

La présente invention a trait à un appareil de traitement de signaux électriques, et plus particulièrement à un appareil d'interface destiné à l'analyse et à l'affichage de signaux de sortie d'un chromatographe en phase gazeuse.

La présente invention est applicable d'une manière générale au traitement et à l'affichage des signaux électriques dans les cas où, par exemple, on désire analyser et afficher la courbe du signal avec une large plage dynamique, et minimiser l'effet d'un quelconque bruit de fond sur le signal ; l'appareil de l'invention est particulièrement bien adapté à l'analyse du contenu hydrocarboné d'une boue de forage tel qu'utilisée dans un puits de gaz ou de pétrole lors des opérations de forage. Lors du forage d'un puits, forage rotary par exemple, la boue de forage qui est une suspension de pétrole, d'eau et de divers solides est injectée par pompage dans la chambre de forage située au fonds du puits, puis passe à travers les orifices du trépan puis retourne à la surface à travers l'espace annulaire compris entre le train de forage et la paroi du puits. Parmi les fonctions de la boue de forage on peut citer le refroidissement du trépan, l'évacuation vers la surface des roches broyées et l'étanchéification des parois du puits ; il a été reconnu que la boue de forage retournant au sommet du puits contient souvent des quantités décelables des hydrocarbures qui sont présents dans les porosités des formations géologiques traversées par le forage. L'analyse de la boue est par conséquent utile pour déterminer le contenu hydrocarboné des couches souterraines au cours de l'exploration.

La détection et la différenciation des différents composants hydrocarbonés présents dans la boue de forage est accomplie de la façon la plus rapide et la plus économique par la chromatographie gazeuse. Un échantillon de mélange gazeux à analyser est introduit dans une colonne contenant un milieu qui retarde le passage des composants individuels de l'échantillon à des degrés différents qui sont sensiblement corrélés au logarithme des poids moléculaires respectifs des composants. Un gaz vecteur

est propulsé dans la colonne afin d'éluer les constituants de façon séquentielle. A la sortie la quantité de chaque composant est mesurée par un détecteur de gaz, par exemple un détecteur du type à ionisation de flammes, tel qu'utilisé dans le chromatographe à gaz "Varian 940". On peut aussi
5 utiliser des détecteurs d'autres types, tels que le détecteur thermique qui mesure la conductibilité thermique de l'effluent gazeux de la colonne. La colonne est étalonnée en faisant passer à travers elle des gaz purs
10 et en mesurant l'amplitude des pics des composants hydrocarbonés respectifs.

Le cycle de fonctionnement d'un chromatographe comprend généralement au moins une phase directe dans laquelle l'écoulement du gaz vecteur est maintenu
15 dans la direction directe jusqu'à ce que tous les composants détectables du mélange gazeux aient été élués ; il peut aussi comporter une phase inverse dans laquelle la colonne est balayée à l'envers en vue de la rendre prête à recevoir l'échantillon suivant. A titre d'alternative,
20 si l'on désire mesurer les composants les plus légers, l'écoulement gazeux peut être inversé après que les hydrocarbures choisis aient été élués et mesurés, et alors seulement les composants résiduels les plus lourds sont refoulés dans l'atmosphère ; d'une autre manière encore
25 les queues lourdes sont dirigées après reflux non pas dans l'atmosphère mais dans le détecteur de gaz pour être analysé séparément.

La cellule de conductibilité thermique d'un détecteur thermique, ou l'électromètre d'un
30 détecteur à ionisation de flamme, produit comme sortie du chromatographe un signal analogique dont la tension est représentative de la quantité des matériaux détectés à un instant donné. Ce signal est généralement affiché sur un enregistreur à bande sous forme d'un chromatogramme, lequel est un graphique comportant une ou plusieurs
35 courbes dont chaque pic correspond à un composant détecté de l'échantillon. La composition de l'échantillon peut alors être déterminée en comparant le chromatogramme de l'échantillon avec des chromatogrammes préalablement

obtenus avec une composition connue, puisque la localisation de chaque pic du chromatogramme indique le temps d'ellution entre le commencement de la mesure et l'arrivée du composant à la sortie de la colonne, ce qui indique ainsi le poids moléculaire unique du composant. Les données de quantité et de concentration peuvent être déterminées à partir de l'amplitude de la courbe du chromatogramme par rapport au temps.

Afin de mesurer des quantités de composants qui peuvent varier de plusieurs ordres de grandeur des dispositifs d'atténuation ou d'amplification sont classiquement associés soit au chromatographe soit à l'enregistreur ou soit au dispositif d'interface ou de traitement de signaux qui leur est relié ; cette disposition permet d'amener le signal de sortie à un niveau compris dans la pleine échelle de l'enregistreur, ce qui est nécessaire pour maintenir la plume dans les limites de la bande et pour avoir une courbe lisible à la fois dans les très petites et les très grandes concentrations en composants. Ces dispositifs de calibrage peuvent être soit manuels soit automatiques et ils incorporent soit des commutateurs manuels soit des dispositifs analogiques ou numériques qui réalisent les fonctions d'appréciation de l'ordre de grandeur du signal de sortie, et d'atténuation ou d'amplification de celui-ci en conséquence.

Des dispositifs numériques ou analogiques sont aussi utilisés en vue d'intégrer électriquement le signal sur la durée de chaque pic, déterminant ainsi l'aire située au-dessous du niveau de la ligne de base, cette dernière représentant le signal de sortie correspondant seulement au gaz vecteur et au bruit. Cette aire constitue une mesure de la quantité de substance composante détectée et peut être ainsi utilisée pour déterminer la concentration de chaque substance composante par rapport à la totalité de l'échantillon. Des dispositifs de remise à zéro automatique peuvent être utilisés pour ramener au zéro le tracé de la ligne de base, sur la sortie d'enregistrement.

La présente invention se donne pour but de résoudre certains problèmes rencontrés avec les inter-

faces de chromatographes de l'art antérieur ; le premier de ces problèmes est celui du bruit ; ainsi que cela a été précédemment établi, l'analyse attendue d'un échantillon témoin peut être déduite des séries séquentielles des pics d'un chromatogramme sur la base, premièrement du temps d'émergence du pic en vue d'identifier les composants de l'échantillon, deuxièmement de l'amplitude des pics pour évaluer leurs concentrations. Les pics peuvent être bien résolus, ou au contraire un chromatogramme peut être complexe, contenant de nombreux pics dont certains seulement partiellement résolus. Le dispositif numérique ou analogique qui traite le signal peut capter l'arrivée d'un pic, mesurer son amplitude, pourvoir à la séparation de pics se chevauchant et défalquer le signal de la ligne de base.

Chacune de ces fonctions peut être faussée par le bruit ; un bruit courant est celui du secteur (50,60Hz) provenant de l'alimentation, des amplificateurs et des sorties de lecture. Un bruit électrique peut aussi résulter de sautes de tension en provenance de sources sans relation avec le chromatographe, ou de transitoires internes, par exemple de matière particulaire pénétrant dans le détecteur. Des bruits à haute fréquence du détecteur peuvent aussi être produits, par exemple par des impuretés ou des irrégularités de débit du gaz combustible dans un détecteur à ionisation de flamme, ou par la sensibilité au débit du gaz vecteur ou au mouvement du filament dans un détecteur thermique.

