à quelques secondes après la coupure du contact.

Pendant qu'il utilise cette alimentation permanente, il fait clignoter sa LED diagnostique.

Il est impératif de ne pas couper l'alimentation permanente (c'est une alimentation 'permanente') pendant ce laps de temps.

Il est de même fortement déconseillé de déconnecter le calculateur de son faisceau directement sans avoir coupé le contact d'abord et attendu que la LED diagnostique s'éteigne.

Les problèmes de perte d'alimentation permanente ont été minimisés, et en fonctionnement normal, l'absence de cette alimentation empêchera tout simplement le calculateur de mémoriser les dernières données à enregistrer.

L'absence d'alimentation permanente est alors mémorisée dans le diagnostic système pour contrôle.

### **CARACTERISTIQUES DE CALCUL**

Le cœur du Commander est un microcontrôleur rapide, disposant d'un coprocesseur de calcul DSP (Digital Signal Processing).

Ses nombreuses capacités d'entrée-sortie lui donnent une souplesse hors du commun:

- correction de volume carburant injecteur par injecteur,
- sorties auxiliaires programmables suivant différents modes,
- ...
- ajout de capteurs auxiliaires programmables,
- combinaisons d'entrées pour les mesures,
- définition de stratégies de pannes de mesures.

Les programmes du Commander sont écrits en assembleur pour une large optimisation de la vitesse de calcul.

En plus des fonctions génériques de gestion moteur, la puissance de calcul du Commander a permis d'implanter des fonctions de calcul complémentaires multiples, directement accessibles au motoriste. Celui-ci peut ainsi implémenter, s'il est besoin, ses propres stratégies pour encore mieux adapter son calculateur aux besoins du moteur et des périphériques moteur, le tout sans nuire aux calculs principaux qui sont effectués aussi souvent qu'il est nécessaire pour une gestion instantanée des évènements et de l'état du moteur.

## CONFIGURATION MOTEUR DE BASE

### I) CALCULS DE CHARGE :

Le Commander sait effectuer différents types de calculs de charge :

- pression / régime,
- débitmètre / régime (sonde de pression admission complémentaire).

### II) NOMBRE DE CYLINDRES ET ANGLE ENTRE LES CYLINDRES :

Le nombre de cylindres moteur est configurable par le motoriste, de même que l'angle entre les cylindres pour les moteurs irréguliers.

#### **1) Angle régulier :**

L'angle entre les cylindres est réparti régulièrement sur le cycle moteur. Pour un 4 cylindres, c'est 180°, pour un 6 cylindres, c'est 120°, ...

#### **2) Angle spécifique :**

Cette configuration ne peut être utilisée qu'avec un nombre de cylindres pairs.

L'angle spécifique est l'angle qui sépare les cylindres impairs des cylindres pairs: cylindres 1 et 2, 3 et 4, 5 et 6, ...

L'angle entre les cylindres impairs (1 et 3, 3 et 5, ...) est quant à lui toujours régulier : C'est le cycle moteur divisé par le demi nombre de cylindres (360° pour un moteur 4 cylindres, 240 pour un 6 cylindres, ...).

Par exemple: Un 6 cylindres avec un angle spécifique de 72° aura:

- 72° entre cylindres 1 et 2,
- 168° (240-72) entre cylindres 2 et 3,
- 72° entre cylindres 3 et 4,
- 168° entre cylindres 4 et 5,
- ...

### III) MESURE DE REGIME ET DE PHASE MOTEUR :

Pour mesurer son régime et calculer et positionner les événements phasés avec le moteur, le Commander a besoin de deux dispositifs :

- une roue phonique sur le vilebrequin avec son capteur
- une roue phonique sur l'arbre à cames avec son capteur

#### ROUE PHONIQUE

Le capteur roue phonique peut être inductif ou effet Hall.

Le nombre de dents est programmable, de 8 à 60 dents.

Bien que la puissance de calcul du Commander soit suffisante pour supporter un régime moteur bien au-delà des possibilités mécaniques d'un moteur, la roue phonique devrait être choisie avec un nombre de dents d'autant plus réduit que le régime maximum prévu doit être élevé, pour des questions de qualité de signal de capteur régime. **Un bon équilibre précision du bas régime - qualité du haut régime est atteint autour de 500 000 dents / minute.**

A l'inverse, si le moteur doit pouvoir démarrer à très bas régime, il faut augmenter le nombre de dents du volant moteur. Le moteur ne peut démarrer que lorsque la plus grande dent (voir type de repère) devient inférieure à 100 millisecondes.

Le type de repère est lui aussi programmable:

- une dent supplémentaire,

- une dent manquante,
- deux dents manquantes consécutives,
- dents régulières (dans ce cas, le capteur arbre à cames est impératif, et il faut assurer que les jeux d'entraînement d'arbre à cames sont suffisamment petits pour que le repère de came passe toujours sur la même dent du vilebrequin).

#### **REGIME MINI DE CONTROLE DE SYNCHRONISATION**

Un test de perte de synchronisation est effectué à chaque tour moteur par le calculateur, lui permettant de contrôler que le volant moteur est correctement lu.

Si une dent a été manquée ou qu'on a vu une dent de trop (un fort parasite), ou si le régime est trop perturbé, l'injection est arrêtée et la recherche du repère volant moteur est relancée.

On peut indiquer le régime en dessous duquel le test de perte de synchronisation du volant moteur ne sera pas effectué.

Ce régime est normalement 0, et le test de synchronisation est effectué dès que le moteur tourne.

Pour certains moteurs avec un volant moteur très léger ou avec peu de cylindres, il vaut mieux ne pas effectuer ce test avant qu'un certain régime ne soit atteint car le moteur tourne trop irrégulièrement à bas régime, empêchant le calculateur de laisser démarrer le moteur.

#### **REPERE ARBRE A CAMES**

Le capteur arbre à cames peut être inductif ou effet Hall.

Le type de repère arbre à cames peut être sur position ou sur état de la cible arbre à cames:

- Repère sur position : Toutes les dents de la cible arbre à cames doivent être dans le même demi tour d'arbre à cames. Cela signifie que l'autre demi tour d'arbre à cames doit être vide.

- Repère sur état : Pendant le repère volant moteur d'un des deux tours du cycle moteur, il doit y avoir une dent arbre à cames, et pendant celui de l'autre tour moteur, il ne doit pas y en avoir. Cette configuration est souvent utilisée pour les moteurs common rail en diesel. Pour cette configuration, le capteur arbre à cames doit être à effet Hall.

- Repère dynamique : lorsque le moteur ne possède pas de capteur de phase, le calculateur peut se phaser sur le moteur en utilisant une méthode de recherche de phase dynamique.

#### **REPERE POINT MORT HAUT**

Une calibration permet d'adapter l'écart angulaire entre le Point Mort Haut mécanique et le Repère Point Mort Haut sur le volant moteur vu par le capteur. Cela permet de donner la phase réelle en degrés dans les cartographies de phase moteur (avance à l'allumage, phase injection, ...).

De plus, si le volant moteur devait être changé ou repositionné angulairement, il suffirait de refaire cette calibration sans avoir à retoucher les cartographies pour retrouver ses réglages moteur.

Une calibration permet aussi de ramener la mesure de phase arbre à cames sur le 0° Point Mort Haut.

# COMMANDE INJECTION

## D) PRESENTATION :

Le Commande6D dispose de 6 canaux d'injection.

### COMMANDES ELECTRIQUES

Les commandes électriques des canaux d'injection sont des commandes logiques par la masse de faible puissance. Elles servent à commander le module additionnel de pilotage des injecteurs.

### MODULE ADDITIONNEL DE PILOTAGE INJECTEURS

Deux types de modules existent pour lesquels **le recouvrement d'injection entre cylindres est permis**: il n'y a donc pas de contrainte sur la phase ni la longueur des injections, contrairement aux systèmes qui n'acceptent pas d'effectuer deux injections en même temps et doivent effectuer une gestion de collision entre cylindres.

#### **a) pilotage des injecteurs piezo électriques :**

La tension de commande injecteur est positionnée entre 95 volts et 180 volts par une cartographie réglable dans le module, sur des données de calcul reçues du Commander en temps réel :

- une consigne fonction de la haute pression carburant = Max (haute pression carburant, consigne haute pression carburant),
- la température injecteurs estimée d'après la température moteur.

Le module donne un diagnostic sur le fonctionnement de sa haute tension interne et le fonctionnement des injecteurs.

En cas de surchauffe ou de dépassement de la puissance disponible, le module diminue la tension de commande des injecteurs pour ramener la puissance consommée à la puissance disponible et l'indique dans son diagnostic.

Pour les besoins de très forte puissance, il est possible de connecter deux modules, chacun pilotant la moitié des injecteurs.

#### **b) pilotage des injecteurs magnétiques :**

Ce module commande les injecteurs en mode Peak & Hold.

- La tension d'appel est programmable entre 20 volts à 65 volts et le temps de cet appel est aussi programmable.
- Le niveau de courant du hold est programmable entre 1 Ampère et 18 Ampères.

Le module donne un diagnostic sur le fonctionnement de sa haute tension interne et le fonctionnement des injecteurs.

En cas de surchauffe ou de dépassement de la puissance disponible, le module diminue la tension de commande des injecteurs pour ramener la puissance consommée à la puissance disponible et l'indique dans son diagnostic.

Pour les besoins de très forte puissance, il est possible de connecter deux modules, chacun pilotant la moitié des injecteurs.

### CALCUL D'INJECTION

La quantité de carburant à injecter est une masse, donnée en milligrammes (résolution 1/10° mg).

Puis cette masse est ensuite transformée en volume, donné en millimètres cube (résolution 1/10° mm<sup>3</sup>), par une fonction de la température du carburant.

Enfin, le volume est transformé en temps d'injection, donné en microsecondes (résolution 1 µs), par une fonction de la pression carburant et dépendant du type d'injecteur utilisé.

### SEQUENCE D'INJECTION

L'injection est séquentielle phasée sur le début de l'injection.



Il y a trois catégories d'injections possibles dans le fonctionnement moteur :

- l'injection couple, qui donne du carburant au moteur pour lui fournir du couple,
- la post injection retardée qui envoie du carburant dans le filtre à particules, pour la dépollution.
- l'injection complémentaire, située entre l'injection principale et la post injection, sert de post injection avancée, utilisée pour réchauffer les gaz d'échappements.

L'injection couple moteur peut être découpée en trois injections :

- l'injection pilote 2,
- l'injection pilote 1,
- l'injection principale.

La première exécutée si elle existe est l'injection Pilote 2, ensuite vient l'injection Pilote 1 si elle existe, puis vient l'injection principale, si elle existe.

On peut donc avoir 5 injections différentes, dans l'ordre :

- l'injection pilote 2,
- l'injection pilote 1,
- l'injection principale,
- la post injection 2 ou injection complémentaire (sur option).
- la post injection 1.

### **CORRECTION DES INJECTEURS**

Chaque injecteur dispose d'une cartographie de correction, pour équilibrer la disparité entre injecteurs. Cette cartographie donne un coefficient de modification du volume injecté.

## **II) INJECTION COUPLE :**

L'injection couple (qui donne le couple au moteur) peut être découpée en 3 parties:

- l'injection pilote 2 (injection très avancée),
- l'injection pilote 1 (injection avancée),
- l'injection principale,

En fonctionnement normal, les injections pilote servent à préparer la combustion de l'injection principale : elle sont donc effectuées avant l'injection principale. Elles permettent d'améliorer la combustion du carburant, et donc diminuent les bruits et permettent d'obtenir plus de couple du moteur. Elles servent aussi dans les stratégies de dépollution du moteur.

L'injection principale est l'injection qui va apporter le couple principal du moteur.

### **CALCUL QUANTITE INJECTION**

La quantité de carburant donnée par l'injection couple donne le couple au moteur.

Un ensemble de cartographies donne le couple disponible du moteur, d'après le couple maximum (quantité de carburant maximum qu'on peut injecter dans le moteur) corrigé par la température moteur, la température admission et la pression atmosphérique.

A chaque instant, une portion plus ou moins grande de ce couple disponible est injectée dans le moteur, en fonction de l'activité de divers éléments de contrôle moteur, comme notamment :

- le démarrage du moteur
- la demande conducteur (position pédale accélérateur)
- le passage de rapport de boîte de vitesse, avec modification de la quantité injectée pour diminuer ou augmenter le couple du moteur et une procédure anti accoups
- la coupure en décélération, avec une procédure anti accoups,
- la gestion ralenti, pour maintenir le régime moteur à la consigne de régime ralenti
- le limiteur de régime, par diminution de la quantité injectée pour se conformer à la consigne limiteur de régime en cours,
- la protection des sursrégimes des turbos

- la protection complémentaire, qui permet au motoriste de diminuer le couple ou couper le moteur suivant des stratégies qu'il choisira (par exemple sur perte de pression d'huile, ...)
- le contrôle anti fumée, pour éviter de faire rouler un poêle à mazout
- la modification complémentaire de quantité injectée, pour que le motoriste puisse développer des fonctionnalités complémentaires, comme l'anti patinage, la limitation de vitesse maximum, ...

