

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 23.12.08.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 01.01.10 Bulletin 09/53.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE
FRANCE Société par actions simplifiée — FR.

⑦② Inventeur(s) : L'HENORET BENJAMIN.

⑦③ Titulaire(s) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE
Société par actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE
FRANCE.

⑤④ SPECTROMETRE MINIATURE PERFECTIONNE EMBARQUE DANS UN VEHICULE AUTOMOBILE.

⑤⑦ Dispositif de mesure (1) d'un spectre d'un faisceau lu-
mineux, dans une plage de longueurs d'ondes préalable-
ment choisie, ledit spectre étant généré par un échantillon à
analyser, ledit dispositif de mesure optique comprenant :

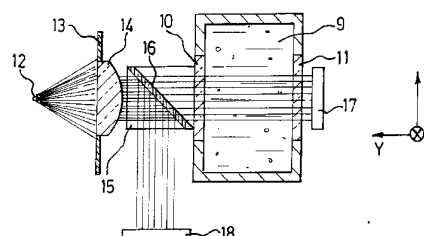
- au moins une source lumineuse (12),
- une cellule de mesure (9),
- un détecteur de mesure (17) placé sur un chemin opti-
que de mesure CM, ledit chemin optique de mesure CM
étant parcouru par un faisceau lumineux de mesure issu de
la source lumineuse (12) et rencontrant la cellule de mesure
(9),

- des moyens d'auto calibration permettant de tenir
compte de la dérive éventuelle de la source lumineuse (12),
du fait des conditions d'environnement ou d'utilisation, indé-
pendamment de la présence ou de l'absence d'un échan-
tillon à analyser dans la cellule de mesure (9), lesdits
moyens d'auto calibration comprenant :

- o des moyens (15) de créer un chemin optique de référé-
nce CR parcouru par un faisceau lumineux de référence,
issu de la source lumineuse (12) et ne rencontrant pas la
cellule de mesure (9) et
- o un détecteur de référence (18).

Ledit dispositif étant remarquable en ce qu'il est conçu
pour être embarqué dans un véhicule automobile et qu'il

comporte au moins un filtre de longueur d'onde (26) situé
après la cellule de mesure (9) sur le chemin optique de me-
sure CM, et associé au détecteur de mesure (17).



La présente invention relève du domaine de l'électronique embarquée sur véhicules automobiles. Elle concerne plus particulièrement les équipements optoélectroniques. Plus spécifiquement, elle touche à la spectrométrie adaptée à la détermination de composition d'un fluide.

5 La compétition entre les divers concepteurs d'automobiles entraîne une recherche sans cesse renouvelée de meilleures performances de fonctionnement, de niveau de consommation kilométrique et de qualités écologiques. Dans le domaine des véhicules propulsés par un moteur à combustion interne, la composition du carburant a un impact direct sur les performances du moteur. Dès lors, la connaissance précise de cette
10 composition du carburant permet de jouer sur certains paramètres de fonctionnement du moteur pour améliorer la combustion et réduire la pollution du véhicule.

Par ailleurs, cette connaissance peut également permettre de détecter de fausses manipulations (remplissage d'un réservoir d'essence avec du gazole ou inversement) potentiellement dommageables au moteur, et de prévenir le conducteur, voire de bloquer
15 l'allumage pour éviter des dommages irréparables. De façon analogue, elle permet de détecter un carburant non conforme aux normes de qualité légales.

Des remarques analogues s'appliquent à l'huile moteur, voire au liquide de refroidissement ou à d'autres fluides dont les propriétés influent sur le fonctionnement du véhicule.

20 L'un des moyens de parvenir à cette analyse de composition d'un fluide est d'utiliser la technologie des spectromètres.

On rappelle qu'un spectromètre est un instrument de mesure destiné à déterminer l'absorption de certaines longueurs d'onde du spectre (lumineux en général) par un échantillon à analyser. Les longueurs d'onde absorbées forment des pics dans le spectre
25 d'absorption, et caractérisent certaines molécules ou composants présents dans l'échantillon.

Tel que défini dans le cadre de la présente invention, un spectromètre optique se compose donc principalement d'une source lumineuse, d'un ensemble optique de mise en forme du faisceau lumineux pour en faire un faisceau parallèle apte à traverser
30 l'échantillon, d'un filtre de longueur d'onde pour permettre la mesure dans un certain domaine de longueurs d'ondes, et d'un détecteur de lumière qui mesure l'intensité lumineuse reçue dans cette longueur d'onde.

Des spectromètres travaillant dans les domaines de longueur d'onde lumineuses ultraviolet, visible et proche infrarouge sont déjà utilisés de façon quotidienne dans de
35 nombreux domaines. Parmi ces domaines on peut citer :

- l'agroalimentaire (par exemple pour le contrôle du taux d'humidité des grains de

céréales, de la maturité des fruits, de la graisse contenue dans certains aliments, etc.)

- le biomédical (par exemple la mesure du taux de sucre dans le sang sans prélèvement, etc.)
- 5 - la production de carburants (contrôle de la qualité et de la composition du brut, contrôle de la qualité des produits finaux comme l'essence et le diesel, etc.)

Tous ces domaines d'applications utilisent le même type d'instrument de mesure, dont seules varient les caractéristiques de taille et de portabilité. De tels instruments, utilisant éventuellement différentes technologies (transformée de Fourier, Filtre,
10 monochromateur, réseaux de diffraction, etc.), ne travaillent pas sur une plage de variation de température importante.

En effet, pour des raisons liées à la dérive de leurs performances selon la température, ils sont rarement utilisés dans des milieux présentant des variations de températures fortes.

15 Ce sont par ailleurs souvent des équipements de type "laboratoire", ou en tout cas nécessitant un accès facile à leurs composants pour la maintenance du détecteur ou de la source lumineuse (dont la durée de vie est souvent courte, et en tout cas inférieure à la quinzaine d'années nécessaire dans le milieu embarqué sur automobile). En conséquence, ils sont inadaptés à une installation à long terme dans un environnement
20 pratiquement inaccessible pour maintenance.

Enfin, ces spectromètres ne sont pas soumis à des impératifs de coût unitaire de production, et utilisent donc souvent des composants haut de gamme, par exemple des lampes à Xénon ou filament, très stables en température, mais incompatibles avec une installation en grande série sur des véhicules automobiles.

25 On comprend que ces questions, de dérive en température, de fiabilité des composants et donc d'accès pour maintenance, et finalement de coût de fabrication, rendent ces spectromètres du commerce inadaptés à une utilisation dans des environnements comparables à l'automobile.

Dans une application telle que considérée dans le domaine du contrôle de fluides
30 automobiles, il est nécessaire d'utiliser des composants à très bas coût unitaire et robustes dans le temps, de manière à garantir un fonctionnement durable. Une des solutions est d'utiliser comme source lumineuse des diodes électroluminescentes (LEDs, acronyme anglais pour "Light Emitting Diode").

De fait, les diodes électroluminescentes sont des composants bien connus, très
35 fiables, de coût très faible car utilisées en très grand volume pour une multitude d'applications. Elles sont par ailleurs aujourd'hui disponibles dans de nombreuses versions de longueur d'onde, permettant leur utilisation dans un domaine de spectre

de 300 nm (ultraviolet proche) à 2 500 nm (infrarouge proche).

Comme on le voit sur la figure 1, les diodes électroluminescentes présentent généralement un spectre assez large caractérisé par une valeur de largeur à mi-hauteur de 35 nm à plus de 100 nm. Il est ainsi possible, en utilisant en combinaison plusieurs
5 diodes de caractéristiques différentes, de créer une source présentant un spectre d'émission très large.

Les caractéristiques de spectre d'émission et de puissance optique des diodes électroluminescentes peuvent varier de façon importante selon le courant qui les traverse et la température ambiante à laquelle elles sont utilisées (figures 1, 2, 3 et 4 pour un
10 exemple de valeur mesurée sur une diode électroluminescente à 650 nm). Or l'interprétation de la mesure d'absorption nécessite de connaître précisément l'intensité à une longueur d'onde donnée de l'onde lumineuse envoyée à travers l'échantillon analysé.

Leur utilisation comme source lumineuse pour la spectroscopie, dans des environnements dont la température peut varier de façon significative (par exemple de
15 - 40°C à + 105°C en automobile), demande donc des solutions innovantes afin de compenser la variation naturelle de leurs caractéristiques. Plus généralement, ces remarques concernent toutes les sources lumineuses présentant des variations de performances avec le vieillissement et la température.

On connaît déjà des dispositifs de spectrométrie à bas coût utilisant une technologie
20 à base de diodes électroluminescentes. Plusieurs tels dispositifs sont actuellement brevetés et commercialisés.