Un bruit pneumatique peut se produire à partir d'une variation inattendue de la ligne de base dû à une perte de milieu absorbant, ou à des variations de débit du gaz vecteur inhérentes soit aux dispositifs de mise en pression ou de régulation, soit encore à des fuites ou à des composants erronés. Les bruits d'origine physique ou chimique peuvent être dûs à une contamination de la colonne du chromatographe ou à un déplacement du matériau à l'intérieur de celle-ci.

Les systèmes de l'art antérieur ont exigé que des fonctions complexes d'adoucissement de pondération ou d'interpolation, soient effectuées en vue de

déterminer là où des transitions ou des parties plates sont le bruit ou au contraire le signal. On a cherché à disposer d'un appareil permettant de compenser le bruit de façon simple.

5 Un autre problème à résoudre est celui de la souplesse d'affichage et d'analyse du signal du chromatographe. Dans les systèmes d'affichage conventionnels la sortie vers l'enregistreur est habituellement commutée soit automatiquement soit manuellement dans une
10 plage appropriée à l'amplitude du signal. Il serait souhaitable que le nombre de telles plages soit le plus petit possible, que la plage dynamique des signaux qui peut être prise en compte sans commutation soit la plus grande possible, et que l'opérateur soit informé lorsqu'un dépassement des possibilités de mesure de l'appareil a eu lieu.

15 De plus il est souhaitable que le dispositif d'analyse du signal puisse être aisément adaptable aux changements de mode d'analyse, qu'il ait des caractéristiques d'automatisme le rendant apte à fonctionner
20 automatiquement sur la plus grande étendue possible, et enfin qu'il soit précis et fiable.

Un but général de la présente invention est par conséquent de proposer un nouveau dispositif d'interface perfectionné destiné à l'analyse et à l'affichage des signaux de sortie d'un chromatographe à gaz ;
25 plus particulièrement elle a pour objet de réduire les effets gênants du bruit, en particulier du bruit électrique, sur l'analyse des signaux de données d'un tel chromatographe ; plus particulièrement encore elle a pour objet de proposer un dispositif permettant une analyse fiable,
30 précise, automatique des signaux de données d'un chromatographe à gaz ; c'est encore un objet de l'invention que de détecter les amplitudes des pics du signal et d'actionner une alarme lorsque la plage de mesure a été dépassée.

35 Suivant une première caractéristique principale de l'invention un dispositif de traitement des signaux provenant d'un chromatographe est caractérisé d'une manière générale en ce qu'il comprend pour agir en combinaison : des moyens logarithmiques, dits premiers, reliés

au chromatographe et destinés à recevoir un signal d'entrée et à produire un signal logarithmique qui représente le logarithme dudit signal d'entrée, des moyens de détection, dits deuxièmes, reliés au chromatographe et destinés à recevoir ledit signal d'entrée, à détecter des pics de celui-ci et à produire un signal indicatif de l'arrivée desdits pics, et des moyens, dits troisièmes, reliés auxdits premiers et deuxièmes moyens et destinés à produire ledit signal logarithmique et ledit signal indicatif comme signaux de sortie dudit dispositif.

Suivant une autre caractéristique principale le signal produit par lesdits deuxièmes moyens est, en outre, indicatif de l'amplitude desdits pics.

Suivant une autre caractéristique principale le dispositif de l'invention comprend un premier convertisseur relié au chromatographe et destiné à recevoir ledit signal d'entrée et à produire des signaux d'horloge dont la fréquence est représentative du signal d'entrée, un registre de comptage relié audit premier convertisseur pour compter les signaux d'horloge et les cumuler en une valeur de comptage, des moyens reliés audit registre de comptage pour remettre la valeur dudit comptage à une valeur initiale au commencement de périodes successives de mesure de valeur prédéterminée, et un second convertisseur relié audit registre de comptage et auxdits moyens de remise à une valeur initiale, ledit convertisseur étant destiné à produire un signal représentatif de ladite valeur de comptage et à délivrer ledit signal des valeurs de comptage à la fin desdites périodes de mesure comme sortie de l'appareil de traitement.

Suivant une autre caractéristique principale du dispositif tel que ci-dessus décrit ladite valeur initiale à laquelle est remise ledit registre de comptage est une valeur prédéterminée, et le signal produit par le second convertisseur est un signal logarithmique représentatif du logarithme du comptage, de même que la sortie du dispositif est constituée par un signal logarithmique. De préférence le second convertisseur comprend un microprocesseur numérique programmé et un convertisseur

numérique/analogique relié au précédent pour recevoir la sortie numérique du microprocesseur et délivrer un signal logarithmique analogique comme sortie du dispositif ; de préférence encore ledit second convertisseur incorpore des
5 moyens pour produire un signal de rétroaction ; le dispositif comprend en outre un amplificateur d'intégration relié au chromatographe et, au second convertisseur pour recevoir le signal d'entrée sortant du chromatographe ainsi que le signal de rétroaction, et pour produire un signal
10 de sortie représentatif de leur somme ; il incorpore en outre un filtre relié à l'amplificateur d'intégration pour recevoir le signal somme et délivrer un signal de sortie filtré, le signal d'entrée reçu par le premier convertisseur étant ledit signal de sortie filtré ; de préférence
15 encore ledit second convertisseur comprend un microprocesseur numérique programmé et des convertisseurs numériques /analogiques reliés au précédent pour recevoir le signal de sortie du microprocesseur et délivrer des signaux numériques logarithmiques et de rétroaction ; le dispositif
20 comprend en outre des moyens reliés au chromatographe pour délivrer le signal d'entrée comme sortie additionnelle du dispositif de traitement ; il comprend en outre des moyens reliés au chromatographe pour détecter la sensibilité de celui-ci et délivrer un signal indicatif de ladite
25 sensibilité comme sortie additionnelle du dispositif de traitement ; de préférence lesdites périodes de mesure n'ont pas une durée supérieure à 100 millisecondes. De préférence le second convertisseur comprend en outre des moyens de détection des pics et des minima des valeurs de comptage, et des moyens de mesure du temps écoulé entre
30 la remise à valeur initiale et l'arrivée des pics successifs, et enfin des moyens de production des signaux représentatifs desdits temps écoulés ; le second convertisseur comprend en outre des moyens pour stocker des valeurs de
35 comptage successives cumulées intégrant les valeurs cumulées stockées entre l'apparition des minima successifs, et pour produire un signal intégral représentatif du résultat d'une telle intégration ; ledit dispositif comprend

