

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①① N° de publication : **2 966 202**

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **11 59266**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **F 02 C 9/28** (2017.01), F 02 C 3/22

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ SYSTEMES ET PROCEDES POUR ALIMENTER EN COMBUSTIBLE UNE TURBINE A GAZ.

②② Date de dépôt : 13.10.11.

③③ Priorité : 18.10.10 US 12/906558.

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 20.04.12 Bulletin 12/16.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 02.03.18 Bulletin 18/09.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *GENERAL ELECTRIC COMPANY*  
— US.

⑦② Inventeur(s) : *BILTON TIMOTHY RUSSEL, MOSS  
DANIEL MARTIN, RENDO KOREY FREDERIC et  
WILKES COLINS.*

⑦③ Titulaire(s) : *GENERAL ELECTRIC COMPANY.*

⑦④ Mandataire(s) : *CASALONGA & ASSOCIES.*

**FR 2 966 202 - B1**



B11-4736FR

1

## **Systèmes et procédés pour alimenter en combustible une turbine à gaz**

5

Des modes de réalisation de l'invention concernent généralement les turbines à gaz et plus précisément les systèmes de combustible de turbine à gaz.

Des turbines à gaz sont largement utilisées dans une grande variété d'opérations commerciales, comme des opérations de génération d'électricité. Les turbines à gaz incluent généralement un compresseur, une ou plusieurs chambres de combustion, et un composant de turbine. Habituellement, le compresseur comprime progressivement un fluide de travail et décharge le fluide de travail comprimé vers les chambres de combustions. Les chambres de combustions injectent du combustible dans le flux de fluide de travail comprimé et allument le mélange pour produire des gaz de combustion ayant une température, une pression, et une vitesse relativement élevées. Les gaz de combustion sortent des chambres de combustions et s'écoulent vers le composant de turbine où ils se détendent pour produire un travail qui peut être converti en courant électrique.

Les liquides se formant dans les gaz combustibles condensés peuvent produire de sérieux effets néfastes dans les chambres de combustions, provoquant ainsi un endommagement du matériel. Par conséquent, des alimentations en combustible conventionnelles sont commandées de façon relativement stricte pour réduire le contenu en humidité du combustible. Néanmoins, ces alimentations en combustible conventionnelles nécessitent habituellement des composants de traitement supplémentaires pour assurer que le

combustible fourni aux chambres de combustions est sensiblement sans liquides.

La figure 1 montre un diagramme simplifié d'un système de combustible 10 conventionnel pour alimenter en combustible une turbine à gaz 12. Le système de combustible 10 inclut généralement une alimentation en combustible 14 ayant une pression d'approximativement 400-700 livres par pouce carré. A une pression donnée, le combustible peut être saturé humide (défini comme ayant une température sous le point de rosée d'hydrocarbure), saturé sec (défini comme ayant une température égale au point de rosée d'hydrocarbure), ou surchauffé (défini comme ayant une température au-dessus du point de rosée d'hydrocarbure). Le combustible s'écoule à travers un séparateur 16, et le séparateur 16 enlève tous les fluides condensés (par exemple, de l'eau, des hydrocarbures condensés, etc.) du combustible. Une soupape de commande d'écoulement 18 contrôle le flux de combustible vers les chambres de combustion de la turbine à gaz 12. Quand le combustible se détend à travers la soupape de commande d'écoulement 18, l'effet Joule-Thomson provoque une diminution de la température du combustible. La détente du combustible peut provoquer la chute de la température du combustible sous le point de rosée d'hydrocarbure, permettant à un condensat de se former. Pour empêcher la température du combustible de tomber sous le point de rosée d'hydrocarbure, le système de combustible 10 conventionnel inclut habituellement un ou plusieurs échangeurs de chaleur 20, 22 en amont de la soupape de commande d'écoulement 18. Les échangeurs de chaleur 20, 22 ajoutent de la chaleur au combustible pour surchauffer le combustible et assurer que la température de combustible reste au-dessus du point de rosée d'hydrocarbure à tout moment pendant la détente.