L'un de ces dispositifs est commercialisé par la société Zeltex et décrit dans le brevet US 6 369 388. Il s'agit d'un spectromètre portable travaillant dans le proche infrarouge destiné principalement à l'analyse de qualité de grains récoltés. Diverses
25 applications sont envisagées pour le dispositif décrit, allant du domaine biomédical à l'agroalimentaire et aux carburants.

Parmi les applications proposées pour ce dispositif, il est mentionné une mesure de taux d'octane d'une essence à partir d'un spectre discret obtenu par la mesure de l'absorption à 14 longueurs d'ondes différentes, cette contrainte correspondant à une
30 norme légale de qualité de carburants distribués dans les stations services dans un état américain.

Le spectromètre Zeltex utilise les mêmes mesures d'absorption dans ses différentes utilisations, et donc indépendamment du type d'échantillon analysé.

La plage de températures de fonctionnement fournissant une mesure de fiabilité
35 garantie va de - 20°C à + 55°C. Une telle plage de fonctionnement est incompatible avec une utilisation en milieu automobile embarqué, pour lequel les capteurs doivent être dimensionnés pour des températures comprises entre - 40°C et + 105°C.

Deux méthodes sont présentées dans ce même brevet US 6 369 388 B2 pour tenir compte de l'effet de la température.

Une première méthode envisagée utilise une compensation des résultats des mesures d'absorption spectrale selon la température mesurée par un capteur, et une
5 logique de compensation pré-mémorisée. Cette méthode ne cherche pas à lutter contre les déformations ou dérives des composants liées à la température, mais à corriger les valeurs mesurées selon une courbe de correction préalablement déterminée.

Une seconde méthode considérée dans le cadre de ce dispositif Zeltex utilise une auto calibration du spectromètre. Il s'agit alors d'une véritable compensation des
10 variations en température et en vieillissement des composants de la chaîne de mesure, et en particulier des diodes électroluminescentes.

Dans cette méthode, avant chaque acquisition d'une mesure de spectre, la cellule de mesure est vidée, une première mesure est réalisée avec la source de lumière éteinte (mesure de lumière 0) qui caractérise le bruit de mesure dû à l'électronique et au
15 détecteur, lequel varie avec les conditions d'environnement et le temps. Puis une seconde mesure est réalisée avec la lumière allumée, toujours sans échantillon dans la cellule, fournissant ainsi une mesure de lumière 100, également impactée par les conditions d'environnement de la mesure.

Ces deux mesures successives permettent une autocalibration du spectromètre.
20 Mais la contrainte de devoir vider la cellule pour cette procédure n'est pas compatible avec une utilisation embarquée, par exemple, et comme on le conçoit facilement, dans le cas d'une installation à demeure dans un réservoir de carburant ou dans le circuit de distribution de carburant.

Un autre dispositif, conçu et fabriqué par la société Rikola, concerne un
25 spectromètre destiné à un usage de laboratoire. Ce spectromètre peut également être mis en œuvre dans un environnement dont la température varie entre 5 et 55°C, trop étroit vis à vis des contraintes du milieu automobile.

Il fournit une mesure de l'absorption pour 32 longueurs d'ondes déterminées. Pour ce faire, il utilise un filtre de longueur d'onde de type monochromateur, placé côté source
30 du spectromètre, et constitué d'un réseau de diffraction et de 32 diodes électroluminescentes (LEDs). Ces diodes électroluminescentes sont disposées en des points choisis permettant d'obtenir les longueurs d'ondes souhaitées.

Dans le but de tenir compte au mieux de l'effet de variations de température sur les composants du spectromètre, et, partant, sur la qualité des mesures fournies, le dispositif
35 de la société Rikola permet d'effectuer des mesures à lumière 0 et à lumière 100, sans présence de l'échantillon à analyser. Un étalonnage de l'appareil est ainsi obtenu.

Cependant, une variation de température significative se traduit par une déformation

des matériaux et donc un déplacement des diodes électroluminescentes, qui entraîne une modification des longueurs d'ondes créées par l'ensemble réseau et diodes électroluminescentes.

En conséquence, le spectromètre utilise un dispositif de type Peltier pour assurer
5 une précision de mesure satisfaisante dans la plage de températures considérée, de 5°C à 55°C, en régulant la température du réseau et des diodes électroluminescentes autour de 30°C. Ceci limite les conditions d'utilisation envisageables pour le spectromètre.

Par ailleurs, et contrairement au dispositif précédent, le spectromètre n'est pas associé à un algorithme de traitement du spectre mesuré.

10 Un troisième dispositif de spectromètre bas coût existant a été développé par la société Sentelligence, et est par exemple décrit dans le document W0 2003 030 621 A2.

Ce spectromètre, destiné à être embarqué, est réalisé sous la forme d'un composant intégré comprenant une source lumineuse sous forme de diodes électroluminescentes, une optique de forme tronconique placée au contact de l'échantillon
15 à analyser, et un détecteur disposé sensiblement dans le plan de la source lumineuse.

Il permet la mesure de l'absorption pour différentes longueurs d'ondes. Il ne s'agit pas d'un spectromètre en transmission comme pour les deux autres spectromètres cités, mais d'un spectromètre en réflexion. Il utilise donc pour caractériser des composants présents dans l'échantillon une mesure du spectre de réflexion dudit échantillon soumis à
20 une source lumineuse connue, et non de son spectre d'absorption. Un tel choix de technologie de spectromètre en réflexion est envisagé pour des produits relativement opaques, très absorbant des rayons lumineux (suies etc.).

La source lumineuse est constituée d'une combinaison de diodes électroluminescentes choisies chacune selon une des longueurs d'onde dont on cherche
25 à mesurer la réflexion par l'échantillon à analyser. Des filtres sont placés du côté de la source lumineuse, pour limiter le faisceau qui traverse l'échantillon à analyser à une certaine bande de longueurs d'ondes optiques, et le niveau de l'intensité d'émission est éventuellement contrôlé par une photodiode (détecteur de référence), placée sur un chemin optique indépendant de l'échantillon à analyser.

30 Les mesures de lumière 0 (lumière éteinte pour la mesure du bruit électronique) et de lumière 100 (lumière allumée) peuvent être réalisées sans que l'échantillon à analyser soit retiré de la cellule de mesure.

Ceci est réalisé en corrigeant l'intensité mesurée sur la photodiode pour calculer une intensité que recevrait théoriquement le détecteur de mesure, si l'échantillon était
35 absent.

En permettant une calibration du détecteur de mesure par un détecteur de référence non influencé par l'échantillon à analyser, et donc en permettant de tenir compte d'une

dérive de la source lumineuse, par exemple selon la température, ce système est compatible avec une application dans le domaine de la mesure en environnement difficile.

Cependant, un tel spectromètre voit son coût déterminé par le nombre de diodes électroluminescentes installées, qui est directement lié au nombre de longueurs d'ondes à mesurer. Si ce nombre est sensiblement supérieur à six, il devient trop cher pour une installation sur un véhicule.

De plus, une source créée par juxtaposition d'un grand nombre de diodes électroluminescentes ne peut plus être considérée comme ponctuelle, ce qui provoque des erreurs de mesure des détecteurs (problème de parallaxe).

Par ailleurs, le dispositif de la société Sentelligence doit être adapté lors de sa conception à chaque application particulière, celle-ci nécessitant des mesures dans certaines longueurs d'ondes spécifiques au type d'échantillon à analyser.

Ces spectromètres ne permettent pas d'obtenir une grande précision de mesure spectrale telle que nécessitée par certaines applications dans le domaine automobile, c'est à dire par exemple une mesure de l'absorption à une longueur d'onde donnée ± 5 nm avec une précision de 1% sur la valeur d'absorption donnée. Ils ne permettent pas non plus une utilisation sur une plage de température étendue.

Ces diverses restrictions les rendent impropres à une utilisation dans le cadre d'applications embarquées sur automobiles telles que la mesure de la composition chimique d'un carburant ou de ses propriétés précises de combustion.

L'invention présentée a donc pour but de proposer un concept de mini spectromètre répondant à des contraintes de taille, de fiabilité et de performance compatibles avec des applications du type automobile.

Un second but de l'invention est de permettre une réalisation peu coûteuse rendant son utilisation réaliste sur véhicule automobile.

Un troisième but est de proposer un spectromètre embarqué utilisable pour plusieurs applications à des fluides différents, sans modification matérielle.