en outre des moyens reliés au second convertisseur pour
fournir comme sorties additionnelles de l'appareil de
traitement lesdits signaux de temps et d'intégration. De
préférence dans un tel dispositif le fonctionnement du
5 chromatographe comprend au moins une phase, ou mode, direc-
te et incorpore des moyens reliés au chromatographe pour
capter le début de ladite phase, ou mode ; dans un tel
dispositif le second convertisseur comprend en outre des
moyens pour initier ladite remise de la valeur de comptage
10 à une valeur initiale lorsqu'une phase directe du fonction-
nement du chromatographe a commencé ; il comprend en outre
des moyens pour faire la moyenne de la valeur de comptage
pendant une période de longueur prédéterminée après ladite
remise, en vue de déterminer un comptage pour la ligne de
15 base, et pour stocker ledit comptage de ligne de base,
ledit signal de rétroaction étant représentatif de ces
derniers comptages ; le dispositif comprend encore des
moyens pour détecter l'apparition d'un accroissement suivi
d'un décroissement, de la différence entre la valeur de
20 comptage et le comptage de la ligne de base stocké, et pour
identifier ladite apparition comme pic dans la valeur de
comptage ; il incorpore en outre des moyens pour fournir
comme sortie additionnelle du dispositif de traitement
un signal indicatif du temps écoulé entre la première re-
25 mise à valeur initiale de la valeur de comptage et l'appa-
rition du pic. De préférence le second convertisseur d'un
tel dispositif comprend en outre des moyens pour détecter
des minima de la valeur de comptage, et des moyens pour
stocker les valeurs de comptage successives cumulées, pour
30 intégrer les valeurs stockées cumulées dans les intervalles
entre les minima successifs, et pour fournir le résultat
de l'intégration comme sortie additionnelle du dispositif
de traitement. De préférence le microprocesseur d'un tel
dispositif est programmé pour : détecter l'apparition d'un
35 accroissement suivi d'un décroissement de la différence
entre la valeur de comptage et le comptage stocké de la
ligne de base, identifier ladite apparition comme un pic
dans la valeur de comptage, et fournir comme sortie addi-
tionnelle du dispositif de traitement un signal indicatif

du temps écoulé entre la première remise à valeur initiale de la valeur de comptage et l'apparition du pic, et programmé pour détecter des minima de la valeur de comptage, stocker les valeurs de comptage cumulées successives, intégrer les valeurs stockées cumulées dans les intervalles entre des minima successifs, et fournir le résultat de l'intégration comme sortie additionnelle du dispositif de traitement.

Suivant une autre caractéristique principale, un dispositif de traitement du signal d'entrée provenant d'un chromatographe dont le fonctionnement comporte au moins une phase, ou mode, directe, comprend pour agir en combinaison :

- des moyens reliés au chromatographe pour fournir le signal d'entrée comme sortie du dispositif de traitement,

- un amplificateur d'intégration relié au chromatographe pour additionner une pluralité de signaux et produire un signal représentatif de leur somme, ledit signal d'entrée provenant du chromatographe étant l'une de la pluralité de signaux,

- un filtre relié à l'amplificateur d'intégration pour recevoir le signal somme et fournir un signal de sortie filtré,

- un convertisseur de fréquence relié au filtre pour recevoir ledit signal de sortie filtré et produire des signaux d'horloge dont la fréquence est représentative du signal de sortie filtré,

- un registre de comptage relié au convertisseur de fréquence pour compter les signaux d'horloge et cumuler une valeur de comptage,

- un processeur numérique relié au chromatographe, au registre de comptage et à l'amplificateur d'intégration, et au convertisseur numérique/analogique relié au processeur, ledit processeur étant programmé pour :

a) faire la moyenne de la valeur de comptage pendant une période de durée prédéterminée postérieure à ladite première remise à valeur initiale en vue de déterminer un comptage de ligne de base et de stocker ledit

comptage de ligne de base.

- 5 b) remettre la valeur de comptage à une valeur initiale prédéterminée au début des périodes successives de mesure d'une longueur prédéterminée suivant ladite période pendant laquelle est effectuée la moyenne,
- c) détecter la sensibilité du chromatographe,
- 10 d) produire un signal de rétroaction représentatif du comptage de la ligne de base, le signal de rétroaction étant fourni, à travers l'un desdits convertisseurs numériques/analogiques à l'amplificateur d'intégration comme entrée additionnelle, et
- 15 e) produire un signal logarithmique représentatif de la valeur de comptage et fournir le signal logarithmique au moins à la fin des périodes de mesure à travers l'autre des convertisseurs numériques/analogiques comme sortie additionnelle du dispositif de traitement.

Suivant une autre caractéristique principale, un dispositif de traitement de signal d'entrée provenant d'un chromatographe comprend pour agir en

20 combinaison :

- des moyens reliés au chromatographe pour initier ledit traitement,
- 25 - des moyens logarithmiques reliés au chromatographe pour recevoir le signal d'entrée et produire un signal de sortie logarithmique qui est égal au logarithme du signal d'entrée,
- des moyens reliés au chromatographe pour détecter des pics et des minima dans le signal d'entrée,
- 30 - des moyens d'horloge reliés auxdits moyens de détection et d'initiation, pour déterminer le temps écoulé entre ladite initiation du traitement et l'apparition dudit pic, et pour délivrer des signaux indicatifs dudit temps,
- 35 - des moyens d'intégration reliés au chromatographe et aux moyens de détection pour intégrer la valeur du signal d'entrée sur les intervalles compris entre des minima successifs, et pour délivrer des signaux

indicatifs du résultat d'intégration, et

5 - des moyens reliés aux moyens logarithmiques, d'horloge, et d'intégration pour délivrer des signaux de sortie logarithmiques, des signaux du temps écoulé et des signaux d'intégration comme sorties de l'appareil de traitement.

De préférence un tel dispositif comprend en outre des moyens reliés au chromatographe pour délivrer le signal d'entrée comme sortie additionnelle du dispositif de traitement.

10 De préférence le dispositif comprend en outre des moyens reliés au chromatographe pour capter la sensibilité de celui-ci et pour délivrer une sortie additionnelle dudit dispositif de traitement indicative de ladite sensibilité.

15 De préférence lesdits moyens d'initiation, d'horloge et d'intégration comprennent un processeur numérique. De préférence encore le fonctionnement du chromatographe comporte au moins une phase directe et les moyens d'initiation comprennent des moyens reliés au chromatographe et des moyens d'horloge pour capter le commencement de ladite phase directe et pour initier le fonctionnement des moyens d'horloge lorsque le commencement de ladite phase directe est capté.