### **REPARTITION QUANTITE INJECTION**

La quantité d'injection couple doit ensuite être répartie entre les trois injections composant l'injection couple :

- l'injection pilote 2,
- l'injection pilote 1,
- l'injection principale,

Un ensemble de cartographie permet de gérer cette répartition, en fonction de la quantité de l'injection couple, du régime moteur, de la température moteur, de la température admission, de la pression atmosphérique, et de calculs complémentaires que le motoriste peut programmer lui-même.

### **CALCUL PHASE INJECTION**

La phase des injections est aussi très importante, et joue un rôle similaire à celui de l'avance à l'allumage des moteurs à allumage piloté.

Un ensemble de cartographies permet de positionner chacune des trois injections composant l'injection couple dans le cycle moteur, d'après la quantité injection couple et le régime moteur, avec correction par la température moteur, la température admission, la température carburant et la pression atmosphérique.

Un calcul dynamique permet aussi de modifier leur phase pendant les accélérations, afin d'avoir une accélération plus forte ou de réduire les bruits et les émissions.

Une correction complémentaire permet au motoriste d'insérer ses propres stratégies de modification des phases injection.

### **III) INJECTION COMPLEMENTAIRE (SUR OPTION) :**

L'injection complémentaire est une injection retardée, positionnée entre l'injection principale et la post injection.

La quantité qu'elle injecte n'est pas comptée dans l'injection couple.

Elle permet d'effectuer des injections servant à d'autres fonctions que l'injection principale ou la post injection.

Il est à noter que l'utilisation de cette injection dans la zone de phase de couple moteur est très dangereuse car elle n'est pas soumise au limiteur ni à la coupure en décélération.

### **IV) POST INJECTION RETARDEE :**

Le programme compétition dispose d'un module simplifié de gestion des régénérations pour les catégories demandant un filtre à particules.

La post injection est une injection très retardée qui permet d'envoyer du carburant dans le filtre à particules pour faciliter les régénérations.

Ces régénérations peuvent être spontanées lorsque la température interne du filtre est suffisamment haute, lorsque la charge et le régime moteur sont suffisants.

Si les régénérations ne sont pas naturellement suffisantes, il faut les provoquer avec la post injection.

Des contrôles de température permettent d'éviter la détérioration du filtre à particule et du catalyseur.

La stratégie de régénération du filtre à particules du Commander prend en compte tous ces paramètres, permettant de déterminer s'il y a lieu de générer des post injections, quelle quantité est à injecter et la phase de ces injections. Des procédures d'urgence permettent aussi d'arrêter les post injections. Comme dans tous les calculs, le motoriste peut insérer ses propres stratégies de génération des post injections.

#### **V) CONTROLE DE TEMPS MINIMUM ENTRE INJECTIONS DU MEME CYLINDRE :**

Si l'intervalle entre 2 injections de la séquence :

Pilote 2 – Pilote 1 – Principale – Complémentaire – Post

est trop court, l'injecteur n'a pas le temps de se refermer et la quantité de carburant s'en trouve augmentée.

Pour éviter ce phénomène, le Commander contrôle en temps réel (pendant le fonctionnement moteur) que les intervalles sont suffisants, et dans le cas contraire repositionne les injections par ordre de priorité.

## REGULATION DE RICHESSE

Le Commander peut être configuré pour surveiller la richesse avec une sonde Lambda large bande calibrée spécifiquement pour les moteurs diesel, et la corriger.

### PRECISION DE LA SONDE LAMBDA

La précision de l'indication donnée par la sonde Lambda est augmentée par l'utilisation de correction de mesure d'après la pression d'échappement.

### PRINCIPE DE CORRECTION DE RICHESSE

Contrairement aux moteurs essence (allumage piloté), la régulation de richesse diesel donne la richesse maximale permise : la régulation de richesse ne peut que diminuer la quantité demande conducteur si celle-ci produit une quantité de carburant trop grande. Le coefficient de correction de richesse est donc une valeur au maximum égale à 1 appliqué à la demande conducteur.

### ACTIVATION GLOBALE

Un interrupteur logiciel permet de valider globalement ou non la correction de richesse.

### ACTIVATION PROGRAMMABLE

Quand la correction richesse est globalement permise, on peut aussi définir la plage de charge, de régime et de température moteur dans lesquels la correction richesse ne doit être effectuée.

Une cartographie de coupure complémentaire de la correction de richesse, à entrées sélectionnables, permet au motoriste d'implémenter ses propres stratégies de coupure de correction de richesse.

### CONSIGNE DE RICHESSE

Pour guider cette correction, on utilise une cartographie de consigne pour indiquer la richesse maximum désirée en fonction de la charge (pression ou débit admission) et du régime.

Une deuxième cartographie fonction du régime et de la demande conducteur (donnée par la pédale) permet de modifier la consigne de richesse.

Trois cartographies de multi réglage moteur à activations sélectionnables (voir 'groupes de modification multi réglage moteur'), sur régime/charge, permettent de modifier la consigne de base.

De plus, une cartographie crochet de calcul avancé à entrées sélectionnables pour rajout de stratégies de modification de consigne permet au motoriste d'implémenter ses propres stratégies de modification de consigne.

### LIMITATION DE CORRECTION

On dispose aussi d'une limite de correction programmable, interdisant au Commander de trop appauvrir lors de cette correction.

## REGENERATION FILTRE A PARTICULE

Le Commander peut être configuré pour effectuer des régénérations du filtre à particule, s'il est présent sur la ligne d'échappement.

Une version simplifiée des régénérations est nécessaire, car certaines catégories de sport automobile demandent la présence du DPF (Diesel Particules Filter).

Les régénérations sont effectuées par 3 modules différents :

- module de demande de régénération, d'après l'état de colmatage du DPF,
- module de permission de régénération, d'après l'état de fonctionnement du moteur,
- module d'exécution des régénérations.

### **I) DEMANDE DE REGENERATION :**

L'état de colmatage du filtre à particules est calculé sur la base d'une cartographie de référence de pression différentielle du filtre, fonction du régime moteur et de la quantité injection couple.

Par comparaison entre cette pression référence et la pression instantanée, un taux de colmatage instantané et un taux de colmatage moyen sont calculés.

Il faut déclencher la régénération suffisamment tôt pour ne pas boucher le filtre à particules. De plus quand la masse de suies augmente, la chaleur dégagée pendant la régénération augmente, peut provoquer la détérioration du filtre.

Il est pertinent de prévoir la régénération lorsque les conditions sont bonnes : roulage sur en charge prolongée (autoroute ou longue ligne droite), ou de la retarder lorsqu'elles sont mauvaises.

#### **DEMANDE NORMALE DE REGENERATION**

Les régénérations sont demandées si le taux de colmatage moyen atteint un seuil de déclenchement de demande standard de régénération. Ce seuil est donné par deux jeux de cartographies :

1) une cartographie de base de seuil de colmatage, en fonction du régime et de la quantité injection couple, donne le niveau de colmatage à atteindre pour demander une régénération en fonction de l'état de fonctionnement du moteur.

2) un coefficient de modification de seuil de colmatage donné par une cartographie 4D simplifiée, en fonction de l'accélération moteur, de la vitesse de la quantité injection couple, du régime et de la quantité injection couple, donne un coefficient de correction du coefficient de modification.

Lorsque les conditions de fonctionnement moteur sont bonnes : forte charge prolongée (régime élevé et QIC importante + évolution lente du régime et de la QIC), on donnera un seuil de colmatage bas, provoquant des régénérations faciles à effectuer.

Lorsqu'elles sont mauvaises, on donnera un seuil de colmatage haut, ne demandant des régénérations que si le filtre est en danger.

#### **DEMANDE DE REGENERATION D'URGENCE**

Les régénérations d'urgence sont demandées si le taux de colmatage instantané atteint le seuil donné par une cartographie de seuil de colmatage d'urgence en fonction du régime et de la quantité injection couple. En général, les seuils d'urgence sont positionnés très hauts, un peu en dessous de la limite de colmatage du DPF.

Si la demande de régénération d'urgence est positionnée, elle ne sera plus enlevée jusqu'à l'exécution de la régénération ou jusqu'à l'extinction du calculateur.

### **II) DECLENCHEMENT DES REGENERATIONS :**

Pour qu'une régénération puisse être exécutée, il faut que les conditions de fonctionnement du moteur le permettent : tous les états de contrôle doivent être satisfaits (régénération permise par tous les contrôles).

#### **INTERDICTION D'URGENCE**

Lors de l'entrée en position pédale ralenti (coupure en décélération ou ralenti), si la vitesse de lever de pédale dépasse un seuil programmable, les régénérations sont interdites jusqu'à la sortie de position pédale ralenti.

Cela est effectué pour augmenter au maximum le frein moteur en cas de demande d'urgence par le conducteur.

#### **LIMITE MINIMUM DE FONCTIONNEMENT MOTEUR**

Il existe des zones de charge très basse dans lesquelles aucun mode stable de régénération à des températures élevées n'est possible : cette fonction définit le couple (charge) minimum que le moteur doit fournir en fonction des divers régimes, ce couple minimum assurant aussi un flux d'échappement minimum.

La permission de régénérer d'après le fonctionnement moteur est donnée par

- une courbe limite Quantité injection couple par rapport au régime à partir de laquelle la permission est donnée,
- une courbe limite Quantité injection couple par rapport au régime en dessous de laquelle la permission est supprimée.

Ces deux courbes définissent une hystérésis de passage entre les deux états 'permis' et 'interdit' pour éviter les oscillations de permission lorsque la charge traverse la limite de permission.

#### **LIMITE MINIMUM DE TEMPERATURE ENTREE EXH**

En corrélation avec la charge minimum du moteur (ci-dessus), on utilise une courbe de t° Entrée échappement minimum pour permettre les régénérations.

Cela assure que le flux d'échappement donné par la charge minimum donne aussi une quantité de chaleur minimum :

- un flux d'échappement suffisant sans température ne permet pas de lancer les régénérations.
- dans l'autre sens, une température élevée avec un faible flux d'échappement n'apportera qu'une petite quantité de chaleur, ne permettant pas non plus de lancer les régénérations.

Il est à noter que dès que le réchauffement actif des gaz d'échappement est effectué, cette fonction n'intervient plus car la température obtenue dépasse la limite minimale qu'elle donne.

La permission de régénérer d'après la t° Entrée échappement est donnée par

- une courbe limite température par rapport au régime à partir de laquelle la permission est donnée,
- une courbe limite température par rapport au régime en dessous de laquelle la permission est supprimée.

Ces deux courbes définissent une hystérésis de passage entre les deux états 'permis' et 'interdit' pour éviter les oscillations de permission lorsque la température traverse la limite de permission.

#### **AUTORISATION COMPLEMENTAIRE**

On dispose d'une cartographie complémentaire d'interdiction de régénération dont les entrées sont sélectionnables : le motoriste pourra rajouter sa propre stratégie d'interdiction.

Cette permission complémentaire peut servir à interdire explicitement les régénération suivant des états moteur, par exemple la coupure en décélération, le démarrage, le limiteur de régime, le ralenti, ...

Elle peut aussi servir à interdire les régénérations si la richesse est trop haute, pour assurer un taux d'oxygène suffisant pour combustion correcte des suies.

Normalement, la calibration des interventions est effectuée de manière à ce que les niveaux de richesse soient corrects, mais cette interdiction complémentaire peut servir de sécurité.

### **III) VIRTUALISATION DES REGENERATIONS :**

Si toutes les conditions précédentes sont réunies, la régénération est autorisée et les interventions moteurs sont effectuées.

L'exécution des interventions moteur peut être mise en pause pour limiter la température pendant la régénération. Cette mise en pause est appelée virtualisation.

**1) Pour contrôler la chaleur pendant la régénération**, on donnera une consigne paramétrable de température maximum de sortie catalyseur (normalement 600°C). Cette consigne est donnée par une cartographie fonction du régime et de la quantité injection couple.

En effet, la montée en température a une certaine inertie dépendant du flux d'échappement (dépendant lui-même du régime et de la charge moteur). Pour atteindre la température de combustion des suies, la quantité de chaleur nécessaire peut être fournie soit en chauffant plus fort, soit en chauffant plus longtemps. Si on chauffe trop fort, on provoque un dépassement de température admissible en entrée DPF, si on ne chauffe pas assez fort, on met trop de temps pour atteindre la température désirée, voir on ne l'atteint pas du tout : en modulant la force de chauffage (par les interventions sur le fonctionnement moteur – voir plus bas) avec le niveau température de passage en mode virtuel, on obtient le fonctionnement désiré de l'exécution des régénérations.

**2) Lorsque la température atteint la consigne** (que ce soit par intervention sur la gestion moteur ou naturellement à cause de l'état de fonctionnement du moteur), la régénération est mise en mode virtuel jusqu'à ce qu'elle redescende d'une hystérésis paramétrable. Cette hystérésis est donnée par une cartographie fonction du régime et de la charge.