A cet effet, la présente invention vise en premier lieu un dispositif de mesure d'un spectre d'un faisceau lumineux, dans une plage de longueurs d'onde préalablement choisie, ledit spectre étant généré par un échantillon à analyser, ledit dispositif de mesure optique comprenant :

- au moins une source lumineuse,
- une cellule de mesure,
- un détecteur de mesure placé sur un chemin optique de mesure CM, ledit chemin optique de mesure CM étant parcouru par un faisceau lumineux de mesure issu de la source lumineuse et rencontrant la cellule de mesure,
- des moyens d'auto calibration permettant de tenir compte de la dérive éventuelle

de la source lumineuse, du fait des conditions d'environnement ou d'utilisation, indépendamment de la présence ou de l'absence d'un échantillon à analyser dans la cellule de mesure, lesdits moyens d'auto calibration comprenant :

- des moyens de créer un chemin optique de référence CR, parcouru par un faisceau lumineux de référence issu de la source lumineuse et ne rencontrant pas la cellule de mesure,
- un détecteur de référence.

Ledit dispositif de mesure est remarquable en ce qu'il est conçu pour être embarqué dans un véhicule automobile et qu'il comporte au moins un filtre de longueur d'onde situé après la cellule de mesure sur le chemin optique de mesure CM, et associé au détecteur de mesure.

On comprend que l'invention se distingue par le fait de placer le(s) filtre(s) du côté du détecteur, ce qui s'oppose aux dispositifs de l'art antérieur.

Dans ceux-ci, les sources lumineuses sont équipées de filtres de longueur d'onde (pour fixer la longueur d'onde émise, indépendamment de la variation des diodes électroluminescentes, et obtenir une mesure d'intensité lumineuse à la longueur d'onde fixée par le filtre). La présence de ces filtres de longueur d'onde à la source limite le nombre de longueurs d'ondes de mesure possibles et la flexibilité du système (les longueurs d'ondes de mesures sont définitivement fixées par la valeur de ces filtres).

Le présent concept utilise au contraire comme source une ou plusieurs diodes électroluminescentes et un filtre de longueur d'onde associé au détecteur, permettant la lecture de l'absorption à une ou plusieurs longueurs d'ondes données, choisies a posteriori et non lors de la fabrication du spectromètre et de la source lumineuse.

Par ailleurs, une telle disposition permet d'utiliser une même source dont le spectre d'émission couvre une large plage de longueurs d'ondes pour des applications diverses nécessitant des mesures dans des longueurs d'ondes de cette plage. Le dispositif selon l'invention est ainsi facilement adaptable à plusieurs applications, sans modification de la source lumineuse.

Enfin, l'utilisation de filtre de longueur d'onde placé à côté du détecteur permet d'obtenir les caractéristiques de la lumière traversant réellement l'échantillon mesuré, et donc de s'affranchir de tout décalage spectral du faisceau lumineux sur le chemin optique avant la cellule de mesure.

La combinaison de l'utilisation de filtres côté détecteur et de chemin optique de référence permet d'utiliser des diodes électroluminescentes en petit nombre comme source lumineuse d'un spectromètre embarqué en milieu difficile, tout en conservant une grande flexibilité d'application à des fluides différents.

Préférentiellement, le dispositif mesure un spectre d'absorption du faisceau

lumineux par l'échantillon à analyser.

Dans un autre mode de réalisation, le dispositif mesure un spectre de réflexion du faisceau lumineux par l'échantillon à analyser.

Selon un mode de réalisation préféré, le dispositif comporte également au moins un
5 filtre de longueur d'onde sur le chemin optique de référence CR, et associé au détecteur de référence.

Encore plus préférentiellement, le détecteur de référence et son filtre de longueur d'onde sont choisis identiques au détecteur de mesure et à son filtre de longueur d'onde.

Dans un mode préféré de réalisation, au moins un filtre de longueur d'onde est de
10 type filtre variable.

Avantageusement dans ce cas, le filtre variable est de type à cavité interférométrique Fabry-Perot.

Encore plus avantageusement, le dispositif comporte alors des moyens de transformer le faisceau lumineux issu de la source lumineuse en un faisceau parallèle.

15 Selon une réalisation avantageuse, au moins un des détecteurs est de type pyroélectrique.

Dans un autre mode de réalisation, au moins un filtre variable est de type LVF (de l'acronyme anglais "Linear Variation Filter") ou une matrice de filtres ayant des valeurs adjacentes, et au moins un des détecteurs est une matrice CCD (de l'acronyme anglais
20 "Charged Coupled Device") linéaire.

Dans encore un autre mode de réalisation, au moins un des détecteurs est de type photodiode au silicium.

Selon un mode de réalisation particulier, la source lumineuse est formée de trois diodes électroluminescentes (LEDs) dont le spectre d'émission couvre une plage de
25 longueurs d'ondes pertinente pour le fluide à analyser, lesdites diodes électroluminescentes étant disposées en triangle et le plus serrées possible.

Alternativement, la source lumineuse est formée de quatre diodes électroluminescentes (LEDs) dont le spectre d'émission couvre une plage de longueurs d'ondes pertinente pour le fluide à analyser, lesdites diodes électroluminescentes étant
30 disposées en carré et le plus serrées possible.

On comprend que les diodes électroluminescentes sont choisies de telle sorte que le spectre créé par superposition de leurs spectres couvre une plage suffisante pour permettre de faire des mesures d'absorption dans toutes les longueurs d'ondes nécessitées par l'analyse de l'échantillon.

35 L'invention vise sous un second aspect un capteur de qualité de carburant, d'huile, de liquide de refroidissement, ou d'urée, destiné à être installé à demeure dans un véhicule, comportant un dispositif comme décrit ci dessus.

L'invention vise en troisième lieu un procédé de pilotage d'au moins un paramètre de fonctionnement d'un moteur de véhicule, ledit véhicule étant doté d'un capteur tel qu'exposé et d'un calculateur de commande relié audit capteur,

comportant des étapes de :

- 5 - sélection du type de fluide à analyser,
- allumage à intervalles réguliers de la source lumineuse,
- attente d'un délai adapté à tenir compte de la mise en marche normale de ladite source lumineuse,
- 10 - pilotage des filtres variables pour régler lesdits filtres successivement sur les différentes longueurs d'ondes formant une série nécessaire à la détermination de la composition du fluide analysé, ces longueurs d'ondes étant mémorisées préalablement dans une mémoire dudit calculateur, pour chaque type de fluide susceptible d'être analysé par le capteur,
- 15 - mesure, pour chaque longueur d'onde sélectionnée, par le détecteur de mesure et par le détecteur de référence de l'intensité lumineuse reçue dans cette longueur d'onde,
- transmission à intervalles réguliers au calculateur des mesures du spectre d'absorption du fluide à analyser et des mesures du spectre de référence,
- comparaison par le calculateur des valeurs de mesure et de référence,
- 20 - détermination par le calculateur de l'absorption due à l'échantillon contenu dans la cellule de mesure,
- détermination, sur la base d'une logique de calcul ou d'un abaque stocké en mémoire, par le calculateur, à intervalles réguliers, des modifications de paramètres de fonctionnement du moteur.

25 L'invention vise également un logiciel apte à mettre en œuvre le procédé exposé.

L'invention vise enfin sous encore un autre aspect un véhicule mettant en œuvre un dispositif tel qu'exposé, ou un procédé tel qu'exposé.

Les buts et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description et des dessins d'un mode particulier de réalisation, donné à titre d'exemple

30 non limitatif et pour lesquels :

- la figure 1 illustre les variations des caractéristiques spectrales d'une diode électroluminescente (LED) en fonction de la température ambiante, en mettant en évidence le décalage du spectre d'émission en longueur d'onde et en puissance émise ;
- 35 - la figure 2 illustre de même le décalage de longueur d'onde pic d'une diode électroluminescente en fonction de la température ambiante et du courant traversant la diode électroluminescente ;

- la figure 3 illustre de même la largeur de pic à mi-hauteur du spectre de la diode électroluminescente en fonction de la température ambiante et du courant traversant la diode électroluminescente ;
- la figure 4 montre la puissance lumineuse émise selon diverses valeurs de courant traversant la diode électroluminescente pour des températures ambiantes comprises entre -40°C et $+95^{\circ}\text{C}$ environ ;
- la figure 5 est une représentation schématique fonctionnelle d'un mini spectromètre pour environnement difficile selon l'invention, en vue de dessus ;
- la figure 6 est une vue en perspective isométrique du même spectromètre ;
- la figure 7 illustre les spectres d'émission de trois diodes électroluminescentes différentes dans le proche infrarouge (700 – 1050 nm) ;
- la figure 8 illustre l'addition des trois spectres normalisés de la figure 7 ;
- la figure 9 illustre l'intégration d'un spectromètre selon l'invention sur un circuit de carburant de véhicule automobile ;
- la figure 10 illustre de façon schématique le principe de conception d'un détecteur combiné à un filtre pilotable.