25 Suivant une autre caractéristique principale un dispositif de traitement de signal d'entrée provenant d'un chromatographe dont le fonctionnement comprend au moins une phase, ou mode, directe, comprend pour agir en combinaison :

30 - des moyens reliés au chromatographe pour capter le commencement de ladite phase directe et pour produire un signal d'initiation en réponse à celle-ci,

- un amplificateur logarithmique relié au chromatographe pour recevoir le signal d'entrée et produire un signal de sortie logarithmique représentatif du logarithme du signal d'entrée,

35 - des moyens reliés au chromatographe pour détecter des pics et des minima dans le signal d'entrée,

- un processeur numérique relié au chromatographe, au moyen de détection et au moyen d'initiation

et programmé pour capter la sensibilité du chromatographe et produire des signaux indicatifs de celle-ci, Le dispositif de traitement comprend en outre des moyens reliés au chromatographe, à l'enregistreur logarithmique et au processeur numérique pour délivrer au moins le signal de sortie logarithmique comme sortie du dispositif de traitement. De préférence le processeur numérique est en outre programmé pour déterminer les temps écoulés entre ledit signal d'initiation et l'apparition desdits pics, et pour délivrer des signaux indicatifs desdits temps, et pour intégrer la valeur du signal d'entrée sur les intervalles compris entre des minima successifs et délivrer des signaux indicatifs du résultat de l'intégration, le dispositif de traitement comprenant en outre des moyens reliés au chromatographe, à l'amplificateur logarithmique et au processeur numérique pour délivrer les signaux de temps écoulé et les signaux d'intégration comme sorties du dispositif de traitement.

Une caractéristique générale des formes de réalisation de l'invention qui vont être décrites réside dans la conversion logarithmique du signal du chromatographe avant qu'il ne soit affiché ; ceci a pour effet de comprimer la plage du signal, permettant l'affichage sur un enregistreur à bande des signaux de sortie ayant une large plage dynamique en même temps que se trouve minimisé ou éliminé le besoin d'un commutateur d'échelle ; une plage dynamique de cinq décades peut être prise en compte sans commutation d'échelle.

Dans une première forme de réalisation le signal du chromatographe est numérisé et transmis à un microprocesseur numérique ; le microprocesseur échantillonne l'amplitude du signal de sortie de façon répétitive et produit un signal de sortie égal à son logarithme, lequel est affiché comme précédemment décrit.

De plus dans cette forme de réalisation la numérisation est réalisée par un convertisseur tension/fréquence, les impulsions de sortie de celui-ci étant cumulées et comptées au moins dix fois par seconde ; cette

fréquence d'échantillonnage à pour résultat de faire la
moyenne des effets aléatoires du bruit électrique, et de
ce fait l'effet d'un tel bruit sur la détection d'un pic,
sur l'intégration et sur le calcul de la ligne de base
5 est minimisé.

De plus des dispositions d'automatisme
sont prévues pour capter la plage de sortie du chromato-
graphe à gaz avec lequel le dispositif d'interface est
utilisé, et pour activer un dispositif d'alarme lorsque
10 la plage dynamique de l'appareil est dépassée. Comme autres
dispositions d'automatisme, l'interface détecte la phase
directe d'analyse du chromatographe et commence ses fonc-
tions de traitement de signaux en réponse. En définiti-
l'utilisation d'un microprocesseur permet des changements
15 à volonté de la méthode d'analyse ou du format de sortie,
aussi bien qu'elle accroît la précision par rapport aux
systèmes analogiques qui sont basés sur la charge d'un
condensateur.

Dans la seconde forme de réalisation
20 décrite la conversion logarithmique du signal de chroma-
tographie est réalisée par un amplificateur logarithmi-
que analogique, lequel pourra être utilisé dans les cas
d'application ou d'environnement où il est possible que
le fonctionnement du microprocesseur puisse être inter-
25 rompu.

La présente invention sera mieux com-
prise et des détails en relevant apparaîtront à la des-
cription qui va être faite de deux formes de réalisa-
tion de l'invention en relation avec les figures des
30 planches annexées dans lesquelles :

Les fig.1 et 2 sont des organigrammes de fonctions de dispositifs d'interface selon deux formes préférées de réalisation conformes à l'invention.

Sur la fig.1, l'analyse d'un échantillon
5 de substance est réalisée par un chromatographe 10 ; un appareil approprié à l'analyse des boues de forage est commercialisé par Varian Associates, Inc, PaloAlto, Californie dans le modèle "Chromatograph à gaz Varian 940" ; cependant d'autres modèles d'appareils peuvent
10 aussi être utilisés. Le chromatographe a l'avantage d'être capable de détecter des composés hydrocarbonés contenant de une à six molécules de carbone dans des quantités variant dans une plage dynamique d'au moins cinq décades. La sensibilité aux composés avec une molécule est de préférence d'au moins 10 à 10⁶ p.p.m.
15 Le chromatographe est susceptible d'être utilisé aussi bien sur ce terrain qu'en laboratoire.

Le dispositif d'interface de la présente forme de réalisation est utilisé avec, parmi d'autres,
20 un chromatographe à ionisation de flamme à détecteur électrométrique. La plage de sensibilité de ces appareils peut être détectée sur une ligne de sortie 12 ; une autre ligne de sortie 14 délivre un signal indiquant si le chromatographe fonctionne en mode direct ou en
25 mode inverse ; des lignes de sortie 16 et 17 délivrent le signal de sortie de l'électromètre du chromatographe, la ligne 16 constituant une entrée d'un amplificateur d'intégration 18.

L'autre entrée de l'amplificateur d'intégration 18 est reliée par une ligne 20 à la sortie
30 d'un convertisseur numérique/analogique 22 ; la sortie de l'amplificateur 18 est dirigée à travers une ligne 24 sur un filtre 26 dont la sortie sur une ligne 28 constitue l'entrée d'un convertisseur tension/fréquence 30 ;
35 le convertisseur 30 délivre des impulsions qui sont transmises par une ligne 32 à un registre de comptage 34 qui additionne le nombre total des impulsions reçues et restitue cette information sur une ligne de sortie 36 ;

une seconde ligne d'entrée 38 du registre 34 est destinée à recevoir un signal de remise à zéro du comptage du registre 34.

5 La sortie 36 du registre de comptage, son entrée 38 et les sorties 12 et 14 respectivement de plage et de cycle sont reliées à un microprocesseur numérique 40 ; une sortie annexe du microprocesseur 40 est destinée à constituer, à travers une ligne 42, une entrée annexe du convertisseur numérique/analogique 10 22. Une autre sortie est reliée par une ligne 44 à un convertisseur numérique/analogique 46 dont la ligne de sortie 48 est l'une des sorties d'un commutateur 50, dont l'autre entrée est la sortie 17 de l'électromètre du chromatographe ; la ligne de sortie 52 du commutateur 15 50 est reliée à un enregistreur à bande 54 ; une ligne 56 relie le microprocesseur 40 aux sorties de lecture et de contrôle 58, et une autre ligne 59 relie le microprocesseur à un dispositif d'alarme 61.

20 Le fonctionnement de cette forme de réalisation peut être décrit de la manière suivante : lorsque la phase du fonctionnement en mode direct du chromatographe 10 débute, un signal l'indiquant est détecté par le microprocesseur 40 ; le microprocesseur 40 délivre un signal sur la ligne 38 mettant à zéro le registre du 25 comptage 34 pour le préparer à recevoir les signaux de sortie de données du chromatographe.