### **IV) EXECUTION DES REGENERATIONS :**

Pour exécuter la régénération, la gestion moteur dispose de la post injection retardée. Cette intervention est soumise à un contrôle supplémentaire de température échappement avant de pouvoir être lancée.

Ces post injections retardées feront remonter la température dans et en sortie du catalyseur au niveau de la température minimale de combustion des suies (600°C sans additif).

Elle n'est lancée que lors des régénérations actives avec contrôle complémentaire de t° avant catalyseur d'oxydation.

La Quantité de carburant qu'elle fournit est fonction du régime et de la Quantité injection couple.

Sa phase (angle de début d'injection) est fonction du régime et de la Quantité injection couple.

## MULTIREGLAGES MOTEUR

Cette fonction n'est disponible que sur le programme compétition.

Trois groupes de modification permettent de modifier les réglages moteurs, par exemple pour disposer de plusieurs réglages en fonction d'un rotacteur, permettant, avec le réglage d'origine, d'obtenir 4 réglages moteur différents (le réglage origine plus 3 modifications).

Un groupe de modification est constitué

- d'une cartographie de modification de couple maximum (quantité maxi injectée),
- d'une cartographie de modification de demande conducteur (linéarisation de la demande de couple par rapport à la position pédale accélérateur),
- d'une cartographie de modification de consigne de richesse,
- d'une cartographie de modification de limitation de fumée,

Chaque groupe de modification peut être activé par l'une ou l'autre des variables connues du calculateur (mesures ou résultats de calcul génériques du calculateur, ou valeurs reçues par le CAN-BUS auxiliaire, ou résultats de calculs des modules de pilotage).

Une fois définie par quelle variable calculateur un groupe sera activé, on définit la plage de valeur de cette variable qui activera le groupe.

En compétition, une des applications fréquemment utilisée est de changer de réglage moteur d'après les positions d'un rotacteur, en définissant cette mesure de position du rotacteur comme variable d'activation pour tous les groupes, et en activant chaque groupe sur une des positions (valeur) du rotacteur.



## COMMANDES AUXILIAIRES

Les 14 sorties auxiliaires du Commander sont en général des sorties de commande de masse de puissance en collecteur ouvert (masse ou rien).

Deux sorties peuvent être configurées par programmation en push-pull (masse ou 12 volts alimentation).

Certaines des sorties auxiliaires peuvent être couplées afin qu'une seule commande pilote deux sorties électriques. Dans ce cas les deux sorties sont opposées, c'est-à-dire que si l'une est active, l'autre est passive. Au changement d'état des doubles commandes en push-pull, un très léger déphasage est effectué. Cela permet par exemple de créer des ponts en H.

### **I) COMMANDES FIXEES :**

#### **LED DIAGNOSTIQUE**

Le Commander utilise une sortie spéciale parmi les 14 pour commander sa LED pour gérer les signaux spécifiques à l'état du calculateur et de son diagnostic.

### **II) COMMANDES FIXEES SUIVANT TYPE D'APPLICATION:**

#### **POMPE A ESSENCE BASSE PRESSION**

Le Commander peut utiliser une des 14 sorties pour commander la pompe à essence basse pression aux normes de la FISA : pompe tournant pendant 5 secondes à la mise en route du calculateur, puis extinction de la pompe si le moteur ne tourne pas.

Dès que le moteur tourne, remise en route de la pompe.

#### **PRESSION ET DEBIT CARBURANT**

Voir ci-dessous les détails de la gestion de la pression carburant.

#### **TURBO**

Voir ci-dessous les détails de la gestion des turbos.

#### **RECHAUFFAGE**

Voir ci-dessous les détails de la gestion du pré-post chauffage.

#### **MOTEUR ELECTRIQUE DE POSITIONNEMENT**

Pour utiliser un dispositif à positionnement angulaire précis, avec bouclage sur un potentiomètre. Est géré par une régulation de type PID sur une commande PWM en pont en H (double push-pull) dont on choisit la fréquence de pilotage.

Pour cette gestion on utilise une cartographie de consigne pour indiquer la position angulaire du moteur électrique. Les entrées de cette cartographie de consigne sont sélectionnables et la consigne de position du moteur est donc fonction de ce que désire le motoriste.

#### **Mesure de position angulaire :**

La mesure de position du moteur électrique s'effectue en standard sur un potentiomètre, mais peut s'effectuer sur deux potentiomètres grâce aux fonctions de programmation avancées. Le motoriste pourra aussi définir la manière de corréliser les deux piste du potentiomètre et les stratégies de défaut.

#### **Calibration position angulaire :**

Le calculateur fournit une calibration de position moteur électrique. Cette calibration permet au calculateur d'enregistrer le minimum et le maximum des valeurs de potentiomètre (ou de calcul si

double potentiomètre) et leur affectera dès lors la position angulaire 0 et la position angulaire 1000, avec une interpolation linéaire entre ces deux valeurs pour les angles intermédiaires.

#### **MOTEUR ELECTRIQUE DE ROTATION**

Permet de gérer la vitesse d'un moteur électrique par un PWM à fréquence et rapport cyclique sélectionnable, avec bouclage possible sur une des entrées fréquentielles, qui permet de contrôler très finement la vitesse du moteur électrique, en fonction de paramètres sélectionnables par le motoriste. Cette fonction n'est pas préprogrammée mais doit être construite sur la base des 'Fonctions avancées' (voir exemples dans les dossiers de programmation).

#### **ELECTROVANNE PROPORTIONNELLE**

Permet de gérer l'ouverture graduelle des électrovannes, par un PWM à fréquence et rapport cyclique sélectionnable.

Le Commander possède un mode particulier de pilotage d'électrovanne en effectuant un effet de petit marteau pour forcer le positionnement précis des électrovannes. Si ce fonctionnement n'est pas désiré, on configurera plutôt la sortie en simple PWM réglable.

Le type d'électrovanne peut être deux fils (électrovanne standard avec fermeture par ressort) ou trois fils (électrovanne à ouverture et fermeture pilotées électriquement).

### **III) COMMANDES PROGRAMMABLES :**

Les sorties auxiliaires du calculateur non fixées par le type d'application sont mise à la disposition du motoriste pour implémenter ses propres stratégies. Voir 'Fonction avancées' plus bas pour en trouver une description.

### **IV) PRESSION CARBURANT :**

Le Commander possède trois types de gestion possibles de la pression carburant :

- par le débit seulement (électrovanne côté aspiration carburant)
- par la rampe seulement (électrovanne de fuite sur la rampe injecteurs seulement)
- combiné par le débit et la fuite rampe (une électrovanne de chaque côté)

Une de ces trois configurations doit être sélectionnée.

Quel que soit le mode de gestion de la pression carburant, il est effectué par un (ou deux) PID bouclé(s) sur la mesure de pression carburant qui est toujours validée (une entrée est affectée à cette mesure, qu'elle soit physique, calculée ou par capteur CAN-Bus).

#### **CONSIGNE DE PRESSION CARBURANT**

Un ensemble de cartographies de consigne permet de définir la pression carburant désirée.

##### **1) Consigne de base :**

Une cartographie de consigne de base indique la pression carburant de base désirée, en fonction du régime et de la Quantité injection couple.

##### **2) Correction complémentaire :**

Une cartographie de commande complémentaire de consigne à entrées sélectionnables permet le rajout de stratégies de consigne haute pression carburant par le motoriste.

##### **3) Augmentation dynamique :**

Lorsque la pédale est enfoncée (forte demande du conducteur) et que la charge est forte (le moteur aspire beaucoup d'air), on délivre une quantité importante de carburant. On peut alors renforcer la pression carburant pour limiter les fumées.

##### **4) Contrôle chute de consigne :**

Un contrôle cartographique de chute de consigne permet de limiter la vitesse à laquelle la consigne diminue, par exemple au lever de pied.

En effet, si le moteur est chargé et que le conducteur lève rapidement le pied, la consigne va retomber instantanément à un niveau beaucoup plus bas. La pression carburant suivra la consigne. Si ce lever de pied est suivi instantanément d'une réaccélération, la pression carburant doit remonter de nouveau.

Ce calcul permet de limiter la chute de la consigne pendant un certain temps, attendant de voir si la réaccélération et la remontée de consigne suivent rapidement.

### **5) Limites de consigne :**

Deux cartographies de sécurité permettent de limiter l'excursion de la consigne de pression en fonction du régime moteur, une pour définir la pression minimum et une pour définir la pression maximum.

#### **GESTION CARBURANT PAR FUITE DE RAMPE**

La pression carburant est gérée par la rampe si l'électrovanne de pression carburant (coté sortie rampe) est gérée par une sortie auxiliaire en PWM mais que l'électrovanne de débit carburant (côté aspiration carburant) n'est pas gérée.

La quantité de carburant que la pompe comprime est toujours maximale. L'électrovanne vide la rampe du trop plein de pression : la pression de carburant est obtenue par l'équilibre entre le remplissage de la rampe injecteurs par la pompe et son vidage par les injecteurs et l'électrovanne.

La commande électrique peut être inversée par la configuration de la sortie.

La fréquence du PWM peut être choisie par la configuration de la sortie.

La gestion de pression carburant est effectuée par un PID bouclé sur la pression carburant.

Le paramétrage du PID est constitué de 3+1 cartographies.

Au moyen de ces quatre cartographies, un RCO de régulation est calculé et appliqué sur la sortie PWM de commande haute pression carburant.

Ce RCO est égal au RCO de base + RCO dérivée + RCO intégrale.

Une limitation du RCO permet de limiter le pilotage de l'électrovanne à sa plage utile de fonctionnement.

Il est possible de bloquer le calcul de l'intégrale du PID à sa valeur actuelle : le motoriste pourra choisir sa stratégie pour ce blocage, par exemple pour geler l'intégrale lors des passages de rapport de boîte de vitesse, car la dynamique de la demande est très grande et peut provoquer des overshoots et undershoots de pression très importants.

#### **GESTION CARBURANT PAR LE DEBIT ASPIRATION**

La pression carburant est gérée par le débit si l'électrovanne de débit carburant (côté aspiration carburant) est gérée par une sortie auxiliaire mais que l'électrovanne de pression carburant (coté sortie rampe) n'est pas gérée.

La quantité de carburant que la pompe comprime dépend du RCO (rapport cyclique) qui pilote l'électrovanne de débit carburant : on augmente la pression avec la commande de pompe, mais ce sont les injecteurs qui vident la pression : la pression de carburant est obtenue par l'équilibre entre le remplissage de la rampe injecteurs par la pompe et son vidage par les injecteurs.

La gestion de pression carburant est effectuée par un PID bouclé sur la pression carburant.

Le paramétrage du PID est constitué de 3+1 cartographies.

Au moyen de ces quatre cartographies, un RCO de régulation est calculé et appliqué sur la sortie PWM de commande débit carburant, la période du PWM étant aussi réglable au niveau du paramétrage de la sortie.

Ce RCO est égal au RCO de base + RCO dérivée + RCO intégrale.

Une limitation du RCO permet de limiter le pilotage de l'électrovanne à sa plage utile de fonctionnement.

La gestion de ce PID possède en plus une particularité due aux limitations de fonctionnement de la gestion par le débit, qui ne permet pas de diminuer la pression carburant lorsque les injecteurs sont arrêtés.

Si la commande est trop forte quand les injecteurs sont arrêtés, la pression carburant va monter très haut sans qu'il soit possible de la faire diminuer. Même si la pression s'est correctement stabilisée au niveau de la consigne, si la consigne descend, la pression ne pourra pas diminuer pour suivre cette diminution. Dans la phase de coupure en décélération, une pression trop haute est indésirable, surtout si les quantités injectées au moment du réattelage sont faibles, comme au ralenti, donnant des temps d'injection extrêmement courts, pour lesquels la pollution et la stabilité du fonctionnement moteur seront difficiles à contrôler. Pour éviter cet état indésirable, le Commander dispose d'une stratégie de vidage de rampe pour diminuer une pression carburant trop haute pendant la coupure en décélération. De plus, la cartographie de base de RCO du PID tenant compte de la consommation de carburant, la commande de la pompe sera adaptée dès le pré contrôle (base de RCO) à la coupure d'injection : elle donne un RCO proche d'une commande de pompe arrêtée.

#### **GESTION CARBURANT CONJOINTE PAR LE DEBIT ASPIRATION ET- LA FUIITE DE RAMPE**

La pression carburant est gérée conjointement si l'électrovanne de pression carburant (coté sortie rampe) et l'électrovanne de débit carburant (côté aspiration carburant) sont chacune gérées par une sortie auxiliaire. Chaque sortie est pilotée par un PID, avec un module de gestion d'interaction.

Le PID de gestion du débit ne gère pas l'arrêt injecteurs et il n'y a pas de procédure de vidage de rampe à la coupure en décélération. En effet, c'est la gestion de fuite de rail qui est chargée de faire chuter la pression dans ce cas.

Deux phases de gestion sont utilisées :

1) Au démarrage, tant que la température carburant (entrée de rampe) est froide (en dessous d'une consigne programmable) :

La pression carburant est gérée par la fuite de rampe.