Comme on le voit sur la figure 9 dans le cas d'une application d'un dispositif de mesure de spectre d'absorption selon l'invention à un circuit de carburant d'un véhicule automobile, un tel spectromètre 1 peut avantageusement être disposé sur un tuyau de carburant 2, en aval du réservoir 3 et de la pompe de carburant 4, également en aval du filtre à carburant 5 (pour réduire les erreurs de mesure), mais en amont de la pompe d'injection 6 et du moteur 7.

Le spectromètre 1 est relié à un calculateur de commande 8, lequel est également relié à la pompe d'injection ou au moteur dont il est apte à piloter certains réglages. On note que ce calculateur de commande 8 peut être soit le calculateur moteur, classiquement présent dans les véhicules automobiles, soit une électronique de commande du spectromètre, laquelle envoie directement au calculateur moteur les valeurs des paramètres du fluide analysé.

Le dispositif selon l'invention est illustré par les figures 5 et 6.

Le spectromètre 1 selon l'invention est organisé autour d'une cellule de mesure 9 dans laquelle circule le fluide à analyser, par exemple du carburant.

On définit pour la suite de la description un axe longitudinal X correspondant au sens de circulation du fluide dans la cellule de mesure 9.

Cette cellule de mesure 9 est ici figurée sous forme d'un segment de tube de section rectangulaire, doté de deux vitres 10, 11, parallèles, se faisant face sur deux côtés opposés de la cellule de mesure 9. De même, on définit un axe transversal Y normal aux deux vitres 10, 11.

Celles-ci peuvent être réalisées par exemple en verre ou matière plastique, leur matériau devant être chimiquement neutre vis à vis du fluide analysé, indéformable en fonction de la température, et transparent dans le domaine de longueurs d'ondes utilisé pour la mesure (ici le proche infrarouge, mais des gammes de longueurs d'ondes en U.V. / visible sont également utilisables, sans modification du dispositif décrit).

La cellule de mesure 9 est réalisée en métal ou plastique rigide, de manière à ce que la distance entre les deux vitres reste sensiblement inchangée en fonction de la température, ceci dans le but d'éviter de perturber la mesure. La fixation des vitres 10, 11 dans les parois de la cellule de mesure 9 est faite par collage ou autre moyen connu.

La cellule de mesure 9 est reliée en ses deux extrémités ouvertes, par des moyens connus de l'homme de l'art, à un tube de circulation de carburant préexistant dans le véhicule.

Pour effectuer la mesure de spectre d'absorption, les deux vitres 10, 11 sont traversées, ainsi que le fluide contenu dans la cellule de mesure 9, par un faisceau lumineux.

Ce faisceau lumineux est créé par une source lumineuse 12, dont le spectre d'émission correspond naturellement à la plage de longueurs d'ondes pertinente pour le fluide à analyser.

Dans le cas présent nullement limitatif, la source lumineuse 12 est formée de trois diodes électroluminescentes (LEDs) disposées en triangle et le plus serrées possible, sur un même support perpendiculaire à l'axe transversal Y (orienté vers la cellule de mesure 9), de manière à minimiser les décalages de mesure liées à la distance entre les trois diodes électroluminescentes.

Leurs pics d'émission sont situés respectivement autour de 850 nm, 900 nm et 950 nm. Comme on le voit sur la figure 7 qui illustre les spectres d'émission respectifs à 25°C, chacune de ces diodes électroluminescentes présente un spectre d'émission s'étendant à mi-hauteur sur environ 100 nm.

La superposition des trois spectres, illustré en figure 8, montre le spectre équivalent à la source complète. Cette source lumineuse 12 couvre effectivement une plage de longueurs d'ondes de 825 à 975 nm (proche infrarouge).

Il est clair que d'autres diodes peuvent être utilisées, soit en fonction de l'évolution de la technique avec des diodes à bas coût unitaire mais de spectre plus large, soit dans le but de créer un spectre dans une autre plage de longueur d'ondes.

On comprend que les diodes électroluminescentes choisies sont des produits du commerce, de très bas coût unitaire. On a donc créé une source lumineuse 12 équivalente, sur la base de composants existants et très bon marché, dans le but de minimiser le coût global du spectromètre 1. Par ailleurs, les diodes électroluminescentes

sont connues pour avoir une durée de vie (durée avant que la puissance émise ait été divisée par deux) de plusieurs dizaines de milliers d'heures, donc compatible avec la durée de vie demandée à un équipement embarqué sur véhicule automobile.

Ces trois diodes électroluminescentes, dont la puissance combinée n'excède pas quelques dixièmes de watt, sont alimentées en énergie par des moyens connus et non détaillés ici.

Le faisceau lumineux créé par la source lumineuse 12 est globalement conique, d'angle déterminé par les diodes électroluminescentes choisies, et dans le présent exemple de l'ordre de quelques dizaines de degrés.

10 Ce faisceau est restreint à un faisceau circulaire (ou de forme préalablement choisie) de plus faible largeur dans l'espace, par un diaphragme 13, par exemple un dispositif mécanique de type connu.

Après la traversée du diaphragme 13, le faisceau lumineux, toujours conique à cet endroit, est transformé en un faisceau parallèle, de section cylindrique, par une lentille de collimation 14. Cette lentille de collimation 14, destinée à mettre en forme le faisceau lumineux issu de la source lumineuse 12, est de type connu (par exemple de type plan / convexe) et peut être réalisée en verre ou matière plastique de bonne qualité optique dans les longueurs d'ondes mesurées. Ses dimensions permettent la création d'un faisceau de un à quelques dixièmes de cm^2 .

20 Cette collimation de la lumière, qui rend ses rayons parallèles, est particulièrement utile pour la qualité de la mesure, particulièrement dans le cas de l'utilisation de technologie type "filtre interférentiel", comme on le verra plus loin.

Le spectromètre selon l'invention comporte, en aval de la lentille de collimation 14, un diviseur de faisceau 15, destiné à séparer le faisceau lumineux en un faisceau de mesure suivant un chemin optique de mesure CM, parallèle à l'axe transversal Y, et en un faisceau de référence suivant un chemin optique de référence CR, globalement parallèle à l'axe longitudinal X.

Ce diviseur de faisceau 15 est un composant optique laissant passer par exemple 50% de la lumière et en réfléchissant 50% dans une direction à 90° par rapport au faisceau d'origine. Il est par exemple de type cube optique comportant sur son plan diagonal, orienté à 45° , un miroir semi-réfléchissant 16. On a donc créé ici deux faisceaux, considérés comme étant de même spectre (longueurs d'onde et puissance émise sur chaque longueur d'onde). La lumière transmise à travers le miroir est dirigée vers la cellule de mesure 9.

35 Le diviseur de faisceau 15 est placé immédiatement au voisinage, voire directement au contact de la première vitre 10 de la cellule de mesure 9.

Le faisceau de mesure traverse donc cette première vitre 10, une épaisseur de

fluide à analyser égale à la largeur de la cellule de mesure selon l'axe transversal Y, puis la deuxième vitre 11 de la cellule de mesure. Lors de cette traversée, certaines longueurs d'onde du spectre d'émission de la source lumineuse 12 sont atténuées du fait de l'absorption des photons de ces longueurs d'ondes par des molécules présentes dans le
 5 fluide.

Le faisceau de mesure atténué, issu de la cellule de mesure 9 selon l'axe transversal Y est finalement capté par un détecteur de mesure 17 équipé d'un filtre de longueur d'onde.

Ces filtres sont dans le mode de réalisation préféré et décrit ici, des cavités
 10 interférométriques Fabry-Perot – et dans ce cas la longueur d'onde capable de la traversée est, de façon connue, dépendante de la largeur de cette cavité donc de l'angle d'attaque des rayons lumineux. On comprend qu'il est donc souhaitable, pour une mesure précise, que les rayons lumineux soient véritablement parallèles. Ceci justifie l'utilisation de la lentille de collimation 14.

15 Le détecteur de mesure 17 est équipé d'un filtre variable 26, à cavité Fabry-Perot, du type de celui présenté dans le document "Tunable Infrared detector with integrated micromachined Fabry-Perot filter (Neumann, Ebermann, Hiller, Kurth, MOEMS janvier 2007), et illustré en figure 10.

De manière très résumée, un tel filtre variable 26 comprend un résonateur
 20 optique (interféromètre Fabry-Perot) constitué de deux réflecteurs coplanaires 19, 20 séparés par une épaisseur d (de l'ordre de quelques microns) d'un corps intermédiaire 21 d'indice de réfraction connu. Il est connu qu'un tel filtre de type interférentiel basé sur un interféromètre Fabry-Perot ne laisse passer qu'une plage très restreinte de longueurs d'ondes, d'une largeur de l'ordre de 10 nm autour de la longueur d'onde sélectionnée.