30 La sortie de l'électromètre 16 du chromatographe 10 est mélangée par l'amplificateur d'intégration 18 à un signal de rétroaction produit par le microprocesseur 40, et fournie à l'amplificateur 18 après conversion par le convertisseur numérique/analogique 22 (ce signal de rétroaction sera discuté ultérieurement). Le signal additionné résultant est adouci par le filtre 26 et envoyé au convertisseur tension/fréquence 30 ; 35 ce convertisseur est un circuit-horloge modulé en fréquence qui produit des impulsions dont la fréquence est déterminée par la tension du signal de sortie du chromatographe ; par exemple si le niveau du signal reçu par

le convertisseur 30 varie de 0 à 10 volts, la fréquence du signal de sortie du convertisseur 30 pourra varier de 0 à 1 megahertz. La mesure du signal de sortie du chromatographe est basée sur la valeur du comptage cumulée par le registre sur une période de mesure déterminée ; dans la présente forme de réalisation, cette période ne dépasse pas, de préférence, 100 millisecondes ; à la fin de chaque période le microprocesseur lit l'état du registre 34 et le remet à zéro ; la valeur totale de comptage cumulée par le registre 34 pendant une période donnée représente la valeur moyenne du signal d'entrée au convertisseur 20 pendant cette période.

On devra noter que certains parasites à haute fréquence ou autres bruits électriques sur le signal, s'ils n'ont pas été déjà éliminés par le filtre 26, n'entraîneraient que de très brèves variations dans la fréquence de sortie du convertisseur 30 ; de telles variations étant aléatoirement positives ou négatives, elles tendraient à s'annuler sur l'étendue d'une période de mesure, ce qui aurait pour résultat un rapport bruit/signal insignifiant.

La précision de la mesure du signal du chromatographe est en outre augmentée par la brièveté des périodes de mesure de 100 millisecondes en comparaison avec l'étendue des pics du signal de sortie qui est habituellement beaucoup plus longue. Ainsi quelque mesure erronée ayant lieu sur une période donnée, due à un bruit de basse fréquence par exemple, tendrait à être ignorée dans la mesure où elle varierait substantiellement depuis la courbe relativement douce formée sur l'enregistreur à bande par des mesures précédentes et subséquentes.

Pendant une période initiale, de 15 secondes par exemple, après une première remise à zéro du registre de comptage 34, on suppose que la sortie de la colonne du chromatographe est constituée entièrement de gaz vecteur et qu'aucun composé hydrocarboné de l'échantillon testé n'a encore été émis. Pendant

cette période, les signaux transmis au microprocesseur 40 sur la ligne 36 sont traités comme données de ligne de base ; le signal de ligne de base est le signal de sortie délivré par le chromatographe en l'absence d'échantillon et par conséquent ce signal de ligne de base peut être défini comme une certaine partie du signal de sortie qui ne correspond pas à un pic, comme l'enveloppe combinée de pics confondus, ou comme une vallée entre des pics voisins confondus.

Les données de la ligne de base peuvent varier d'un essai à l'autre par suite d'une grande variété de facteurs, tels que variations de l'effet de rétention du milieu de la colonne, variations de température, condensation, variation de l'alimentation en gaz vecteur. Pendant les quinze premières secondes de chaque essai, par conséquent, une nouvelle ligne de base de cet essai est mesurée et mémorisée par le microprocesseur.

Jusqu'à ce que le niveau de la ligne de base ait été mesuré, le signal de rétroaction délivré par le microprocesseur 40 sur la ligne 42 est nul, et par conséquent la sortie sur la ligne 24 de l'amplificateur d'intégration 18 est égal au signal de sortie du chromatographe ; toutefois, après mesure du niveau de la ligne de base, le microprocesseur 40 délivre un signal de rétroaction sur la ligne 42 qui est ajouté au signal de sortie du chromatographe, tel qu'il compense le signal de sortie de la ligne de base du chromatographe. Par exemple, le signal de rétroaction peut être un signal numérique qui est converti par le convertisseur numérique/analogique 22 en un signal dont l'amplitude est l'inverse de celle du signal de la ligne de base. De cette façon, l'entrée au convertisseur 30 tension/fréquence serait nulle en l'absence de composés hydrocarbonés. On pourrait bien entendu, envisager d'autres arrangements.

Comme déjà dit, le niveau de sortie du chromatographe c'est-à-dire la valeur de comptage du

registre 34 est de préférence capté toutes les 100 milli-
secondes ; le microprocesseur 40 produit alors un signal
de sortie égal au logarithme du signal chromatographi-
que détecté ; ce signal est envoyé par la ligne 44 au
5 convertisseur numérique/analogique 46, lequel délivre
sur la ligne 48 un signal analogique à destination de
l'enregistreur 54. Un commutateur 50 est destiné à as-
surer la commutation entre la sortie logarithmique du
convertisseur 46 et la sortie brute du chromatographe
10 sur la ligne 17 ; l'affichage de la sortie brute
pourrait être utilisé, par exemple, dans l'éventualité
d'un mauvais fonctionnement du microprocesseur ou d'un
autre composant de traitement ; la sortie du commuta-
teur 50 est reliée par une ligne 52 à l'enregistreur 54.

15 Il est souhaitable que l'échelle loga-
rithmique du chromatogramme produit par l'enregistreur
couvre une plage dynamique de quatre décades, grâce à
quoi des concentrations de 10^2 p.p.m. à 10^6 p.p.m. pour-
ront être prises en compte. Pour les concentrations
20 comprises entre 10^1 et 10^2 p.p.m. le microprocesseur
porte automatiquement le signal du chromatographe con-
verti dans un format linéaire sur une partie à échelle
linéaire de la bande d'enregistreur. L'échelle convena-
ble, linéaire ou logarithmique selon la concentration,
25 est choisie sur la base à la fois de l'amplitude du
signal de sortie tel que reçu sur la ligne 36, et de la
plage de sensibilité de l'électromètre telle que reçue
sur la ligne 12 ; le dispositif d'alarme 61 indique si
la plage d'affichage admissible a été dépassée.

30 Outre la production d'une sortie de
chromatograhe pour l'affichage, le microprocesseur rem-
pli bien d'autres fonctions ; l'une de celles-ci est la
détection des pics dans le chromatogramme, c'est-à-dire
de signaux différents du signal de la ligne de base,
35 lesquels indiquent le passage d'un composant de l'échan-
tillon analysé dans le détecteur. La méthode de détec-
tion du pic qui est utilisée dans la présente forme de
réalisation est la suivante : chaque valeur de comptage

reçue du registre 34 est stockée puis replacée en mémoire avec le comptage suivant aussi longtemps que la comparaison entre les deux comptages indique qu'il n'y a pas d'augmentation. Lorsqu'un comptage en diminution est détecté, le comptage de ligne de base est soustrait du dernier comptage en augmentation ; la différence est divisée par deux et ajoutée au comptage de la ligne de base en vue de déterminer un seuil de détection de pic. Si la tendance à diminuer persiste et si la valeur de comptage tombe au-dessous du seuil de détection du pic calculé, la plus grande valeur en augmentation sera considérée comme ayant été une valeur de pic ; à l'inverse la tendance sera considérée comme ayant été un épaulement, et le processus sera poursuivi lorsque la valeur de comptage augmentera de nouveau. Des minima de la courbe et des épaulements sur les queues des bords d'un pic seront traités de façon inverse.