Après une première phase de remplissage, le débit reste maximum. La pompe réchauffe le carburant en comprimant plus de carburant que nécessaire.

2) Lorsque la température carburant est suffisante (consigne programmable atteinte) :

Un module d'interaction pilote les deux PID :

La pression carburant est principalement gérée par le débit, la fuite de rampe ne servant que lorsque la pression ne peut pas être diminuée par la diminution du débit.

#### **V) TURBO :**

Le Commander peut gérer :

- 1 turbo,
- 2 turbos jumeaux en parallèle (1 par banc de cylindres)
- 2 turbos séquentiels en parallèle
- 2 turbos séquentiels en série
- 3 turbos, dont deux en parallèle et le troisième en série avec les deux premiers

Les turbos en mode séquentiel ne sont mis en route que sous conditions sélectionnables.

La gestion des turbos peut-être effectuée d'après la pression admission ou le régime des turbos.

Pour les moteurs en 'V' à admission séparée par banc, il est possible de lire deux sondes de pression, chacune affectée à un banc de cylindre, et de gérer chacun des turbos jumeaux avec sa propre pression.

De plus, comme les cartographies de consigne sont à entrées sélectionnables, il est possible d'intégrer une pression de bride dans la gestion de la consigne de suralimentation, en utilisant une des entrées auxiliaires pour mesurer cette pression bride et en intégrant cette mesure dans le calcul de la consigne de suralimentation.

#### **SORTIES DE PILOTAGE**

La gestion des turbos dispose de 3 sorties de pilotage, une pour chaque turbo.

La gestion des commandes de pilotage des turbos (waste-gate ou géométrie variable) est effectuée en PWM.

La commande électrique peut être inversée par la configuration de la sortie.

La fréquence du PWM peut être choisie par la configuration de la sortie.

- Les sorties de commandes des turbos du calculateur sont des sorties de commande par la masse, pilotant normalement des électrovannes pneumatiques. La fréquence du PWM peut varier de 30 Hz jusqu'à 250 Hz suivant le type d'électrovanne. Si elle ne peut être vérifiée auprès de l'équipementier, la fréquence conseillée du PWM est autour de 100 Hz.

- Certains turbos ont des pilotages de géométrie variable par moteur électrique. La fréquence du PWM peut varier de 50 Hz jusqu'à 1000 Hz. Si elle ne peut être vérifiée auprès de l'équipementier, la fréquence conseillée du PWM est autour de 500 Hz.

S'il est besoin de piloter des électrovannes supplémentaires pour enclencher ou bypasser les turbos par des volets, ou encore pour gérer une contre pression de wastegate, des sorties auxiliaires programmables pourront être utilisées pour effectuer ces pilotages complémentaires.

Suivant l'équipement moteur, ces sorties pourront alors être gérés d'après le régime du turbo séquentiel ou du ou des turbos du Pack 1, ou d'après le régime moteur, la pression admission, ou la quantité de carburant, ou encore tout autre paramètre nécessaire au motoriste.

### **OUTILS DE GESTION TURBO**

Les turbos sont nommés 1A, 1B, et 2, autant pour la commande de sortie que pour la mesure de régime turbo.

Les turbos 1A et 1B doivent être des turbos jumeaux.

Le turbo 2 bénéficie quand à lui d'une gestion complètement séparée.

Le Commander dispose de 2 packs de gestion turbo :

Que ce soit pour le pack 1 ou le pack 2, les conditions de pilotage sont complètement sélectionnables.

Chaque Pack est composé

- d'une cartographie à entrées sélectionnables de type de gestion désiré (en régime ou en pression)
- d'une cartographie à entrées sélectionnables de consigne régime turbo
- d'une cartographie à entrées sélectionnables de modification de consigne régime turbo
- d'une cartographie à entrées sélectionnables de consigne pression admission
- d'une cartographie à entrées sélectionnables de modification de consigne pression admission
- d'un paramétrage de PID de gestion de régime turbo
- d'un paramétrage de PID de gestion de pression turbo
- d'une cartographie à entrées sélectionnables de remise à zéro de l'intégrale des PID

### **GESTION EN REGIME TURBO**

Le choix de la gestion en régime turbo ou en pression est effectué Pack par Pack, c'est-à-dire que si les 2 turbos 1A et 1B du Pack 1 existent (commandes de sorties validées), les 2 seront gérés en pression en même temps, ou gérés en régime en même temps. Le turbo 2 géré par le Pack 2 pourra être géré en régime ou en pression indépendamment des turbos 1A et 1B.

Si pendant la gestion par régime, une des mesures de régime turbo d'un Pack est déclarée en erreur :

a) Si la gestion par pression du Pack est validée : (voir paragraphe 'Gestion en pression')

Le passage à la gestion par pression est effectué. Ce passage est effectué d'une manière commune à l'intérieur de chaque Pack de gestion turbo : Par exemple, si la mesure de régime turbo 1A ou bien si la mesure de régime turbo 1B tombe en panne, la gestion du Pack 1 complète passe en gestion de pression.

b) Si la gestion par pression du Pack n'est pas validée:

Tant que le pack est en erreur, seule la cartographie de fuite de base du PID sera utilisée, aucune correction ne lui étant plus apportée.

### **GESTION EN PRESSION**

Pour les moteurs en 'V' à admission séparée par banc de cylindres, on déclarera dans la configuration des entrées l'existence des pressions admission banc 1 et banc 2, chacune étant mesurée avec son propre capteur. On déclarera aussi la pression principale en calcul automatique, comme résultante des 2 pressions banc, qui sera utilisée pour les calculs de gestion de l'injection et autre ...

Les 2 turbos du Pack 1 seront ainsi gérés séparément, chacun avec sa propre pression. La pression du banc 1 est affectée automatiquement au turbo 1A et celle du banc 2 au turbo 1B.

Si seule la pression admission principale est déclarée, les deux turbos 1A et 1B seront gérés de la même manière d'après la pression unique.

Si pendant la gestion par pression, une des mesures de pression turbo d'un Pack est déclarée en erreur :

a) Si la gestion par régime du Pack est validée : (voir paragraphe 'Gestion en régime')

Le passage à la gestion par régime est effectué. Ce passage est effectué d'une manière commune à l'intérieur de chaque Pack de gestion turbo : Par exemple, si la mesure de pression turbo 1A ou bien si la mesure de pression turbo 1B tombe en panne, la gestion du Pack 1 complète passe en gestion de régime.

b) Si la gestion par régime du Pack n'est pas validée :

Tant que le pack est en erreur, seule la cartographie de fuite de base du PID sera utilisée, aucune correction ne lui étant plus apportée.

### **CHOIX DE TYPE GESTION REGIME OU PRESSION TURBO**

Si les 2 types de gestion pression turbo ou régime turbo sont validés, le calculateur permet de changer d'un type de gestion à l'autre.

La consigne et la différence à la consigne des deux types de gestion sont calculées en continu, même lorsqu'un des types de gestion n'est pas en cours d'utilisation.

#### **1) Cartographie de sélection :**

Une cartographie permet de choisir lequel des deux est utilisé afin de pouvoir utiliser au mieux les 2 types de gestion.

Ses entrées sont sélectionnables, et la stratégie d'utilisation est donc laissée au choix du motoriste.

Cette cartographie accepte le mode de fonctionnement en hystérésis pour éviter des allers retours entre les 2 modes au moment du basculement de l'un à l'autre.

Par exemple, on peut choisir de fonctionner en pression jusqu'à un régime turbo maximum, passer en gestion régime au-delà pour être sûr d'éviter les overboosts, et ne repasser en pression que si le régime descend en dessous d'un certain seuil un peu plus bas.

La cartographie ayant deux entrées, si deux turbos jumeaux sont gérés par le pack 1, le régime de chacun peut être examiné, chacun par une des entrées de la cartographie.

#### **2) Changement automatique sur erreur de mesure :**

Si l'erreur concerne la mesure en cours d'utilisation (pression ou régime turbo), le calculateur essaye de changer de type de gestion :

- Si l'autre gestion est permise (pas d'erreur), le changement de gestion est effectué.

- Si l'autre gestion n'est pas permise (aussi en erreur), aucune gestion n'est plus permise, la gestion par pression est choisie et seule la cartographie de fuite de base de son PID est utilisée (la proportionnelle et l'intégrale ne sont pas utilisées pendant les erreurs).

Si l'erreur concerne la mesure non utilisée, le calculateur ne passera pas sur le type de gestion de cette mesure si la cartographie de sélection de mode de fonctionnement le demande.

### **PID DE PILOTAGE**

Chaque Pack dispose de 2 paramétrages de PID, un pour la gestion en régime et un pour la gestion en pression.

#### **1) La Consigne :**

Elle donne la pression admission absolue désirée pour le PID de gestion pression et la vitesse turbo désirée pour le PID de gestion régime turbo. Il est possible de sélectionner d'après quels paramètres cette consigne sera donnée. Pour une gestion de turbo standard, ce sera le régime moteur, et la quantité injection couple ou la position pédale accélérateur.

Une cartographie de modification complémentaire permet d'effectuer des modifications de consigne en fonction de paramètres choisis par le motoriste, comme la pression atmosphérique, la température admission, ....

#### **2) La fuite de base :**

Elle est fonction du régime moteur, et de la consigne de régime turbo pour la gestion en régime ou de la consigne de pression admission pour la gestion en pression.

### **3) La correction de fuite instantanée :**

Elle est fonction

a) de la vitesse de la consigne (régime turbo ou pression admission). En effet, plus la consigne varie vite, plus il faut anticiper la demande en pression ou en régime turbo.

b) de l'écart entre la consigne et la mesure :

- pour la gestion en régime, la mesure est le régime du turbo.

- pour la gestion en pression, plusieurs cas sont possibles :

  - Pour le Pack 2 : la mesure est toujours la pression admission principale.

  - Pour le Pack 1 : pour les turbos jumeaux, s'il a été déclaré une mesure de pression à chaque banc de cylindre, la mesure est la pression du banc 1 pour le turbo 1A et la pression du banc 2 pour le turbo 1B. Si les admissions des bancs ne sont pas séparées ou si on ne gère qu'un seul turbo, la mesure de pression principale sera sélectionnée.

### **4) La correction de fuite à 'long' terme :**

Elle est fonction des mêmes variables que la dérivée (voir ci-dessus).

A chaque cycle de calcul, (toutes les millisecondes), une valeur est ajoutée à la valeur de correction calculée au cycle de calcul précédent, générant une nouvelle valeur de correction. On s'approche ainsi graduellement de la correction parfaite.

### **5) La remise à zéro de l'intégrale :**

Est effectuée par une cartographie commune à la gestion pression et à la gestion régime des 2 paramétrages de PID du pack. Ses entrées sont sélectionnables : le motoriste pourra choisir sa stratégie pour cette remise à zéro.

#### a) Pour une gestion de turbo standard :

Pour éviter les overboosts indésirés, on coupe la correction intégrale qui peut générer un dépassement de consigne très important si, lorsque la quantité de carburant étant trop faible, le régime turbo ou la pression n'arrive pas à monter au niveau de la consigne : le calcul de PID augmente alors l'intégrale au maximum pour essayer de générer une fuite supérieure pour atteindre la consigne impossible, et lorsqu'on accélère brutalement, la fuite est grande ouverte et la pression monte très haut.

Il est donc nécessaire de forcer l'intégrale à 0 en ces circonstances, laissant la dérivée corriger seule la fuite de base.

#### b) Pour la gestion d'un turbo séquentiel :

L'intégrale pourra être maintenue à 0 tant que le turbo séquentiel n'est pas utilisé.

## **VI) PRE-POST CHAUFFAGE :**

La procédure de réchauffage n'est effectuée que si une des sorties auxiliaires est configurée en commande de pilotage du boîtier de commande de puissance des bougies de réchauffage.

Les bougies de réchauffage peuvent être commandées en ON-OFF ou en proportionnel pour les bougies de réchauffage rapide.

Le Commander pilote le boîtier électronique de réchauffage, qui pourrait n'être qu'un simple relais de puissance. Si ce boîtier émet du diagnostique par un simple fil (OK-erreur), l'état peut être utilisé via une entrée auxiliaire. Si ce diagnostique est émis par le CAN, il peut être récupéré par une variable XCan (voir CAN-bus auxiliaire). Le résultat du diagnostique peut être intégré par le motoriste dans la procédure de réchauffage grâce aux fonctions avancées et à la cartographie complémentaire de coupure du réchauffage.

Si le réchauffage est effectué en PWM pour commander des bougies de réchauffage rapide, une modélisation peut être effectuée pour estimer la température des bougies afin d'utiliser la tension push lorsque c'est nécessaire.

Le réchauffage commence dès la mise sous contact s'il est permis. Si le démarrage moteur échoue et qu'un nouvel essai est effectué sans coupure de contact, la procédure de réchauffage est relancée depuis le début.