25 En modifiant l'épaisseur du corps intermédiaire, on peut moduler la longueur d'onde optique apte à traverser le filtre 26, ce qui en fait un filtre variable, pilotable par un moyen de commande 8 (figure 9) non détaillé ici. Le pilotage de la distance d est réalisé par moyen électrostatique, des électrodes 22 étant disposées à cet effet sur un des deux plateaux 23, 24 portant les réflecteurs coplanaires 19, 20, l'autre plateau 24 étant mobile
 30 selon un axe perpendiculaire aux plateaux, et suspendu par des moyens de rappel 25 de type ressort.

Le détecteur de mesure 17 est placé sur le chemin optique de mesure en sortie du filtre variable 26. Il est de type pyroélectrique dans le présent exemple, ce qui lui confère un temps de réponse très court.

35 Le détecteur de mesure 17 et son filtre variable 26 associé sont réalisés sous forme de MOEMS (acronyme anglais pour "Micro Opto Electronic Mechanical Systems", micro systèmes combinant optique et micromécanique) par des techniques connues. Plus

généralement, le but de l'invention est également de réaliser le spectromètre 1 complet (hors calculateur de commande et alimentation en énergie) autant que possible sous forme d'un composant intégré utilisant des MOEMS existants.

Le dispositif selon l'invention présente ainsi un avantage au niveau performance et
5 prix grâce à l'utilisation de MOEMS optique dans la région U.V. / visible ou proche infrarouge. Les MOEMS intègrent généralement des guides optiques, réseaux de diffraction et micro miroirs mobiles, ils servent à modifier la direction d'un faisceau lumineux, ou à en modifier le spectre d'émission.

Le nombre de longueurs d'ondes pouvant être mesuré par ce détecteur de
10 mesure 17 dépend alors de la résolution du pilote du filtre variable à cavité interférométrique Fabry-Perot soit environ 1 nm. On comprend que ce filtre permet alors de réaliser des mesures sur un grand nombre de longueurs d'ondes dans la plage de longueurs d'ondes considéré (par exemple de 800 à 1000 nm).

L'autre faisceau lumineux (faisceau de référence), créé par le diviseur de
15 faisceau 15, est capté par un détecteur de référence 18, également équipé d'un filtre de longueur d'onde. Le détecteur de référence 18 et son filtre de longueur d'onde sont choisis identiques au détecteur de mesure 17 et à son filtre de longueur d'onde 26.

En fonctionnement, lorsque le calculateur 8 associé au spectromètre 1 a été
initialisé pour un type de fluide à analyser (sélection des longueurs d'ondes à observer), le
20 calculateur 8 provoque l'allumage de la source lumineuse 12 à intervalles réguliers dont l'espacement a été préalablement choisi,

Après un délai adapté à tenir compte de la mise en marche normale de ladite
source lumineuse 12, le calculateur 8 pilote la différence de potentiel entre les plateaux
des filtres interférométriques Fabry-Perot (ou pilote les moyens de faire varier la valeur du
25 filtre variable) pour régler lesdits filtres successivement sur les différentes longueurs d'ondes formant une série nécessaire à la détermination de la composition du fluide analysé, ces longueurs d'ondes étant mémorisées préalablement dans une mémoire dudit calculateur 8.

Pour chaque longueur d'onde sélectionnée, le détecteur de mesure 17 fournit en
30 sortie une mesure caractérisant l'intensité lumineuse reçue dans cette longueur d'onde.

Le spectromètre 1 fournit ainsi à intervalles réguliers au calculateur 8 des mesures du spectre d'absorption du fluide à analyser.

Simultanément, le détecteur de référence 18 mesure, pour les mêmes longueurs
d'onde (donc en utilisant les mêmes lois de pilotage de la cavité interférométrique Fabry-
35 Perot), un spectre de référence (puissance reçue à chaque longueur d'onde de mesure).

Le calculateur 8 compare les valeurs de mesure et de référence et en déduit l'absorption due à l'échantillon contenu dans la cellule de mesure 9.

Sur la base d'une logique de calcul ou d'un abaque stocké en mémoire, le calculateur 8 détermine, à intervalles réguliers, des modifications de paramètres de fonctionnement du moteur 7, par exemple conformité au carburant adapté au fonctionnement du moteur, réglage de l'avance à l'allumage, réglage de l'injection etc.

5 Le traitement du signal issu du spectromètre selon l'invention sort du cadre de la présente invention, et n'est donc pas détaillé plus avant ici.

Parmi ses divers avantages, le spectromètre tel que décrit est donc un système fiable, utilisant des composants simples et robustes, capable de prendre en compte des dérives de vieillissement, et pouvant donc être utilisé dans un environnement difficile tel
10 que le milieu automobile.

L'utilisation d'un chemin optique de référence permet de tenir compte d'une dérive significative des sources lumineuses (diodes électroluminescentes), que cette dérive soit due au vieillissement des sources lumineuses, ou à une modification des conditions environnementales (température). Elle permet donc d'envisager une utilisation du
15 spectromètre sur une grande plage de température (typiquement sur la plage correspondant au domaine automobile : -40°C à +105°C) et pendant une longue durée (15 ans dans le domaine automobile).

La mesure réalisée est quasi continue ce qui permet d'adapter le système à différentes problématique (carburant, huile, urée, etc.) pour lesquels les intervalles entre
20 mesures désirées sont plus ou moins longs.

Le spectromètre, grâce à son chemin optique de référence, permet une auto calibration (des mesures réalisées à lumière éteinte et à lumière maximum caractérisent le bruit électronique des détecteurs), sans vider la cellule de mesure, ce qui est indispensable pour une mesure simple dans un environnement tels que réservoir de
25 carburant ou tuyauterie de véhicule automobile. Cette auto calibration est par ailleurs réalisable à intervalles aussi rapprochés que souhaité, pour tenir compte du vieillissement des composants du spectromètre.

Le dispositif de mesure de spectre optique selon l'invention présente également une bonne reproductibilité de mesure. En effet, les filtres discrets présentent toujours une
30 tolérance de fabrication relativement large (les variations de la valeur pic de la longueur d'onde traversant un filtre discret est typiquement de +1% à -5% de la valeur de cette valeur pic) comme les filtres quasi continus.

Cependant ces derniers (parmi lesquels les filtres variables à cavité Fabry-Perot), une fois associés à un détecteur, peuvent être calibrés avant leur montage dans un
35 véhicule automobile (par exemple en utilisant une lampe spectrale de calibration connue, du type à Argon).

Par rapport à certains systèmes existants (Sentelligence) qui présentent le

désavantage de devoir être adaptés à chaque application (choix des longueurs d'onde à mesurer), le dispositif selon l'invention est polyvalent car les longueurs d'ondes mesurées ne sont pas fixées par le filtre au niveau de la source lumineuse. Le dispositif est donc plus souple.

5 On note que le concept décrit est particulièrement économique pour une réalisation industrielle, dans le cas où la mesure est faite sur plus de cinq longueurs d'onde, ce qui est le cas pour des mesures de paramètres de carburants ou pour un appareil polyvalent adapté à divers fluides à analyser, devant alors accommoder des mesures d'absorption dans quelques dizaines de longueurs d'ondes.

10 Dans le cas contraire, et par exemple pour un spectromètre demandant des mesures pour cinq longueurs d'onde préalablement fixées, une configuration comprenant cinq diodes électroluminescentes de longueurs d'ondes différentes, exactement adaptées chacune à une longueur d'onde de mesure, et utilisées conjointement comme source lumineuse, résulte éventuellement en un dispositif moins coûteux (suppression du filtre de
15 longueur d'onde associé à chaque détecteur).

Parmi les applications qui peuvent être considérées pour le spectromètre tel que décrit plus haut, on peut naturellement citer un capteur embarqué de qualité de carburant embarqué, d'huile, de liquide de refroidissement, ou d'urée.

Et de façon plus générale, un dispositif tel que proposé s'applique à toutes les
20 mesures de qualité de fluides à effectuer dans des environnements difficiles (températures, accès physique etc.)

La portée de la présente invention ne se limite pas aux détails des formes de réalisation ci-dessus considérées à titre d'exemple, mais s'étend au contraire aux modifications à la portée de l'homme de l'art.

25 En variante, la cellule de mesure 9 est de section cylindrique. Dans cette variante, le principe de mesure reste inchangé, dès lors que la géométrie de la cellule de mesure 9 est connue avec précision. Plus généralement, toute géométrie de la cellule de mesure 9 est acceptable, dans la mesure où il est possible d'étalonner le spectromètre 1.

De la même manière, la forme du faisceau lumineux est indifférente, dès lors que le
30 faisceau est parallèle si on vise à utiliser un détecteur associé à un filtre variable de type Fabry-Perot interférentiel.

En variante, les axes longitudinaux X et de mesure Y ne sont pas perpendiculaires, mais orientés à un angle arbitraire, selon les nécessités de la disposition du spectromètre au sein du logement moteur d'un véhicule automobile. Il est clair que les composants et le
35 principe de fonctionnement du spectromètre restent principalement inchangés dans ce cas.