D'autres programmes de traitement de signaux sont connus de l'art, par exemple ceux qui détectent des pics et des minima dans un signal sur la base d'une analyse de la pente adoucie de la courbe, et l'un de ceux-ci peut être utilisé avec le dispositif de l'invention en changeant la programmation du microprocesseur.

Lorsqu'un pic a été détecté, les données désirées sur les composants de l'échantillon, par exemple données de quantité et de concentration, sont déterminées par le microprocesseur 40 et affichées aux sorties de lecture 58 via la ligne 56 ; un autre article qui peut être utilisé pour être affiché est le temps écoulé entre le commencement de la phase directe et la détection du pic.

Un autre article qui peut être affiché est l'aire comprise entre la courbe et la ligne de base, par exemple l'intégrale de la courbe entre soit les points d'intersection de la ligne de base ou entre les minima de la courbe ; cette intégrale, telle que définie, représente la quantité totale détectée du composant ;

on devra aussi noter que si la quantité totale de l'échantillon est connue, on pourra par une simple opération s'arranger pour déterminer et lire la concentration en pourcentage du composant détecté par rapport à l'échantillon total ; l'intégration peut être effectuée par
5 n'importe quelle méthode conventionnelle.

Une caractéristique additionnelle comprise dans l'organe de contrôle 58 de cette forme de réalisation consiste en une grille d'entrée de données
10 de calibration correspondant au gaz de calibration connu mentionné précédemment ; le gaz de calibration peut avoir six pics par exemple correspondant à des nombres d'atomes de carbone de 1 à 6 arrivant en séquence ; une mémoire est prévue pour stocker les valeurs de comptage du registre
15 34 correspondant à ces pics ; la concentration correcte de chaque composant du gaz de calibration est alors introduite et le microprocesseur détermine à partir de celle-ci les facteurs appropriés qui doivent être appliqués aux mesures futures des six pics en vue de déterminer les concentrations correctes des composants de
20 l'échantillon.

La forme de réalisation ci-dessus décrite atteint les objectifs désirés d'effacer le bruit du secteur à 60 Hertz et de réduire l'effet du bruit de
25 détecteur en faisant la moyenne de celui-ci à travers le signal. En outre le dispositif de numérisation et de calcul du logarithme est plus précis que les systèmes analogiques. En définitive l'utilisation d'un microprocesseur autorise une souplesse virtuellement illimitée
30 dans le changement de mode d'analyse du signal pour faire face à n'importe quelle éventualité ; il réduit aussi le coût du dispositif en offrant plus de fonctions réalisables à partir d'un microprocesseur préexistant, requérant ainsi un minimum de nouveau matériel.

35 La fig.2 illustre schématiquement une autre forme de réalisation de l'invention qui est notamment utilisable dans les applications où on désire avoir une sortie logarithmique même en cas de panne du micro-

processeur ; on ne décrira seulement en détail que celles des caractéristiques de cette forme qui diffèrent de la forme précédemment décrite.

5 Dans la forme de réalisation de la fig.2
le signal de sortie de l'électromètre du chromatographe
10 est fourni à travers une ligne 60 à un amplificateur
logarithmique analogique 62, et par une ligne 64 à un
détecteur-convertisseur analogique/numérique 66 ; la
sortie de l'amplificateur 62 est reliée par une ligne
10 68 à une entrée d'un commutateur de sélection de sortie
50 dont l'autre entrée est reliée par la ligne 17 au
chromatographe 10.

La sortie du détecteur convertisseur 66
est reliée par une ligne 68 à un microprocesseur numé-
15 rique 70 ; les lignes 72 et 74 relient les sorties ad-
ditionnelles du microprocesseur 70 à respectivement une
entrée additionnelle du détecteur convertisseur 66 et à
une entrée additionnelle de l'amplificateur 62.

En fonctionnement, le signal de sortie
20 d'électromètre du chromatographe 10 est reçu à travers
une ligne 64 par le détecteur-convertisseur 66 qui con-
verti le signal en un signal numérique utilisable par
le microprocesseur numérique 70 ; il détecte aussi les
pics présents dans le signal de sortie du chromatographe
25 en utilisant soit un circuit numérique soit une mémoire
analogique de détection et de rétention des pics, ou une
alternative conventionnelle à ceux-ci. Le signal numé-
rique et les données de détection de pics sont reçus à
travers la ligne 69 par le microprocesseur 70 qui assure
30 la remise aux conditions initiales, le traitement, et
d'autres fonctions de sortie similaires à celles du mi-
croprocesseur 40 de la forme de réalisation précédente,
étant relié à une entrée de commande du détecteur con-
vertisseur 66 par la ligne 72.

35 Une autre sortie de contrôle du micro-
processeur 70 peut être avantageusement reliée par la
ligne 74 à une entrée de contrôle de l'amplificateur lo-
garithmique 62 ; cette entrée reçoit des signaux de

démultiplication générés par le microprocesseur à partir de l'amplitude du signal numérisé reçu sur la ligne 68 et du signal de sensibilité de l'électromètre reçu sur la ligne 12. On peut bien entendu prévoir une commutation manuelle si l'on souhaite imposer à l'affichage de sortie une échelle désirée. Une alarme 61 peut être reliée au microprocesseur 70 par une ligne 59.

Bien que l'on ait décrit et représenté des formes particulières et préférées de réalisation de l'invention il doit être compris que la portée de cette dernière n'est pas limitée à ces formes mais qu'elle s'étend à tout dispositif de traitement de signaux de sortie d'un chromatographe, comportant séparément ou en combinaison les caractéristiques générales énoncées plus haut.

R E V E N D I C A T I O N S

- 1.- Dispositif de traitement d'un signal d'entrée provenant d'un chromatographe, caractérisé :
en ce qu'il comprend pour agir en combinaison :
- 5 - des moyens logarithmiques, dits premiers, reliés au chromatographe et destinés à recevoir un signal d'entrée et à produire un signal logarithmique qui représente le logarithme dudit signal d'entrée,
- des moyens de détection, dits deuxièmes, reliés au chromatographe et destinés à recevoir ledit signal d'entrée, à détecter des pics de celui-ci et à produire un signal indicatif de l'arrivée desdits pics, et
10 - des moyens, dits troisièmes, reliés auxdits premiers et deuxièmes moyens et destinés à produire ledit signal logarithmique et ledit signal indicatif comme signaux de sortie dudit dispositif ;
15
- 2.- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé :
en ce que ledit signal produit par lesdits deuxièmes moyens est, en outre, indicatif de l'amplitude desdits pics ;
20
- 3.- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé :
en ce qu'il comprend pour agir en combinaison :
- 25 - un premier convertisseur relié au chromatographe et destiné à recevoir ledit signal d'entrée et à produire des signaux d'horloge dont la fréquence est représentative du signal d'entrée,
- un registre de comptage relié audit premier convertisseur pour compter les signaux d'horloge et les cumuler en une valeur de comptage,
30 - des moyens reliés audit registre de comptage pour remettre la valeur dudit comptage à une valeur initiale au commencement de périodes successives de mesure de valeur

prédéterminée, et

- un second convertisseur relié audit registre de comptage et auxdits moyens de remise à une valeur initiale, ledit convertisseur étant destiné à produire un signal représentatif de ladite valeur de comptage et à délivrer ledit signal des valeurs de comptage à la fin desdites périodes de mesure comme sortie de l'appareil de traitement;