La procédure de réchauffage est subdivisée en diverses phases, dépendant de l'état de fonctionnement du moteur :

- Préchauffage actif,
- Stand-by Préchauffage,
- Moteur démarre avec Préchauffage complémentaire,
- Moteur démarre sans Préchauffage complémentaire,
- Moteur tourne, Postchauffage actif, stand by Postchauffage,
- Fin réchauffage,

La LED voyant d'alarme est utilisée comme signal de demande d'attente pour démarrer en produisant un clignotement rapide (10 Hz).

Pendant toute la procédure de réchauffage, la tension de batterie est testée. Si elle descend en dessous d'un seuil pendant un certain temps, la procédure de réchauffage est abandonnée.

Une cartographie de coupure complémentaire du réchauffage est disponible pour une définition complémentaire de stratégie de coupure par le motoriste.

#### **PRECHAUFFAGE**

Le temps de Préchauffage est calculé d'après la température moteur et la tension de batterie.

#### **POSTCHAUFFAGE**

Le temps de Postchauffage est calculé d'après la température moteur et la tension de batterie.

Le Postchauffage peut être mis en stand-by ou arrêté si le régime moteur est trop haut ou si la charge moteur est trop importante.

La mise en stand-by et la réactivation du Postchauffage permet d'effectuer des Postchauffages complémentaires par exemple lors du retour en faible charge après des coupure en décélération moteur froid.

Quand le temps de Postchauffage est écoulé, la procédure de réchauffage est terminée et le relais de réchauffage est éteint.



## FONCTIONS DIVERSES

### **I) LIMITEUR DE REGIME :**

#### **ACTION DU LIMITEUR**

Le limiteur est effectué par une réduction de la quantité de carburant gérée par un PID.

Une cartographie de commande complémentaire permet au motoriste de modifier le régime du limiteur d'après une stratégie qu'il définira lui-même.

#### **TYPES DE LIMITEUR**

Deux types de limiteurs de régime existent dans le Commander.

Le Commander permet de donner des régimes différents pour ces deux limiteurs, ainsi que les conditions pour passer de l'un à l'autre.

##### **1) le limiteur de départ :**

Il permet en mettant un limiteur assez bas de réduire la puissance du moteur au décollage du véhicule, pour éviter un patinage des roues trop important,

##### **2) le limiteur de course :**

Il est utilisé pour la pleine puissance du moteur. Une cartographie permet de diminuer la consigne limiteur en fonction du temps passé dans le limiteur.

#### **SHIFT LIGHT**

C'est une lampe qu'on allume lorsque le régime moteur est près d'atteindre le limiteur de régime.

Cette lampe est commandée par une sortie auxiliaire.

Il est possible d'effectuer des pilotages de cette lampe très précis, par exemple en modifiant son allumage en fonction du rapport de boîte en cours d'utilisation.

### **II) POSITION PEDALE :**

#### **DETERMINATION DU NOMBRE DE POTENTIOMETRES**

Le fonctionnement standard n'utilise qu'un potentiomètre pédale, mais il est possible de définir 2 potentiomètres au moyen des fonctions avancées :

Comme toutes les mesures, l'information d'entrée peut être calculée au lieu d'être mesurée. Ce calcul peut provenir d'une information du CAN-BUS auxiliaire, mais aussi d'une autre mesure.

En l'occurrence, on définira les deux entrées de potentiomètre comme mesure auxiliaire. Ces deux mesures auxiliaires seront les entrées d'une cartographie de module qui effectuera la comparaison des deux tensions (une peut être montante et l'autre descendante, avec un rapport de tension unitaire ou divisé, ...). La valeur de sortie du module sera alors injectée comme entrée de la mesure pédale, et l'erreur de corrélation des entrées potentiomètre sera utilisée pour déclencher l'erreur pédale et lancer des algorithmes de fonctionnement dégradé.

#### **CALIBRATION PEDALE**

Le calculateur fournit une calibration de position pédale accélérateur. Cette calibration permet au calculateur d'enregistrer le minimum et le maximum des valeurs de potentiomètres (ou de calcul si double potentiomètre) et leur affectera dès lors la position angulaire 0 et la position angulaire 1000, avec une interpolation linéaire entre ces deux valeurs pour les angles intermédiaires.

### **III) POSITION RALENTI ET COUPURE :**

Le calculateur fournit une fonction de calibration de ralenti, qui permet de définir trois paramètres :

- l'ouverture angulaire de la pédale jusqu'à laquelle le calculateur doit considérer qu'il est en Position ralenti. Le calculateur calcule en plus automatiquement une petite hystérésis sur cette Position ralenti pour éviter les oscillations de calcul.

- le régime de ralenti, qui est une consigne. Cette consigne de ralenti est utilisée par un PID de régulation de régime ralenti.

- l'offset de régime au dessus du régime de ralenti pour la zone coupure. Cet offset réglable est en standard à 300 t/mn, c'est-à-dire que pour un régime ralenti de 1000 t/mn, la limite de zone coupure sera à 1300 t/mn. Le calculateur rajoute une hystérésis non réglable de 100 t/mn pour éviter les oscillations de calcul.

#### **IV) COUPURE EN DECELERATION :**

La coupure en décélération est effectuée lorsque la position pédale est dans la zone ralenti (position pédale  $\leq$  Position ralenti) et que le régime est en zone coupure (régime moteur  $\Rightarrow$  Consigne ralenti+Offset coupure).

##### **LISSAGE ACCOUPS**

Pour éviter les accoups d'entrée et de sortie de coupure, par mouvement de charge (mouvement de pédale accélérateur) ou par mouvement de régime, la quantité de carburant est lissée par une rampe. La pente de cette rampe est donnée par une cartographie dont les entrées sont la vitesse de pédale accélérateur et la différence entre le régime moteur et le régime de consigne ralenti.

L'entrée 'Différence entre le régime moteur et la consigne régime ralenti' permet de remettre tout le carburant si le régime moteur s'approche trop du régime de consigne ralenti.

## **BOÎTES DE VITESSE SEQUENTIELLES**

Le programme compétition du Commander gère directement les boîtes de vitesse séquentielles.

### **I) NOMBRE DE RAPPORTS DE BOÎTES :**

Le nombre de rapports peut être choisi (jusqu'à 10 rapports).

On peut choisir le nom des rapports en fonction de l'information potentiomètre de position boîte de vitesse. Cela permet d'indiquer si la boîte est organisée en boîte automobile (Arrière, Point mort, 1<sup>ère</sup>, ...) ou boîte moto (1<sup>ère</sup>, point mort, 2<sup>ème</sup>, ...) ou spéciale.

Le nom des rapports est important car c'est lui qui est utilisé dans les calculs de boîte de vitesse et les calculs avancés.

### **II) INTERRUPTEUR DE CHANGEMENT DE RAPPORT :**

L'interrupteur de signal de coupure peut être soit

- logique : lorsqu'il est mis à la masse, le calculateur est informé du changement de rapport, mais uniquement dans le sens montée de rapport.

- analogique : de type jauge de contrainte, l'interrupteur donne une tension centrée autour de 2,5 volts. Si cette tension passe en dessous d'une limite mini, ou au dessus d'une limite maxi, programmables par le motoriste, le calculateur est informé du changement de rapport et du sens de changement.

- calculé : comme toutes les mesures, l'information d'entrée peut être calculée au lieu d'être mesurée. Ce calcul peut provenir d'une information du CAN-BUS auxiliaire, mais aussi d'une autre mesure. En l'occurrence, il est possible de définir comme interrupteur la vitesse de la pédale accélérateur, et déclarer par exemple qu'on change de rapport lorsqu'on lève rapidement le pied.

### **III) REGLAGES COMMUNS A TOUS LES RAPPORTS :**

On configure trois valeurs communes à tous les rapports :

- Régime moteur minimum : C'est le régime en dessous duquel le calculateur n'intervient pas sur la gestion moteur. Le réglage de la limite de régime est différent pour la montée et la descente de rapport.

- Position pédale minimum : Comme pour le régime, le calculateur n'accepte pas d'intervenir sur la gestion moteur en dessous d'une certaine position pédale accélérateur programmable. Le réglage de la limite de pédale est différent pour la montée et la descente de rapport.

- Attente avant nouveau rapport : Après un changement de vitesse, le calculateur refuse un nouveau changement de rapport pendant un temps programmable. Cela évite d'intervenir involontairement une deuxième fois si le pilote garde la main sur le levier de vitesse.

### **IV) REGLAGES SPECIFIQUES PAR RAPPORT DE BOÎTE :**

#### **CALIBRATION DES POSITIONS DES RAPPORTS**

On indique au calculateur la position des différents rapports d'après la tension du potentiomètre de mesure de position de la boîte de vitesse : pour chaque rapport, on donne au calculateur une plage de tension (ou de valeur calculée si on a défini l'entrée position boîte de vitesse sur un calcul) entourant la valeur fournie par ce potentiomètre.

Les tensions du potentiomètre doivent être montantes.

Le calculateur fournit une fonction de calibration automatique des rapports de boîte. Une fois cette fonction lancée, il suffit de passer tous les rapports. Le calculateur calcule alors la plage de tensions de potentiomètre correspondant à chaque rapport

#### **INTERVENTIONS LORS DU PASSAGE DES RAPPORTS**

La montée et la descente de rapports disposent de réglages différents.

Deux cartographies permettent pour chaque rapport de boîte de régler différemment le temps d'intervention, une pour les montées de rapport et une pour les descentes de rapport.

La deuxième entrée de ces cartographie est sélectionnable par le motoriste, pour pouvoir modifier le temps d'intervention d'après un autre paramètre : par exemple, modifier le temps d'intervention du rapport de boîte de vitesse d'après le régime ou le couple moteur, ...

L'intervention est lancée dès que le calculateur reçoit de l'interrupteur le signal de changement de rapport, si le régime et la pédale sont au dessus des limites programmées et que le temps d'attente avant nouveau rapport est dépassé, et dure tant que le temps d'intervention défini pour ce rapport n'est pas atteint.

La montée et la descente de rapports disposent de réglages d'intervention différents.

Pour la montée comme pour la descente de rapport, le type d'intervention sur changement de rapport est une modification de la quantité injectée : le motoriste définira dans la carto de modification d'injection le coefficient de dégradation de quantité injectée, en fonction des paramètres qui l'intéressent.

Il définira aussi la pente (la vitesse) avec laquelle on revient à l'injection normale en fin d'intervention dans la carto de pente d'injection, en fonction des paramètres qui l'intéressent.

Ceci permet de limiter les accoups lors des passages de rapport.

#### **V) BOÎTES ROBOTISEES :**

L'attente avant nouveau rapport sert aussi à programmer les boîtes robotisées, c'est-à-dire les boîtes pour lesquelles il faut maintenir l'intervention pendant tout le temps où le contacteur est enfoncé (le temps d'intervention programmable ne sert alors pas).

Pour informer le Commander que la boîte est de ce type, l'attente avant nouveau rapport doit simplement être mise à 0.

Le calculateur rajoute systématiquement un temps de blanking de 10 millisecondes pour éviter les rebonds sur l'interrupteur des boîtes robotisées.

## CONTROLE DE FONCTIONNEMENT

### I) DIAGNOSTIQUE DES PANNES :

Le Commander effectue une analyse permanente du fonctionnement du système et des capteurs, et mémorise leurs défauts, même fugitifs.

#### **1) Diagnostique système :**

Le diagnostic système est affiché en permanence par le programme Winjall en dessous du nom du calculateur.

Il donne les défauts tels que les resets watch-dog, les problèmes de risques ou de pertes de données application sur perte d'alimentation graves (ou pas de +30), ...

Une fonction de Winjall permet de remettre à zéro le diagnostic système.

#### **2) Diagnostique application :**

Deux fonctions coexistent : une fonction d'examen du diagnostic application, et une fonction de remise à zéro de ce diagnostic.

Le diagnostic application consiste essentiellement dans l'enregistrement des défauts des capteurs et/ou des voies de mesures de ces capteurs dans le calculateur.

Les défauts enregistrés peuvent être

- coupure signal : coupure permanente,
- court circuit signal : court circuit permanent,
- coupure intermittente : coupure apparue une fois puis repartie,
- court-circuit intermittent : court circuit apparue une fois puis disparu,
- coupure hardware : lorsque l'entrée de la mesure n'est pas une entrée physique du calculateur, par exemple reçue du CAN-BUS, et que cette mesure n'est pas reçue.

De plus, le calculateur indique si la panne est en cours, et la donc la fonction invalide.

### II) ENREGISTREMENT DEPASSEMENTS :

Cette fonction permet d'enregistrer et visualiser les dépassements de valeurs en enregistrant les pointes de valeurs, le nombre de pointes, les durées des pointes extrêmes, et les temps total des pointes.

Le calculateur Commander dispose de 6 canaux identiques d'enregistrement de dépassement.

Pour chaque canal :

#### VALEUR A SURVEILLER

La valeur à surveiller est choisie dans la liste des dizaines de mesures et résultats de calculs connus par le calculateur (par exemple le régime moteur, la température d'huile, la vitesse de montée en température moteur, ...).

Dans les valeurs à surveiller, vous trouvez aussi les variables des modules de pilotage (voir fonctionnement avancé).