Il est clair que la source lumineuse peut être constituée d'une seule diode

électroluminescente de large spectre d'émission, ou au contraire d'un nombre supérieur à trois, si les caractéristiques d'émission des diodes électroluminescentes et le spectre d'émission souhaité le nécessitent. Typiquement, une disposition avantageuse utilise quatre diodes électroluminescentes, disposées en carré et le plus serrées possible.

- 5 Ce dispositif peut aussi être utilisé avec d'autre type de sources lumineuses (filament, microglow, etc.) si l'application le permet.

On a supposé dans la description précédente que le faisceau de mesure et le faisceau de référence possédaient le même spectre, en imaginant un diviseur de faisceau sans décalage de spectre.

- 10 Pour tenir compte du cas où il n'en serait pas ainsi, les faisceaux de mesure et de référence peuvent être étalonnés, lors de la fabrication du spectromètre¹, avec une cellule de mesure 9 vide pour valider leur identité de spectre (vérifier que le diviseur de faisceau ne provoque pas de décalage spectral). Dans le cas où les spectres mesurés sont différents, une correction à apporter à la mesure différentielle de spectre peut être
15 calculée et mémorisée dans le calculateur 8. Cette correction est alors ajoutée à chaque mesure de spectre d'absorption, avant sa comparaison avec le spectre de référence.

- On comprend que cette mesure de correction d'étalonnage peut être réalisée pour chaque spectromètre 1 produit si la dérive de spectre à travers le diviseur de faisceau 15 n'est pas constante, ce qui peut être le cas pour les composants très bon marché
20 nécessités par le spectromètre à bas coût selon l'invention.

Dans une variante de réalisation, le filtre variable 26 de type Fabry-Perot est remplacé par un filtre de type LVF, lequel est combiné à détecteur 17 réalisé ici sous forme d'une matrice de détection CCD linéaire.

- Ces composants sont de type connu en soi, et ne sont donc pas détaillés plus avant
25 ici. Le nombre de longueurs d'ondes qui peut être mesuré est, dans cette configuration, théoriquement égal au nombre de pixel du détecteur, donc très élevé, et en tout état de cause largement suffisant par rapport aux besoins du spectromètre envisagé ici, pour lequel quelques dizaines de mesures sont suffisantes.

- En variante, au lieu de détecteurs 17, 18 de type pyroélectrique tels que décrits plus
30 haut, le dispositif utilise des détecteurs de type photodiode au silicium. Ces détecteurs à photodiode au silicium ont l'avantage d'une grande sensibilité sur une large plage de longueurs d'ondes (du visible au proche infrarouge, donc compatible avec les applications envisagées ici). Ils sont par ailleurs de très bas coût unitaire, robustes et de caractéristiques et évolution dans le temps très bien connues. D'autres types de
35 détecteurs sont envisageables, mais leur choix est restreint par les contraintes de robustesse, de compatibilité avec une large plage de températures, et de coût faible.

La description qui a été faite traitait d'un spectromètre en transmission, pour lequel

le spectre mesuré est le spectre de la lumière ayant traversé l'échantillon. Le principe décrit s'applique également à un spectromètre en réflexion, mesurant la lumière réfléchie par un échantillon, sans modification essentielle du dispositif. La présence d'un chemin optique de référence créé après la lentille de collimation, et le choix de filtre de longueur d'onde associés aux détecteurs, en particulier, sont inchangés.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de mesure (1) d'un spectre d'un faisceau lumineux, dans une plage de longueurs d'ondes préalablement choisie, ledit spectre étant généré par un échantillon à analyser, ledit dispositif de mesure optique comprenant :
 - au moins une source lumineuse (12),
 - 5 - une cellule de mesure (9),
 - un détecteur de mesure (17) placé sur un chemin optique de mesure CM, ledit chemin optique de mesure CM étant parcouru par un faisceau lumineux de mesure issu de la source lumineuse (12) et rencontrant la cellule de mesure (9),
 - des moyens d'auto calibration permettant de tenir compte de la dérive éventuelle
 - 10 de la source lumineuse (12), du fait des conditions d'environnement ou d'utilisation, indépendamment de la présence ou de l'absence d'un échantillon à analyser dans la cellule de mesure (9), lesdits moyens d'auto calibration comprenant :
 - o des moyens (15) de créer un chemin optique de référence CR parcouru
 - 15 par un faisceau lumineux de référence, issu de la source lumineuse (12) et ne rencontrant pas la cellule de mesure (9) et
 - o un détecteur de référence (18),

caractérisé en ce qu'il est conçu pour être embarqué dans un véhicule automobile et qu'il comporte au moins un filtre de longueur d'onde (26) situé après la cellule de

- 20 mesure (9) sur le chemin optique de mesure CM, et associé au détecteur de mesure (17).
- 2. Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte également au moins un filtre de longueur d'onde sur le chemin optique de référence CR, et associé au détecteur de référence (18).
- 3. Dispositif de mesure selon l'une quelconque des revendications
- 25 précédentes, caractérisé en ce que au moins un filtre de longueur d'onde (26) est de type filtre variable.à cavité interférométrique Fabry-Perot.
- 4. Dispositif de mesure selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que au moins un des détecteurs (17, 18) est de type pyroélectrique.
- 30 5. Dispositif de mesure selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la source lumineuse (12) est formée de trois diodes électroluminescentes (LEDs) dont le spectre d'émission couvre une plage de longueurs d'ondes pertinente pour le fluide à analyser, lesdites diodes électroluminescentes étant disposées en triangle et le plus serrées possible.
- 35 6. Dispositif de mesure selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la source lumineuse (12) est formée de quatre diodes

électroluminescentes (LEDs) dont le spectre d'émission couvre une plage de longueurs d'ondes pertinente pour le fluide à analyser, lesdites diodes électroluminescentes étant disposées en carré et les plus serrées possible.

7. Capteur de qualité de carburant, d'huile, de liquide de refroidissement, ou d'urée, destiné à être installé à demeure dans un véhicule, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de mesure (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes.
8. Procédé de pilotage d'au moins un paramètre de fonctionnement d'un moteur de véhicule, ledit véhicule étant doté d'un capteur selon la revendication 7 et d'un calculateur de commande (8) relié audit capteur, caractérisé en ce qu'il comporte des étapes de :
 - sélection du type de fluide à analyser,
 - allumage à intervalles réguliers de la source lumineuse (12),
 - attente d'un délai adapté à tenir compte de la mise en marche normale de ladite source lumineuse (12),
 - pilotage des filtres variables (26) pour régler lesdits filtres successivement sur les différentes longueurs d'ondes formant une série nécessaire à la détermination de la composition du fluide analysé, ces longueurs d'ondes étant mémorisées préalablement dans une mémoire dudit calculateur (8) pour chaque type de fluide susceptible d'être analyser par le capteur,
 - mesure, pour chaque longueur d'onde sélectionnée, par le détecteur de mesure (17) et par le détecteur de référence (18) de l'intensité lumineuse reçue dans cette longueur d'onde,
 - transmission à intervalles réguliers au calculateur (8) des mesures du spectre d'absorption du fluide à analyser et des mesures du spectre de référence,
 - comparaison par le calculateur (8) des valeurs de mesure et de référence,
 - détermination par le calculateur de l'absorption due à l'échantillon contenu dans la cellule de mesure (9),
 - détermination, sur la base d'une logique de calcul ou d'un abaque stocké en mémoire, par le calculateur (8), à intervalles réguliers, des modifications de paramètres de fonctionnement du moteur (7).
9. Produit programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme enregistrés sur un support lisible par un ordinateur, pour mettre en œuvre les étapes du procédé selon la revendication 8 lorsque ledit programme fonctionne sur un ordinateur.
10. Véhicule, caractérisé en ce qu'il comporte un capteur selon la revendication 7 ou met en œuvre un procédé selon la revendication 8.