4.- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé :

en ce que ladite valeur initiale à laquelle est remise ledit registre de comptage est une valeur prédéterminée, et le signal produit par le second convertisseur est un signal logarithmique représentatif du logarithme du comptage, de même que la sortie du dispositif est constituée par un signal logarithmique ;

5.- Dispositif selon la revendication 4, caractérisé :

en ce que le second convertisseur comprend un microprocesseur numérique programmé et un convertisseur numérique/analogique relié au précédent pour recevoir la sortie numérique du microprocesseur et délivrer un signal logarithmique analogique comme sortie du dispositif ;

6.- Dispositif selon la revendication 4, caractérisé :

en ce que ledit second convertisseur incorpore des moyens pour produire un signal de rétroaction,

en ce qu'il comprend en outre :

- un amplificateur d'intégration relié au chromatographe et au second convertisseur pour recevoir le signal d'entrée sortant du chromatographe ainsi que le signal de rétroaction, et pour produire un signal de sortie représentatif de leur somme, et

- un filtre relié à l'amplificateur d'intégration pour recevoir le signal somme et délivrer un signal de sortie

filtré, le signal d'entrée reçu par le premier convertisseur étant ledit signal de sortie filtré ;

- 7.- Dispositif selon la revendication 6, caractérisé :
en ce que ledit second convertisseur
- 5 comprend un microprocesseur numérique programmé et des convertisseurs numériques analogiques reliés au précédent pour recevoir le signal de sortie du microprocesseur et délivrer des signaux numériques logarithmiques et de rétroaction ;
- 10 8.- Dispositif selon la revendication 7, caractérisé :
en ce qu'il comprend en outre des moyens reliés au chromatographe pour délivrer le signal d'entrée comme sortie additionnelle du dispositif de traitement ;
- 15 9.- Dispositif selon la revendication 7, caractérisé :
en ce qu'il comprend en outre des moyens reliés au chromatographe pour détecter la sensibilité de celui-ci et délivrer un signal indicatif de ladite sensibilité comme sortie additionnelle du dispositif de
- 20 traitement ;
- 10.- Dispositif selon la revendication 7, caractérisé :
en ce que lesdites périodes de mesure n'ont pas une durée supérieure à 100 millisecondes ;
- 11.- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé :
en ce qu'il comprend en outre pour
- 25 agir en combinaison :
- des moyens reliés au chromatographe pour fournir le signal d'entrée comme sortie du dispositif de traitement,
 - un amplificateur d'intégration relié au chromatographe
- 30 pour additionner une pluralité de signaux et produire un signal représentatif de leur somme, ledit signal d'entrée provenant du chromatographe étant l'une de la pluralité de signaux,

- un filtre relié à l'amplificateur d'intégration pour recevoir le signal somme et fournir un signal de sortie filtré,
 - un convertisseur de fréquence relié au filtre pour recevoir ledit signal de sortie filtré et produire des signaux d'horloge dont la fréquence est représentative du signal de sortie filtré,
 - un registre de comptage relié au convertisseur de fréquence pour compter les signaux d'horloge et cumuler une valeur de comptage,
 - un processeur numérique relié au chromatographe, au registre de comptage et à l'amplificateur d'intégration, et au convertisseur numérique/analogique relié au processeur, le dit processeur étant programmé pour :
 - a) faire la moyenne de la valeur de comptage pendant une période de durée prédéterminée postérieure à ladite première remise à valeur initiale en vue de déterminer un comptage de ligne de base et de stocker ledit comptage de ligne de base,
 - b) remettre la valeur de comptage à une valeur initiale prédéterminée au début des périodes successives de mesure d'une longueur prédéterminée suivant ladite période pendant laquelle est effectuée la moyenne,
 - c) détecter la sensibilité du chromatographe,
 - d) produire un signal de rétroaction représentatif du comptage de la ligne de base, le signal de rétroaction étant fourni, à travers l'un desdits convertisseurs numériques/analogiques à l'amplificateur d'intégration comme entrée additionnelle, et
 - e) produire un signal logarithmique représentatif de la valeur de comptage et fournir le signal logarithmique au moins à la fin des périodes de mesure à travers l'autre des convertisseurs numériques/analogiques comme sortie additionnelle du dispositif de traitement ;
- 35 12.- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé :
- en ce qu'il comprend en outre pour agir en combinaison :

- des moyens reliés au chromatographe pour initier ledit traitement,
 - des moyens logarithmiques reliés au chromatographe pour recevoir le signal d'entrée et produire un signal de sortie logarithmique qui est égal au logarithme du signal d'entrée,
 - des moyens reliés au chromatographe pour détecter des pics et des minima dans le signal d'entrée,
 - des moyens d'horloge reliés auxdits moyens de détection et d'initiation, pour déterminer le temps écoulé entre ladite initiation du traitement et l'apparition dudit pic, et pour délivrer des signaux indicatifs dudit temps,
 - des moyens d'intégration reliés au chromatographe et aux moyens de détection pour intégrer la valeur du signal d'entrée sur les intervalles compris entre des minima successifs, et pour délivrer des signaux indicatifs du résultat d'intégration, et
 - des moyens reliés aux moyens logarithmiques, d'horloge, et d'intégration pour délivrer des signaux de sortie logarithmiques, des signaux du temps écoulé et des signaux d'intégration comme sorties de l'appareil de traitement ;
- 13.- Dispositif selon la revendication 1 dans lequel le fonctionnement du chromatographe comprend au moins une phase, ou mode, directe, caractérisé :
- en ce qu'il comprend pour agir en combinaison :
- des moyens reliés au chromatographe pour capter le commencement de ladite phase directe et pour produire un signal d'initiation en réponse à celle-ci,
 - un amplificateur logarithmique relié au chromatographe pour recevoir le signal d'entrée et produire un signal de sortie logarithmique représentatif du logarithme du signal d'entrée,
 - des moyens reliés au chromatographe pour détecter des pics et des minima dans le signal d'entrée,

- un processeur numérique relié au chromatographe, au moyen de détection et au moyen d'initiation et programmé pour capter la sensibilité du chromatographe et produire des signaux indicatifs de celle-ci, et
- 5 - des moyens reliés au chromatographe, à l'enregistreur logarithmique et au processeur numérique pour délivrer au moins le signal de sortie logarithmique comme sortie du dispositif de traitement.