Une deuxième condition pour lancer l'enregistrement peut être ajoutée pour obtenir des enregistrements plus élaborés : par exemple, enregistrer les chutes de pression d'huile lorsque le régime moteur est plus haut que 1500 t/mn.

On choisit le niveau limite que la valeur doit dépasser pour lancer l'enregistrement en réglant la cartographie de pilotage d'enregistrement.

Cette cartographie à hystérésis (voir fonctionnement avancé) permet de définir le lancement et l'arrêt de l'enregistrement d'après la valeur de la variable à surveiller et de la variable 2<sup>ème</sup> condition (si demandé). Avec cette cartographie, il est possible de faire des combinaisons logiques de type 'and', 'or', 'nor', 'nand', ...

#### RESULTATS D'ENREGISTREMENT

Une fonction du programme Winjall donne les résultats de l'enregistrement de dépassement:

- la valeur extrême atteinte par la variable à surveiller, et le sens de la surveillance (dépassement vers le bas, ou dépassement vers le haut),
- le nombre de fois que la variable a dépassé la limite,
- la durée du dépassement pour la valeur extrême atteinte,
- la durée totale des dépassements de valeur.

#### **ALARMES VISUELLES**

Il est possible d'allumer des alarmes sur la condition de dépassement.

Les fonctions d'alarme visuelle 'Lampe d'alarme immédiate' et 'lampe d'alarme cumulative' permettent d'allumer et d'éteindre la lampe d'alarme du calculateur, suivant des modes différents.

Comme il y a 6 canaux d'enregistrement de dépassement pour une seule alarme, l'alarme restera allumée tant qu'un canal d'enregistrement le demande, même si les autres ne le demandent pas.

##### **1) Alarme immédiate :**

L'alarme immédiate s'allume quand la valeur dépasse la limite permise, c'est-à-dire quand l'enregistrement est lancé, et s'éteint dès que la valeur revient dans les limites permises, c'est-à-dire quand l'enregistrement s'arrête.

On peut rajouter un temps d'attente avant que l'alarme ne s'allume, pour empêcher par exemple que l'alarme ne s'allume si le défaut est très court, ou pour ne pas perturber le conducteur pour un défaut trop passager.

##### **2) Alarme cumulative :**

L'alarme cumulative s'allume quand la valeur dépasse la limite permise et que le temps total de dépassement dépasse le 'temps avant alarme' programmé.

Elle s'éteint lorsque le défaut a disparu depuis plus longtemps que le 'temps avant reset alarme' demandé, si le nombre de défaut n'a pas dépassé le 'nombre de dépassements interdisant l'extinction de l'alarme' programmé.

Si le nombre de dépassement atteint cette limite, l'alarme ne s'éteindra plus avant que l'on ne fasse une remise à zéro avec le logiciel Winjall.

## FONCTIONNEMENT AVANCE

Le Commander dispose de trois types avancés de commandes programmables, très puissants, qui peuvent être combinés pour réaliser des fonctions complètement nouvelles.

De plus, les voies de mesure auxiliaires peuvent directement utiliser les entrées non utilisées par le type d'application choisi (avec ou sans turbo, boîte séquentielle, haute pression carburant, ...).

Enfin, il est possible d'envoyer ou de recevoir des informations par le CAN auxiliaire et d'utiliser les informations reçues dans les calculs avancés.

**L'utilisation de ces fonctions avancées et le développement de stratégies spécifiques ne nécessite ni l'apprentissage ni la connaissance d'un langage de programmation.**

Leur programmation utilise une technique spécifique développée par Skynam appelée SKYMCOD™

**Programmation Cartographiée**, intuitive et efficace.

SKYMCOD correspond à une façon de penser naturelle.

Un dossier très didactique 'FONCTIONNEMENT AVANCE' explique et commente en détail l'utilisation de ces fonctions et en donne de nombreux exemples.

### I) CONFIGURATION DU CALCULATEUR :

Le calculateur peut être configuré pour effectuer des tâches préprogrammées, comme gestion du ou des turbos, de moteurs électriques de positionnement (exemple turbo à géométrie variable), de la pression carburant, ...

Pour utiliser ces fonctions complémentaires, il faut en général utiliser deux fonctions :

- la paramétrisation des entrées
- la configuration des sorties

Par exemple, pour utiliser un papillon motorisé, il faut :

- déclarer que la mesure position papillon existe en lui affectant une entrée du calculateur (entrée physique, par CAN ou calculée) dans la fonction de paramétrisation des entrées
- configurer une sortie auxiliaire en gestion de papillon électrique.

### II) MESURES AUXILIAIRES :

Ce sont des mesures non utilisées par le type d'application choisi et mises à la disposition du motoriste pour rajouter des capteurs analogiques ou résistifs ou des interrupteurs, ou encore des mesures de vitesse, pour les utiliser comme partie active des fonctions avancées ou comme simple information d'affichage.

Elles pourront être utilisées comme entrées des modules de pilotage, des commandes auxiliaires ou complémentaires, ou comme entrées de doublage ou triplage de mesure (deux potentiomètres pédale accélérateur ou positionnement moteur électrique, trois mesures de pression admission, ...)

Par exemple, aucune entrée vitesse n'est utilisée dans les calculs standard, mais le calculateur dispose de 4 mesures de vitesse roue, 3 mesures de vitesse turbo, ...

Si on a besoin d'effectuer une gestion d'anti patinage, il suffit simplement d'activer les vitesses roues en leur affectant des voies d'entrées (physique ou CAN), et d'effectuer les calculs comparatifs nécessaires avec les modules de pilotage pour gérer une dégradation complémentaire de phase ou de quantité injection ...

### **III) PARAMETRISATION DES ENTREES :**

Chaque mesure du calculateur (pression, pédale, vitesse, ...) peut être affectée à une des entrées physiques du calculateur, ou à une valeur reçue par le CAN WinjNet d'un capteur Skynam externe, ou à une valeur calculée, y compris depuis les trames du CAN-BUS auxiliaire.

Ainsi, il est possible

- de rajouter des mesures lorsque toutes les entrées physiques sont utilisées,
- de changer d'entrée physique pour un dépannage rapide si une entrée utilisée est endommagée et qu'il reste des entrées libres (bien sûr en recossant la bonne pin du calculateur).
- d'utiliser des capteurs spéciaux, par exemple une mesure de sonde NOx fournissant ses valeurs par CAN-BUS, une mesure de vitesse turbo sortant une tension analogique fonction de la vitesse.
- d'effectuer des calculs sur plusieurs entrées avant de convertir le résultat de ces calculs dans la mesure choisie (exemple : plusieurs entrées potentiomètres pédale ou papillon électrique, plusieurs sondes de pression, ...)

Pour ce faire, Winjall fournit une fonction de configuration des entrées dans laquelle on peut choisir pour chaque mesure :

- le canal d'entrée par lequel elle sera informée
- le type de déclenchement d'erreur à utiliser (standard ou calculé par une fonction avancée)
- le type de remplacement d'erreur à utiliser (standard ou calculé par une fonction avancée)

Les calculs avancés sont décrits ci-dessous dans les modules de pilotage.

### **IV) FILTRAGE NUMERIQUE DES MESURES :**

Chaque mesure du calculateur (pression, pédale, vitesse, mesures auxiliaires ...) dispose d'un calcul de filtrage par moyenne pondérée, la pondération étant donnée par une cartographie.

Moyennage pondéré = (moyenne précédente + mesure actuelle) / (coefficient de pondération + 1).

#### **MESURES STATIQUES**

Pour les mesures statiques (pressions, pédale, ...), une des entrées de cette cartographie dépend de la différence signée entre la valeur mesurée et la moyenne (valeur-moyenne), permettant une première adaptation de la moyenne au mouvement de la mesure.

L'autre entrée, entrée sélectionnable par le motoriste utilise en général des calculs avancés pour une adaptabilité plus grande des coefficients de pondération.

Le filtrage adaptatif ainsi réalisé permet des temps de réaction plus courts en cas de mouvement réel de la mesure.

#### **MESURES DE VITESSES**

Pour les mesures de vitesse, une des entrées de cette cartographie dépend de la différence relative signée entre la valeur mesurée et la moyenne ((valeur-moyenne)/moyenne), permettant une première adaptation de la moyenne au mouvement de la mesure.

L'autre entrée, entrée sélectionnable par le motoriste utilise en général des calculs avancés pour une adaptabilité plus grande des coefficients de pondération.

Le filtrage adaptatif ainsi réalisé permet des temps de réaction plus courts en cas de mouvement réel de la mesure.

#### **MESURE DE REGIME MOTEUR**

Le régime moyen est calculé d'une manière adaptée à l'état du régime moteur en cours.

Lors des très bas régimes, la mesure est effectuée dent par dent.

Ensuite, elle est effectuée sur une portion de cycle moteur calculée d'après le nombre de cylindres du moteur.



## **V) STRATEGIES DE PANNES DES MESURE :**

Pour chaque mesure du calculateur (pression, pédale, vitesse, ...), il est possible de définir une stratégie de détection de panne, une stratégie de valeur de remplacement en cas de panne, ou d'utiliser les stratégies standard fournies par le calculateur.

### **MESURES STATIQUES**

Les stratégies de détection de panne standard consistent à vérifier que la valeur d'entrée de la mesure est dans une plage définie en fonction du type d'entrée :

- capteur analogique 0-5 volts : la valeur d'entrée ne doit pas descendre en dessous de 125 millivolts ou monter au dessus de 4950 mv, ce qui est le cas de tous les capteurs automobiles standards.
- capteur résistifs (CTN-CTP) : la valeur d'entrée ne doit pas descendre en dessous de 25 millivolts ou monter au dessus de 4900 mv, ce qui est le cas de tous les capteurs automobiles standards.
- capteurs calculés : pas de vérification standard

Les stratégies de remplacement standard consistent à fournir une valeur fixe dépendant de la mesure elle-même :

- La température moteur prend la valeur +80°C
- La température admission prend la valeur +20°C
- La richesse prend la valeur 0 (richesse nulle)
- La pression atmosphérique prend la valeur 1013 mbars
- La pression admission prend la valeur maximale permise par la cartographie de conversion de sonde de pression, comme si le capteur délivrait 5000 millivolts, afin d'enrichir le moteur au maximum.
- pédale et position moteur électrique prennent la valeur angle 0
- ...

### **MESURES DE VITESSE**

Pour les mesures de vitesse (turbos, roues, ...) une stratégie configurable très élaborée d'analyse par corrélation de vitesse et d'accélération est fournie.

Ces stratégies sont par exemple capables de repérer une casse capteur sur une vitesse roue dès 2.5 km/h ou un turbo dès 5000 t/mn.

### **STRATEGIES SPECIFIQUES**

Si pour une ou plusieurs entrées le motoriste décide de programmer ses propres stratégies de remplacement d'erreur ou de détection de panne, il faut :

- pour la valeur de remplacement indiquer quel module de pilotage fournira la valeur de remplacement. Il peut ainsi élaborer des procédures complexes, résultat d'une chaîne complète de calculs, comme par exemple évaluer une pression d'admission en panne d'après un régime turbo et un régime moteur et ...
- pour la détection de déclenchement d'erreur il doit aussi définir la variable qui servira de déclenchement d'erreur, et la plage de valeur de cette variable hors de laquelle l'erreur est déclenchée. Le calculateur fournit aussi des états d'erreur pour certaines variables, comme par exemple pour les valeurs reçues du CAN-BUS auxiliaire, lorsqu'une trame n'est pas reçue dans le temps imparti sélectionné. Par exemple, pour une entrée calculée sur cette valeur CAN, la variable de déclenchement d'erreur pourra être l'état d'erreur réception.

De plus, chaque mesure possède une variable corrélée d'état d'erreur afin que le motoriste puisse déclencher aussi des calculs lorsqu'une mesure passe en erreur. Par exemple, pour estimer la température moteur à partir du temps passé et de la charge moteur après la dernière température valide mesurée.

## **VI) CARTOGRAPHIES ENTIEREMENT PROGRAMMABLES :**

Les cartographies utilisées dans les fonctions avancées sont entièrement programmables:

### **1) variables d'entrée de la cartographie :**

On peut choisir le nombre de variables en entrée de cartographie et donc le nombre d'axes de calcul : soit deux, soit une, soit aucune.

On peut choisir quelles seront ces variables dans la liste des dizaines de mesures et résultats de calculs connus par le calculateur (par exemple le régime moteur, le rapport de boîte de vitesse utilisé, la vitesse de montée en température moteur, l'état d'erreur d'une mesure ...).

### **2) type d'interpolation cartographique :**

On peut aussi choisir la manière dont le calcul d'interpolation sera effectué pour chaque axe de cartographie (l'interpolation des lignes peut être différente de celle des colonnes):

- Interpolation standard avec arrêt aux extrémités des échelles,
- Interpolation à prolongement (extrapolation en dehors des extrémités des échelles),
- sans interpolation à entrée tronquée (marches d'escalier vers le bas),
- sans interpolation à entrée majorée (marches d'escalier vers le haut),
- sans interpolation, à hystérésis, pour les cartographies à calcul d'état.