1/4

Fig 1

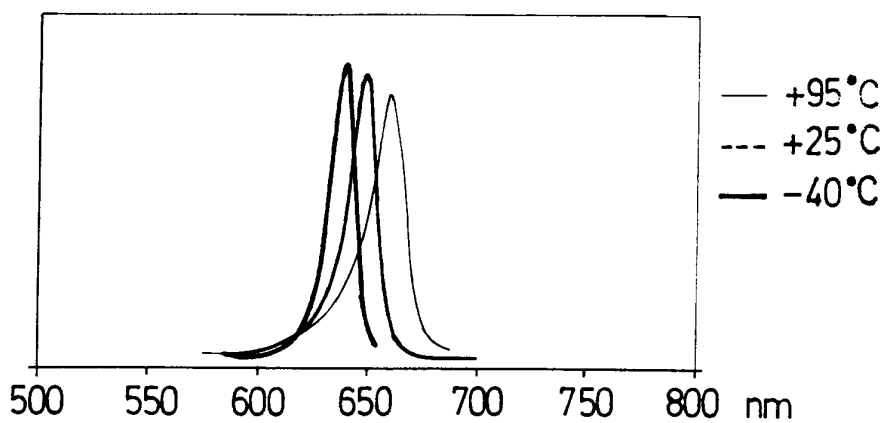


Fig 2

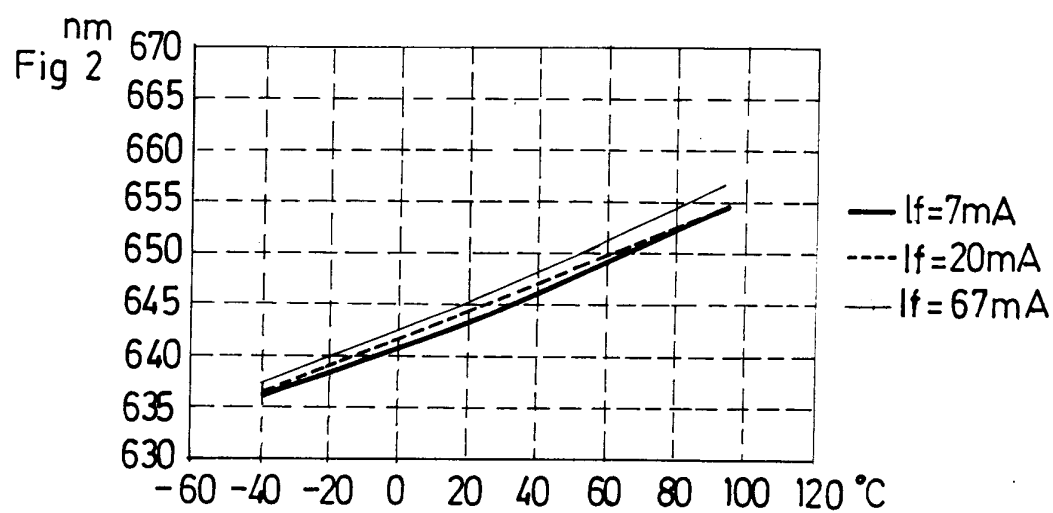
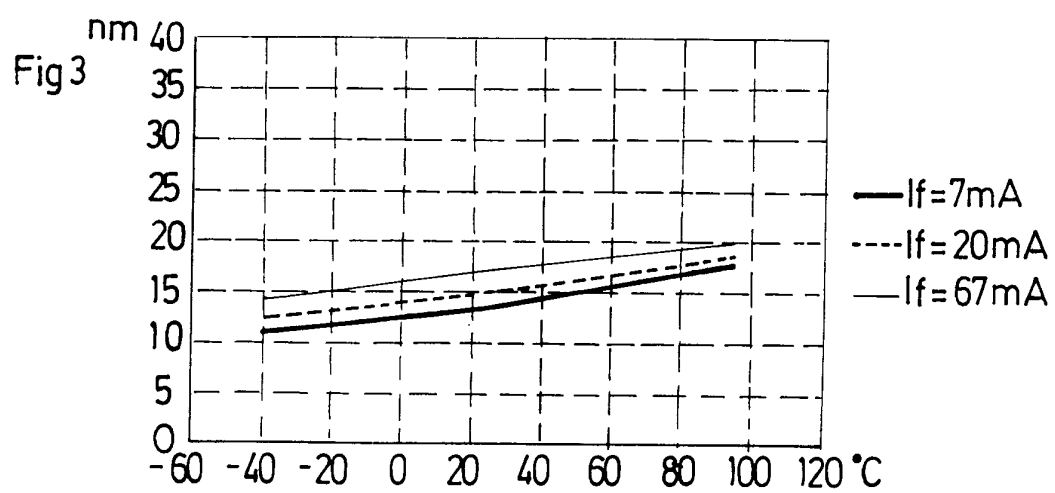


Fig3



2/4

Fig 4

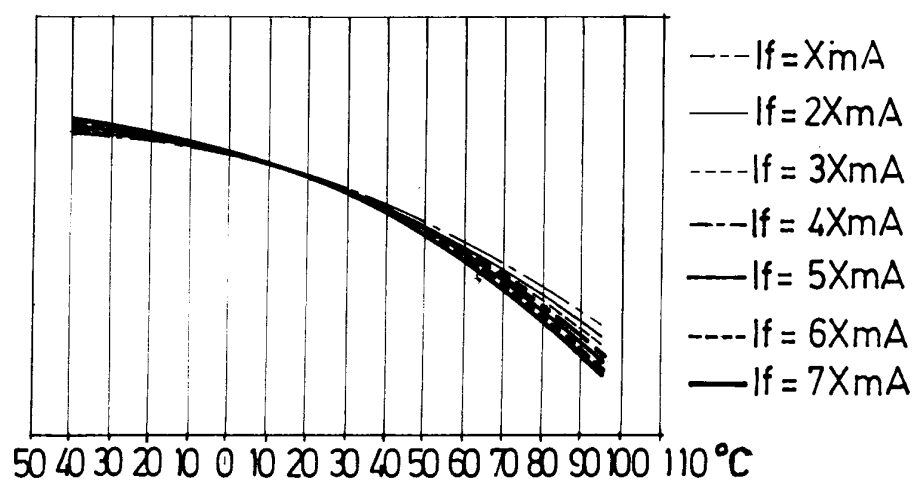


Fig 5

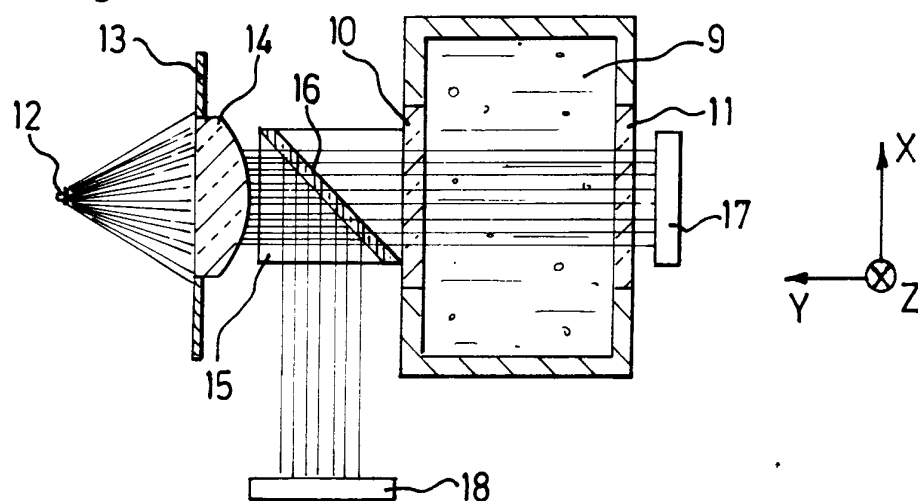
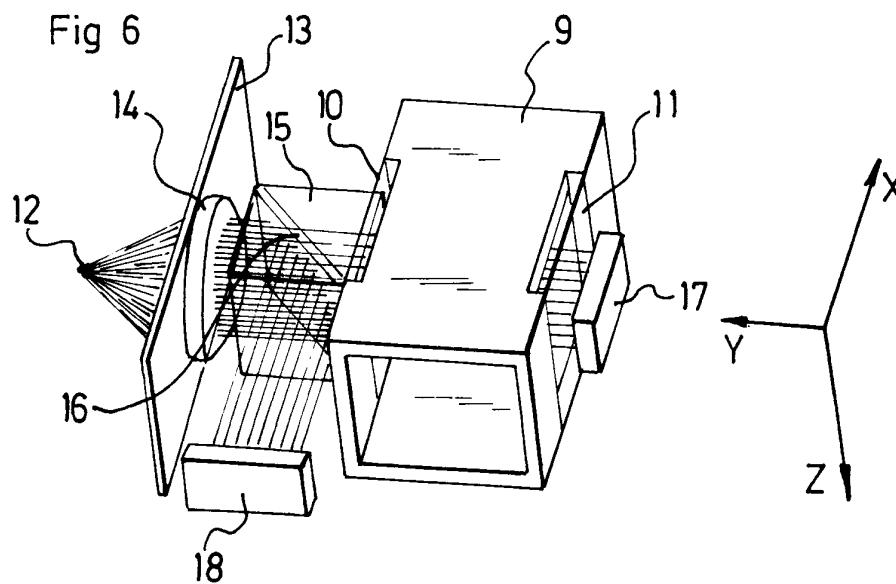