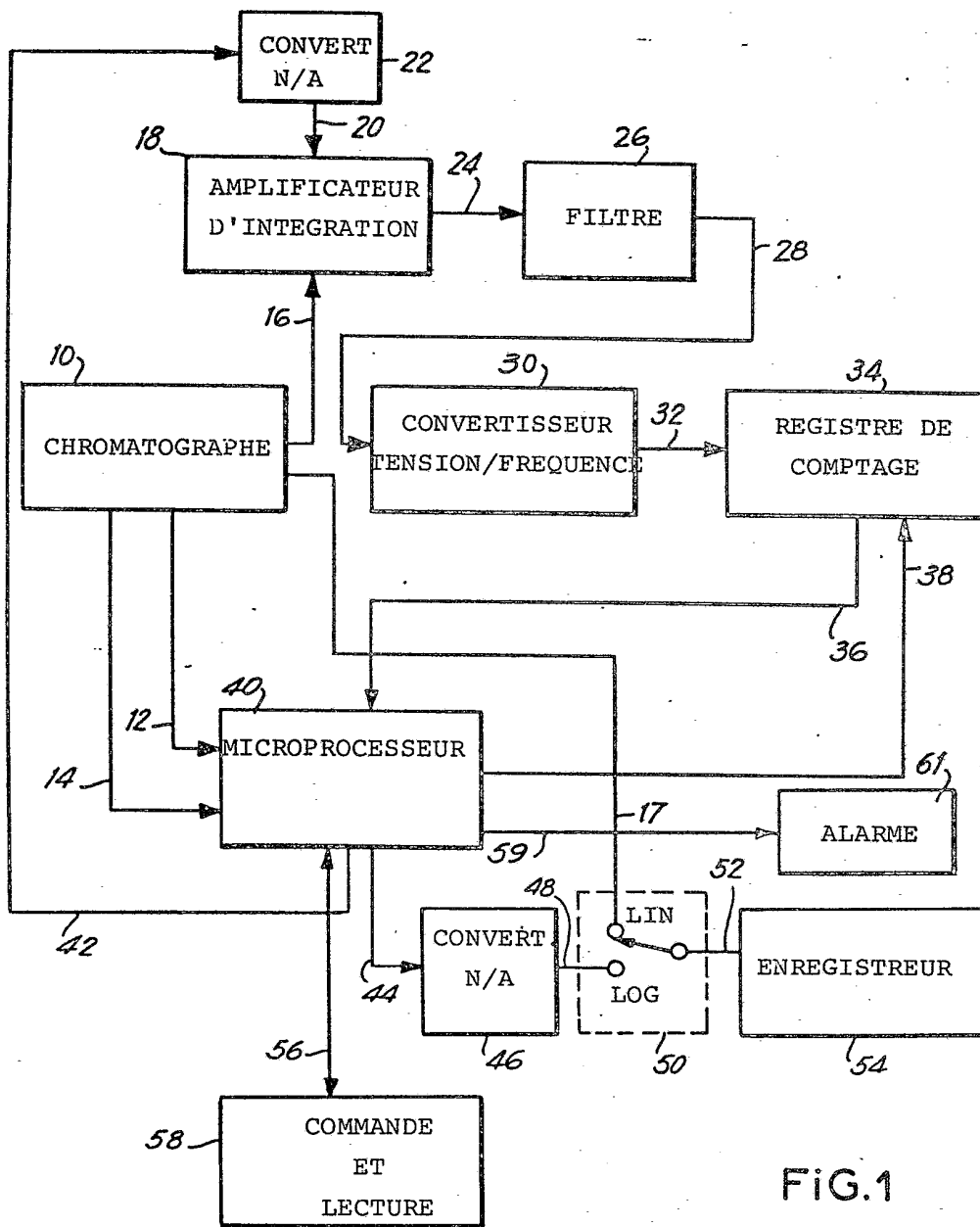


FIG.1

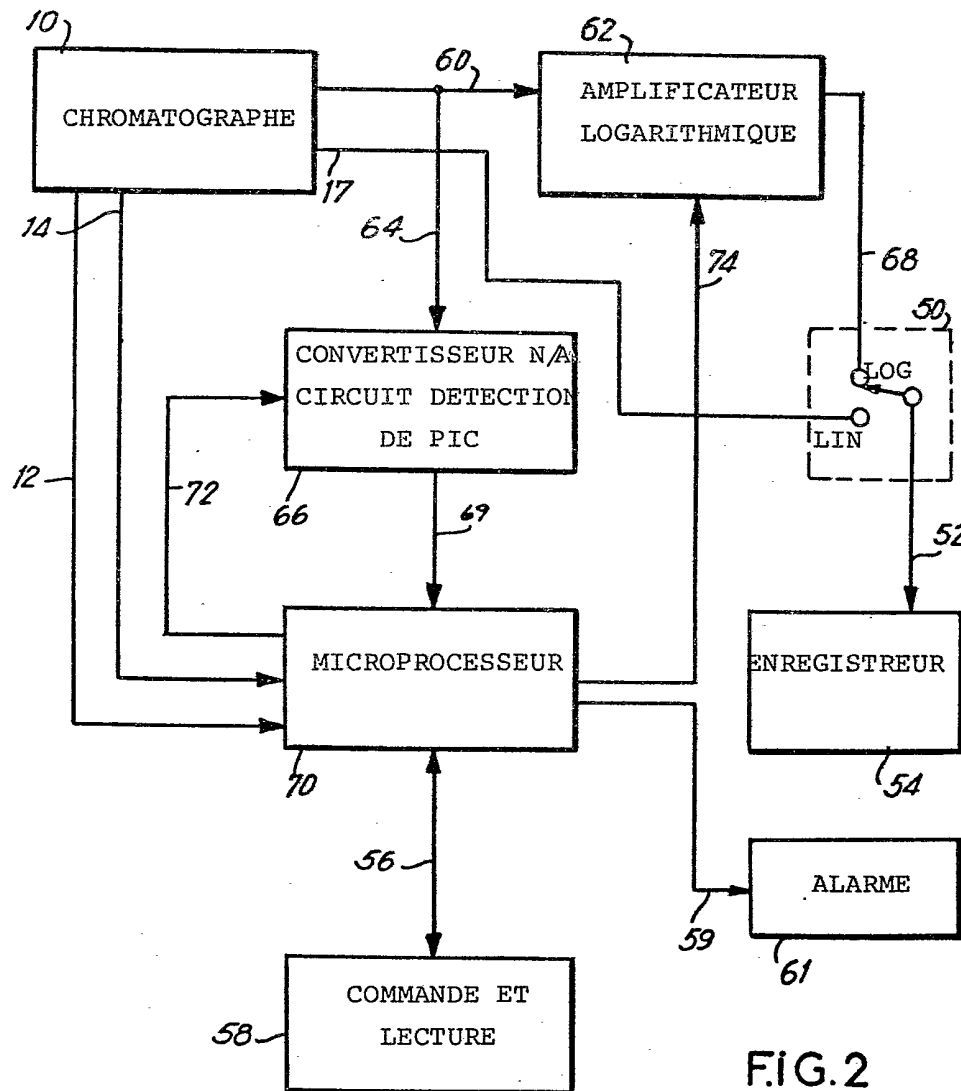


FIG. 2