## **VII) MODULES DE PILOTAGE :**

Ce sont des modules de calcul programmables permettant de développer des stratégies spécifiques.

Ces modules sont capables de piloter les commandes auxiliaires, les commandes complémentaires et les cartographies à entrées sélectionnables, et donc d'intervenir dans tous les domaines de gestion du calculateur.

Il y a 48 modules de pilotages identiques qui peuvent être chaînés.

Un module de pilotage est constitué

- d'une cartographie entièrement programmable (on peut choisir ses variables d'entrée et ses types d'interpolation),
- d'une variable appelée 'variable pilote' dont la valeur est le résultat du dernier calcul du module de pilotage.

Dans le calculateur, les calculs sur les modules de pilotage sont effectués toutes les 10 millisecondes (100 Hz) séquentiellement, en commençant par le module 1, puis le module 2, puis ..., jusqu'au module 48.

Pendant les 10 millisecondes qui suivent, la variable pilote de chaque module contient le résultat de ce calcul.

On peut effectuer des calculs récursifs, c'est-à-dire que la variable d'entrée de la cartographie du module peut être sa propre variable pilote dans laquelle est stocké ensuite le nouveau résultat du calcul sur le module.

### **TYPES DE CALCUL**

Il y a 6+1 types de calculs possibles dans un module :

- module non activé
- calcul de coordonnée
- calcul de moyenne
- calcul de différentielle
- calcul d'intégrale
- calcul temporel
- calcul de division signée

#### **1) Calcul de coordonnée :**

La valeur de la variable pilote est une quantité ou position signée, résultat direct du calcul de la cartographie de ce module.

## 2) Calcul de moyenne :

La valeur de la variable pilote est la moyenne d'une autre variable.

Cette autre variable est la variable d'entrée de l'échelle verticale de la cartographie du module.

Le calcul de moyenne est une moyenne pondérée, dans laquelle le résultat du calcul de la cartographie du module est le coefficient affecté à la moyenne précédente :

Nouvelle moyenne = [(ancienne moyenne \* coefficient) + nouvelle valeur variable] / (coefficient + 1)

## 3) Calcul différentiel :

La valeur de la variable pilote est la différentielle ou vitesse d'une autre variable.

Cette autre variable est la variable d'entrée de l'échelle verticale de la cartographie du module.

La cartographie indique en secondes l'écart temporel utilisé pour le calcul de vitesse.

L'écart temporel peut aller de 10 millisecondes à 10 secondes.

Le calcul de vitesse est glissant, c'est-à-dire que si on demande une vitesse sur une seconde, on aura toutes les 10 millisecondes la vitesse de la valeur sur la seconde passée.

## 4) Calcul d'intégrale :

A chaque calcul (toutes les 10 millisecondes), le résultat direct du calcul de la cartographie de ce module est ajouté (addition signée) à la valeur précédente de ce module :

Variable pilote = ancienne valeur variable pilote + calcul cartographique.

## 5) Calcul temporel :

Le calcul temporel utilise un compteur interne (non apparent) qui est mis à 0 en début de compte.

Toutes les 10 millisecondes, ce compteur est augmenté de 1.

Le résultat du calcul sur la cartographie est la valeur que le compteur doit atteindre, exprimée en secondes), pour que le compte soit fini.

La valeur de la variable pilote est le temps restant avant que le compte soit fini.

Quand le compte dépasse ou atteint le but fixé par la cartographie, le compte est terminé, et la valeur de la variable pilote du module est donc mise à 0.

## 6) Calcul de division signée :

La valeur de la variable pilote est une quantité ou position signée, résultat direct du calcul de la division de la variable d'entrée verticale par la variable d'entrée horizontale de la cartographie du module (le calcul est effectué toutes les 10 millisecondes dans le calculateur).

En effet, s'il est facile d'implémenter les 3 autres opérations de base (addition, soustraction et multiplication) avec un calcul cartographique, il est beaucoup plus compliqué de faire une division. Les modules de pilotage ont donc cette fonction supplémentaire directement.

Dans ce calcul de division signée, la cartographie sert à donner la précision du calcul de division, c'est-à-dire la puissance de 10 avec laquelle le résultat va être donné :

## INITIALISATION DES CALCULS

La manière d'initialiser les modules à la mise en route du calculateur est choisie par le motoriste :

Trois types d'initialisations sont possibles dans les calculs de modules:

- initialisation automatique, fixée par le calculateur,
- initialisation par valeur fixe choisie,
- initialisation par la valeur du module mémorisée à la dernière extinction du calculateur, pour continuer les calculs d'une session de fonctionnement du calculateur à une autre.

## VIII) PID AUXILIAIRES :

Les PID auxiliaires sont des organes de contrôle permettant d'effectuer la régulation en boucle fermée d'un processus sélectionné librement par le motoriste.

Chaque PID auxiliaire est un module de calcul de régulation avec une entrée (la variable sur laquelle s'effectue le bouclage), et une sortie : la valeur de commande du PID.

Un PID auxiliaire permet 3 actions simultanées sur l'erreur entre la consigne (la position désirée) et la mesure (la position obtenue) de la valeur de bouclage :

### **1) une action proportionnelle à la consigne (ou position désirée) :**

C'est une valeur non signée entre 0 et 1 (0.000000 et 1.000000) : elle donne la base de la commande du PID.

### **2) une action différentielle en rapport avec l'erreur de position :**

L'erreur de position est la différence entre position obtenue et position désirée

La valeur différentielle est une valeur signée entre -1 et +1. : elle donne la modification instantanée de la base de la commande.

Comme sa valeur va de -1 à +1 et que la base va de 0 à 1, elle peut complètement renverser le sens de la commande.

A chaque mesure de position de bouclage, on compare la position et la consigne et on en tire (par la cartographie de dérivée) une valeur signée.

Cette valeur est en général positive si la position est trop basse par rapport à la consigne, (dans ce cas, on veut donner plus de force à la commande) et négative dans le cas contraire.

La Valeur Différentielle peut être considérée comme des coups de marteau successifs qui vont forcer le dispositif commandé à aller jusqu'à la consigne désirée.

Plus on est loin de la consigne, plus les coups doivent être forts.

### **3) une action intégrale aussi en rapport avec l'erreur de position :**

C'est une valeur signée entre -1 et +1. : elle donne la modification cumulée de la base de la commande : Au départ le cumul 'Valeur intégrale' vaut 0.

A chaque mesure de position de bouclage, on compare la position et la consigne et on en tire une valeur signée appelée 'Incrément intégrale'.

Cette valeur est elle aussi généralement positive si la position est trop basse par rapport à la consigne, (dans ce cas, on veut donner plus de force à la commande) et négative dans le cas contraire.

L'Incrément intégrale calculé est ajouté toutes les millisecondes au cumul 'Valeur intégrale'.

La Valeur Intégrale peut être considérée comme une poussée continue qui va forcer le dispositif commandé à aller jusqu'à la consigne désirée, ou à éviter les dépassements de position à l'ouverture ou à la fermeture.

Plus on est loin de la consigne, plus la poussée deviendra forte rapidement, mais une poussée trop forte fera dépasser la consigne avant de commencer à s'inverser.

On peut aussi considérer cette valeur intégrale comme correction fine de la commande. En effet, les valeurs d'Incrément intégrale dans la cartographie sont en général très petites, car elles sont ajoutées au cumul 'Valeur intégrale' toutes les millisecondes.

### **CARACTERISTIQUES DES PID AUXILIAIRES**

La proportionnelle et l'intégrale peuvent être annulées en fonctions de critères sélectionnés par le motoriste.

L'intégrale peut être gelée, limitée à une plage de valeurs sélectionnées, ou remise et maintenue à zéro en fonctions de critères sélectionnés par le motoriste.

La commande finale du PID est la somme du résultat du calcul de ces trois parties.

La valeur de commande des PID auxiliaires est donnée en valeur standardisée entre 0.000000 et 1.000000

Il faut aussi donner au calculateur un moyen d'effectuer la commande du PID, par exemple une des sorties auxiliaires du calculateur qui commandera un actuateur du moteur, ou une commande complémentaire si on veut insérer une régulation dans un des calculs standards du Commander (modification de quantité injectée, modification consigne de turbo, ...)

Il est possible de réguler la totalité des commandes du calculateur, par exemple la quantité injectée pour limiter l'accélération moteur dans certaines phases de fonctionnement du véhicule.

Le PID serait alors basé sur l'accélération moteur et piloterait la quantité injectée au travers de la commande complémentaire de modification de quantité injectée.

### **ACTIVATION DU PID AUXILIAIRE**

Pour qu'un PID auxiliaire soit activé, il suffit d'indiquer au calculateur sur quelle valeur de bouclage le PID doit travailler. Cette valeur de bouclage est librement choisie par le motoriste.

### **CONSIGNE**

Elle est donnée par une cartographie entièrement programmable, et les valeurs d'entrée de ses échelles peuvent être choisies librement par le motoriste dans toute la liste des calculs connus par le calculateur et donc la consigne peut être librement déterminée.

### **PROPORTIONNELLE**

Elle est donnée par une cartographie dont une échelle fixée, l'échelle des lignes, qui est la valeur de consigne (valeur désirée).

L'autre échelle, celle des colonnes, est sélectionnable par le motoriste, permettant de travailler plus finement sur la valeur proportionnelle.

Cette échelle permet aussi de choisir des conditions dans laquelle la proportionnelle sera annulée.

L'utilisation des modules de pilotage permettra de calculer des conditions complexes d'annulation de proportionnelle.

### **DIFFERENTIELLE**

Elle est donnée par une cartographie dont une échelle fixée, l'échelle des lignes, qui est l'erreur de position, donnée la différence entre consigne (valeur désirée) et valeur de bouclage (valeur mesurée).

C'est à dire que si la position est plus grande que la consigne, l'erreur est positive, et inversement.

L'autre échelle, celle des colonnes, est sélectionnable par le motoriste, permettant de travailler plus finement sur la valeur différentielle.

Cette échelle permet aussi de choisir des conditions dans laquelle la différentielle sera annulée.

L'utilisation des modules de pilotage permettra de calculer des conditions complexes d'annulation de différentielle.

### **INTEGRALE**

La valeur d'intégrale est signée (elle peut aussi bien enlever que rajouter à la commande du processus).

Au départ, ou en sortie de reset (voir cartographie de reset intégrale plus bas), la valeur intégrale est mise à +0.

Toutes les millisecondes, le résultat de la cartographie incrément intégrale est ajouté (signé) à la valeur intégrale.

#### **1) incrément intégrale :**

La cartographie Incrément intégrale est basée sur l'erreur entre la consigne donnée et la position obtenue.

Elle a donc une échelle fixée, l'échelle des lignes, qui est l'erreur de position (différence entre consigne et valeur de bouclage).

L'autre échelle, celle des colonnes est sélectionnable par le motoriste.

L'échelle des colonnes sélectionnables permet de choisir des conditions dans laquelle l'incrément

intégrale sera annulé, gelant la valeur intégrale sur sa position. L'utilisation des modules de pilotage permettra de calculer des conditions complexes de gel de l'intégrale.

#### **2) reset intégrale :**

Le module PID auxiliaire possède une cartographie dont les échelles sont sélectionnables pour remettre l'intégrale à +0.

Le motoriste pourra donc choisir pleinement les conditions de remise et maintien à 0 de l'intégrale.

Dans cette cartographie, deux valeurs sont possibles :

- 'Laisser' : le calcul de l'intégrale est permis
- 'Reset' : le calcul de l'intégrale est interdit et l'intégrale est forcée à +0

Comme dans la plus part des cartographies à état, on pourra utiliser le mode d'interpolation à hystérésis pour éviter les oscillations de permission au passage des seuils.

Le reset intégrale est souvent utilisée pour empêcher l'intégrale de fonctionner dans certaines conditions programmables.

Par exemple, pour la gestion de la pression turbo (PID déjà existant dans le calculateur), l'intégrale est tenue à +0 si la position papillon est trop basse, ou si la vitesse de la consigne de pression turbo est trop grande.

On remet l'intégrale à 0 en général lorsqu'elle n'est pas capable d'effectuer un calcul significatif, ou lorsque la correction qu'elle peut effectuer est trop lente ou indésirable.

L'utilisation des modules de pilotage permettra de calculer des conditions complexes de remise à zéro de l'intégrale.

### **3) limitation intégrale automatique :**

D'une manière interne, l'intégrale ne peut pas dépasser une valeur amenant le PID à une valeur finale de commande plus basse que 0.000000 ou plus haute que 1.000000

Par exemple, si base+différentielle du PID donnent une valeur 0.250000, la valeur d'intégrale ne pourra pas dépasser -0.250000 vers le bas ou +0.750000 vers le haut.

Cela est nécessaire car si dans cet exemple l'intégrale pouvait descendre à -1, ce qui est de toute manière inutile car le résultat final du PID s'arrête à 0, et que ce résultat du PID devait subitement augmenter, l'intégrale perdrait un temps précieux à repasser de -1 à -0.25 avant que l'augmentation puisse être réalisée.