Fig 6



3/4

Fig 7

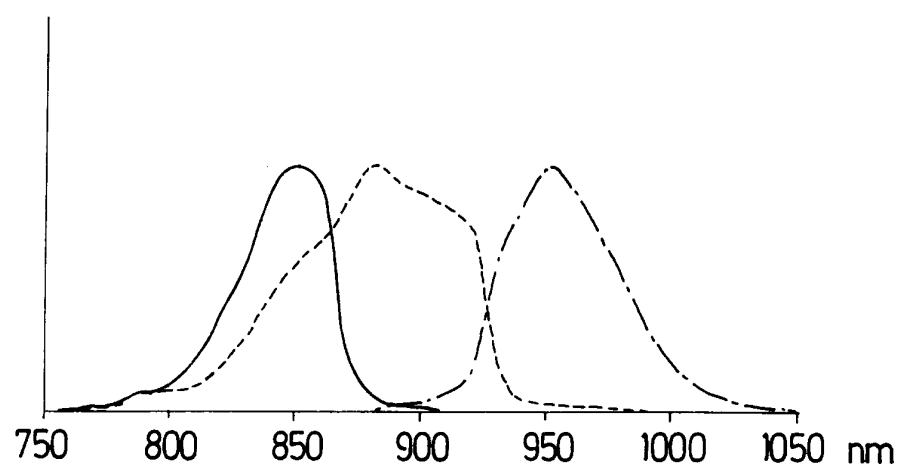


Fig 8

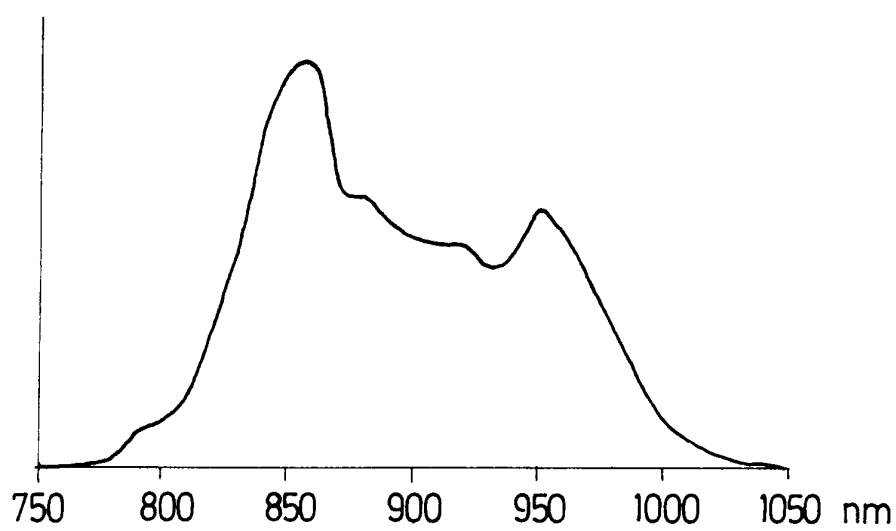


Fig 9

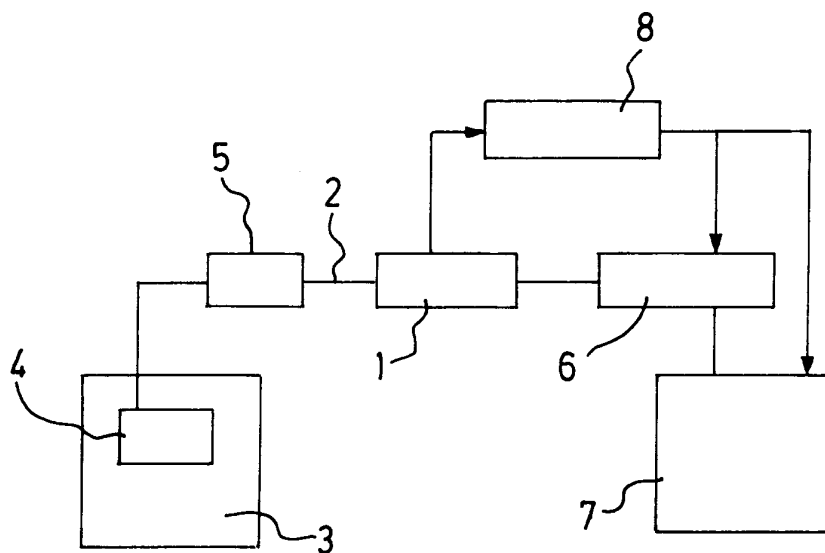
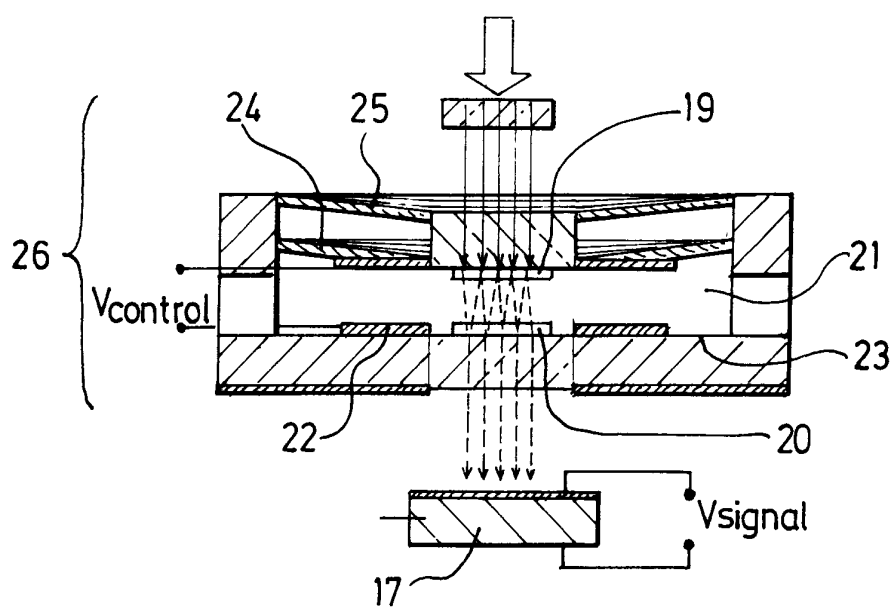


Fig 10



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 718491
FR 0807380

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2008/090261 A1 (VALTION TEKNILLINEN [FI]; SAARI HEIKKI [FI]) 31 juillet 2008 (2008-07-31)	1-6	G01N21/31 G01N33/28 G01J3/02 F02B77/08
Y	* page 1, ligne 24 - ligne 27 * * page 2, ligne 15 * * page 5, ligne 26 - ligne 31 * * page 6, ligne 11, 21-22 * * page 8, ligne 1 - ligne 2 * * figure 4 *	7-10	
Y,D	----- WO 03/030621 A2 (SENTELLIGENCE INC [US]; COATES JOHN [US]; MATEER KENNETH [US]; MELLICK) 17 avril 2003 (2003-04-17) * figure 7c * * page 23, dernier alinéa - page 24, alinéa 2 *	7-10	
A	----- JP 04 032748 A (HITACHI LTD) 4 février 1992 (1992-02-04) * le document en entier *	1,8	
A	----- US 4 594 968 A (DEGOBERT PAUL [FR] ET AL) 17 juin 1986 (1986-06-17) * le document en entier *	1,8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G01N G01J F02D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
21 août 2009		Verdoodt, Erik	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0807380 FA 718491**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **21-08-2009**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2008090261 A1	31-07-2008	GB 2445956 A	30-07-2008
WO 03030621 A2	17-04-2003	AU 2002360271 A1	22-04-2003
		CA 2463151 A1	17-04-2003
		EP 1444502 A2	11-08-2004
JP 4032748 A	04-02-1992	AUCUN	
US 4594968 A	17-06-1986	AT 397435 B	25-04-1994
		AU 576314 B2	25-08-1988
		AU 2524984 A	06-09-1984
		BE 899068 A1	03-09-1984
		BR 8400976 A	09-10-1984
		CA 1227262 A1	22-09-1987
		CH 658914 A5	15-12-1986
		CH 660771 A5	15-06-1987
		DE 3407844 A1	06-09-1984
		DK 137984 A	04-09-1984
		ES 8504389 A1	01-07-1985
		ES 8605641 A1	01-09-1986
		FR 2542092 A1	07-09-1984
		GB 2136118 A	12-09-1984
		IT 1173400 B	24-06-1987
		JP 7111396 B	29-11-1995
		JP 59210345 A	29-11-1984
		NL 8400703 A	01-10-1984
		NZ 207351 A	27-11-1987
		PT 78186 A	01-04-1984
		SE 454809 B	30-05-1988
		SE 8401117 A	04-09-1984
		ZA 8401582 A	30-10-1985