### **4) limitation intégrale programmable :**

Le module PID auxiliaire possède aussi deux paramètres ajustables pour limiter la valeur de l'intégrale.

Un paramètre limite l'intégrale vers le bas et un la limite vers le haut.

Cela peut être utile dans de nombreux cas pour limiter l'action d'un PID, puisque l'intégrale n'est pas contrôlée en elle-même par les cartographies, mais plutôt sa vitesse de réaction : la cartographie de gestion de l'intégrale n'est pas une valeur d'intégrale mais une valeur d'incrément de l'intégrale.

Il est aussi possible d'empêcher que l'intégrale ajoute à la commande (ou enlève) en mettant une des limites à +0.

Par exemple, si on veut gérer une diminution de quantité injectée pour pacifier un moteur dans certaines circonstances, en donnant une consigne d'accélération maximale, il ne faudrait pas que l'intégrale augmente la quantité si l'accélération moteur est inférieure à l'accélération maximale donnée en consigne.

## **IX) COMMANDES COMPLEMENTAIRES :**

Ces commandes permettent d'intercepter et modifier à volonté toutes les consignes du calculateur.

Cela permet d'insérer des calculs non prévus dans le fonctionnement original du calculateur :

- modification quantité couple maxi
- modification quantité couple pilotage
- modification quantité anti friction
- modification limitation de fumée
- demande de protection couple moteur
- coupure correction richesse
- modification consigne richesse
- modification quantité injection pilote 1
- modification quantité injection pilote 2
- modification quantité post injection 1
- modification phase injection principale
- modification phase injection pilote 1
- modification phase injection pilote 2
- modification phase post injection 1
- modification consigne régime ralenti
- modification consigne régime limiteur
- modification consigne pression carburant
- modification consigne pression turbo 1A et 1B
- modification consigne régime turbo 1A et 1B

- modification consigne pression turbo 2
- modification consigne régime turbo 2
- coupure réchauffage
- interdiction régénérations

Les commandes complémentaires sont basées sur des cartographies entièrement programmables. On peut choisir les variables d'entrées des échelles, y compris les variables des modules de pilotage, et le type d'interpolation à utiliser.

Cela signifie qu'une longue chaîne de calculs peut venir modifier le fonctionnement original du calculateur.

Si aucune entrée n'est sélectionnée pour une de ces cartographies, elle n'est pas utilisée dans les calculs (sa valeur est forcée à une valeur neutre).

## **X) COMMANDES AUXILIAIRES :**

Le Commander possède 14 sorties auxiliaires du calculateur (autres que injection).

Elles portent des numéros, 1, 2, 3A, 3B, 4A, 4B, 5, 6, 7, 8, 9, 10 et 11 (plus une commande de LED non numérotée).

Ces commandes auxiliaires, lorsqu'elles ne sont pas fixées comme pour la commande de haute pression carburant, le positionnement de moteur électrique ou autres options forcées par le type d'application choisi, possèdent toutes une possibilité de programmation : elles peuvent être pilotées par des cartographies entièrement programmables, y compris par les calculs des modules de pilotage ou les PID auxiliaires.

### **SORTIES JUMEELES**

4 de ces sorties peuvent être couplées 2 à 2. On les appelle des sorties jumelées : ce sont les sorties 3A et 3B, 4A et 4B.

Lorsqu'elles sont déclarées jumelées, les 2 sorties A et B sont pilotées par la commande A, mais l'état est de la sortie B l'inverse de la sortie A.

- Si la sortie A sort de la masse, la sortie B est en collecteur ouvert (ou 12 volts si push-pull).
- Si la sortie A est en collecteur ouvert (ou 12 volts si push-pull), la sortie B sort de la masse.

Les sorties jumelée 3 possèdent en plus une option de pilotage électrique, par collecteur ouvert ou push-pull. Ces sortie doivent être les sorties utilisée pour gérer un moteur électrique de positionnement.

### **FONCTIONNEMENTS PROGRAMMABLES**

Aux différents types de sorties correspondent différentes possibilités de fonctionnement.

Les quatre types de sorties programmables sont :

- commande ON-OFF,
- commande PWM (de 10 à 10000 Hz), et PWM software (de 10 à 1000 Hz)
- commande angulaire,
- commande synchrone.

#### **1) Commande ON-OFF :**

La sortie fonctionne comme un relais piloté par une cartographie entièrement programmable.

La sortie étant ON-OFF, il est très recommandé d'utiliser le mode hystérésis dans la cartographie de pilotage de cette sortie.

#### **2) Commande PWM :**

Ce type est à sélectionner lorsque l'on veut que la sortie soit un PWM dont on peut choisir le rapport cyclique par une cartographie entièrement programmable.

On choisi aussi la fréquence du PWM, de 10 Hz à 10000 Hz, ou de 10 Hz à 1000 Hz pour les PWM software et si on veut que la première partie de chaque cycle soit passive ou active.

### **3) Commande angulaire :**

Une commande angulaire est un signal en créneau dont la période est le cycle moteur et dont le rapport cyclique est modulable.

Comme la période du cycle moteur varie en fonction du régime, la fréquence des créneaux varie aussi. Le rapport cyclique est piloté par une cartographie entièrement programmable.

On choisit aussi le nombre de créneaux dans le cycle moteur, et si on veut que la première partie de chaque cycle soit passive ou active.

Le cycle moteur est divisé en parties égales entre les créneaux. C'est-à-dire que si on choisit 4 créneaux, chacun fera  $720^\circ/4 = 180^\circ$

Le départ de la commande angulaire n'est pas spécialementphasé : tout ce qu'on connaît, c'est le nombre de créneaux à effectuer pendant le tour moteur, et le rapport cyclique dans le créneau

### **4) Commande synchrone :**

Une commande synchrone est une commande angulaire (voir ci-dessus) dont on peut choisir la phase de début du créneau. La phase du premier créneau, ou la position angulaire de départ du créneau, est choisie par une deuxième cartographie entièrement programmable. Les autres créneaux du cycles (s'il y en a) suivent ensuite, régulièrementphasés dans le cycle.



## OPTIONS DES SORTIES

Sortie	Commande électrique de base	Option	pin connect.	Intensité	Maxi (1 milliseconde)
1	push-pull 12v faible puissance	non	10	50mA	200mA
2	collecteur ouvert (masse)	non	37	4A	10A
3A	collecteur ouvert (masse)	push-pull	34	2.5A	10A
3B	collecteur ouvert (masse)	push-pull	33	2.5A	10A
4A	collecteur ouvert (masse)	non	6	4A	10A
4B	collecteur ouvert (masse)	non	5	4A	10A
5	collecteur ouvert (masse)	non	3	4A	10A
6	collecteur ouvert (masse)	non	7	4A	10A
7	collecteur ouvert (masse)	non	35	4A	10A
8	collecteur ouvert (masse)	non	4	4A	10A
9	collecteur ouvert (masse)	non	9	4A	10A
10	collecteur ouvert (masse)	non	36	4A	10A
11	collecteur ouvert (masse)	non	8	125mA	500mA
LED	push-pull 5v faible puissance	non	38	10mA	10mA

**Intensité totale admissible en continu 15 Ampères**

## FONCTIONS DES SORTIES

SORTIES		1	2	3A	3B	4A	4B	5	6	7	8	9	10	11
On-Off	fixé	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	programmable	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	positif programmable jumelé			X		X								
	négatif programmable jumelé				X		X							
	préchauffage									X				
	pompe essence basse pression FISA													X
PWM	programmable		X	X		X		X			X	X	X	X
	software programmable						X		X	X				
	positif programmable jumelé			X		X								
	négatif programmable jumelé				X		X							
	turbo 1A		X											
	VGT bouclée turbo 1A		X											
	turbo 1B											X		
	VGT bouclée turbo 1B											X		
	turbo 2												X	
	VGT bouclée turbo 2												X	
	pression carburant par fuite du rail							X						
	pression carburant par débit pompe								X					
	préchauffage										X			
	positif VGT bouclée turbo 1A			X										
	négatif VGT bouclée turbo 1A				X									
	positif VGT bouclée turbo 1B			X										
	négatif VGT bouclée turbo 1B				X									
	positif VGT bouclée turbo 2			X										
négatif VGT bouclée turbo 2				X										
positif moteur électrique de positionnement			X											
négatif moteur électrique de positionnement				X										
positif électrovanne proportionnelle			X		X									
négatif électrovanne proportionnelle				X		X								
Angulaire	programmable	X				X								
	compte-tour	X												
Synchrone	programmable						X			X				

Les sorties 4A et 4B sont des sorties générales, auxquelles aucune fonction spécifique de gestion moteur n'est attribuée. Elles permettent deux PWM séparés ou couplés, ou des commandes synchrones ou angulaires.

Note: Skynam peut fournir

- des relais électroniques 20 Ampères pour piloter des dispositifs demandant plus de puissance que ne le supportent les sorties ou si la puissance totale admissible est dépassée.
- des relais de transformation de commande par la masse en commande Push-pull au 12 volts.
- des relais de transformation de commande par la masse en commande Pont en H au 12 volts.
- des relais à contrôle de courant (courant découpé) avec niveau de courant réglable.

## **XI) CAN-BUS AUXILIAIRE :**

Il est possible de demander au Commander de récupérer ou d'envoyer des données sur le CAN-BUS auxiliaire.

Le Commander utilise ce CAN-BUS auxiliaire au standard 2.0B (identifiants 11 bits ou 29 bits au choix pour chaque trame).

On sélectionne la vitesse de transmission de ce CAN de 125 Kbits à 1 Mbit.

Dans le programme compétitif, un 5<sup>ème</sup> type 'Injall', demande au calculateur de générer automatiquement les trames d'informations nécessaires aux tableaux de bord compatibles avec les calculateurs Sybele antérieurs, comme par exemple les tableaux de bord AIM.

La communication par CAN bus s'effectue au moyen de trames. Ce sont les unités de transmission, comme une phrase dans un texte.

Les trames transportent les informations à échanger entre les différents dispositifs connectés ensemble. Ces informations sont les données de la trame, comme les mots sont les constituants des phrases.

Pour chaque trame à envoyer ou recevoir, on fournit son identifiant 11 bits ou 29 bits.

Les données des trames sont constituées de 8 octets qui sont groupées en 4 valeurs 16 bits successives (LSB puis MSB = little indian) pour les trames standard, ou réparties à volonté pour les trames spécifiques.

### **RECEPTION DE DONNEES**

#### **1) Stockage des données :**

Pour recevoir les données des trames du CAN auxiliaire, le Commander dispose de 16 variables spécifiques appelées 'variables AuxCan'.

Chacune de ces variables peut être affectée à un ou plusieurs octets de donnée des trames de réception et être utilisée ensuite dans les calculs avancés (modules de pilotages, commandes complémentaires et commandes auxiliaires).

#### **2) Initialisation des données :**

Chaque variable AuxCan peut être initialisée à une valeur choisie pour fixer sa valeur à la mise en route du calculateur, avant la réception de la première trame qui lui correspond.

#### **3) Erreur de réception des données :**

Un intervalle de temps maximum entre deux réceptions peut être défini pour chaque trame. Si cet intervalle de temps est dépassé, les variables AuxCan correspondantes sont chargées avec leur valeur d'erreur (identique à la valeur d'initialisation), et les variables erreur AuxCan corrélées sont positionnées à l'état 'Erreur'.

Ce contrôle d'erreur temporel peut aussi être désactivé trame par trame.

### **EMISSION DE DONNEES**

On peut fournir au système d'enregistrement de données externe ou à l'électronique d'origine du véhicule des informations dont ils ont besoin, comme par exemple le couple moteur et autre pour les boîtes de vitesse automatisées.

#### **1) Fréquence d'émission :**

Pour chaque trame, on sélectionne la période d'émission entre 10 millisecondes (100 Hz) et 10 secondes.

#### **2) Choix des données :**

Chacun des 8 octets de données (répartis en 4 données 16 bits pour les trames standard) de la trame à émettre peut avoir une valeur fixe ou être positionnée à la valeur d'une variable choisie dans la liste des

dizaines de mesures et résultats de calculs connus par le calculateur, y compris les variables AuxCan elles même.

## **XII) QUELQUES EXEMPLES D'UTILISATION DES FONCTIONS AVANCEES:**

Entre autres, ces fonctions avancées permettent au motoriste d'implémenter :

- des comptages de temps ou d'évènements,
- des procédures sophistiquées de surveillance de pannes et d'intervention, par exemple coupure moteur sur chute graduelle de pression d'huile, ...
- des commandes de type injection d'additif ou injection d'eau,
- des pilotages de vitesse régulée de moteurs électriques
- des régulations sur le moteur lui même, type post injection ou injection complémentaire, ..., ou des régulations sur des dispositifs annexes, comme la régulation de volets de conduits d'admission ou autres.
- des modifications de fonctionnement d'origine au besoin, par exemple limiteur de régime ou pression de suralimentation en fonction du rapport de boîte de vitesse,
- un limiteur de vitesse, ou un autre type de limiteur de démarrage d'après la vitesse véhicule reçue du CAN auxiliaire ou directement calculée par le Commander.
- ...