La figure 2 est une représentation graphique des changements de température et de pression dans le combustible quand il se déplace à travers le système de combustible conventionnel de la figure 1. Pour des besoins d'illustration, la figure 2 illustre le combustible entrant dans le système de combustible comme un combustible surchauffé, indiqué par le point A. Les échangeurs de chaleur 20, 22 chauffent le combustible pour augmenter la température du combustible au point B. Quand le combustible se détend à travers la soupape de commande d'écoulement 18, l'effet Joule-Thomson réduit la température du combustible du point B au point C. Notablement, le chemin de détente du gaz du point B au point C reste sous le point de rosée d'hydrocarbure à tout moment, empêchant la condensation dans le combustible. La distance entre les points A et B représente une quantité de surchauffe fournie par les échangeurs de chaleur 20, 22 pour assurer que la température du combustible reste sous le point de rosée d'hydrocarbure à tout moment pour empêcher la condensation.

Dans un système de combustible conventionnel, de multiples échangeurs de chaleur sont habituellement nécessaires pour assurer qu'une source de chaleur adéquate est disponible pendant tous les niveaux de fonctionnement. Par exemple, pendant un fonctionnement normal, la turbine à gaz 12 peut fournir la chaleur nécessaire. Un fluide de travail comprimé chaud venant du compresseur ou des gaz d'échappement à haute température de la turbine peut être extrait et fourni à un échangeur de chaleur 22 pour surchauffer de manière adéquate le combustible. Néanmoins, pendant le démarrage, de la chaleur n'est pas facilement disponible au près de la turbine à gaz 12, un second échangeur de chaleur 20 est donc nécessaire avec une source de chaleur 24 indépendante.

Le besoin d'un second échangeur de chaleur avec une source de chaleur indépendante pour fournir de la chaleur pendant le démarrage entraîne des coûts supplémentaires pour la construction du système de turbine à gaz. De plus, le second échangeur de chaleur utilise habituellement des bobines de chauffage, un chauffage allumé de manière indirecte, une pompe à chaleur ou des dispositifs similaires pour fournir de la chaleur ce qui consomme encore du courant ou du combustible pendant le démarrage pendant lequel ils sont rares. De plus, l'énergie consommée par le second échangeur de chaleur pour surchauffer le combustible diminue le rendement global de l'installation de turbine à gaz.

Certains ou tous les besoins et/ou problèmes ci-dessus peuvent être résolus par certains modes de réalisation de l'invention. Des modes de réalisation de l'invention peuvent inclure des systèmes et des procédés pour alimenter en combustible une turbine à gaz. Selon un mode de réalisation de l'invention, il est décrit un système pour alimenter en combustible une turbine à gaz. Le système peut inclure au moins un canal d'écoulement configuré pour alimenter du combustible ; un ou plusieurs dispositifs de détection configurés pour déterminer un ou plusieurs paramètres associés au combustible ; un dispositif de changement de pression configuré pour recevoir le combustible depuis l'au moins un canal d'écoulement et réduire une pression du combustible à une pression souhaitée ; et un séparateur connecté en aval du dispositif de changement de pression et configuré pour enlever des liquides du combustible. De plus, le système peut inclure au moins une commande configurée pour (i) recevoir les un ou plusieurs paramètres déterminés depuis les un ou plusieurs dispositifs de détection, (ii) calculer, en fonction au moins en partie d'un ou plusieurs paramètres, la pression souhaitée, et (iii) diriger le

fonctionnement du dispositif de changement de pression pour obtenir la pression souhaitée.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, il est décrit un procédé pour alimenter en combustible une turbine à gaz. Un combustible peut être reçu, et un ou plusieurs paramètres associés au combustible reçu peuvent être déterminés. En fonction au moins en partie des un ou plusieurs paramètres déterminés, une pression souhaitée pour enlever un ou plusieurs liquides du combustible en utilisant un séparateur peut être calculée. Le fonctionnement d'un dispositif de changement de pression peut ensuite être commandé afin d'obtenir la pression souhaitée. Dans certains modes de réalisation, les opérations du procédé peuvent être réalisées par une commande qui inclut un ou plusieurs ordinateurs.

Selon encore un autre mode de réalisation de l'invention, il est décrit un procédé pour alimenter en combustible une turbine à gaz. Un combustible peut être reçu, et une composition du combustible reçu peut être déterminée. En fonction au moins en partie de la composition, un rapport de concentration en condensat à pression pour le combustible le long d'un chemin de détente associé au combustible peut être déterminé. En fonction au moins en partie du rapport de concentration en condensat à pression calculé, une pression souhaitée pour enlever un ou plusieurs liquides du combustible en utilisant un séparateur peut être calculée. Le fonctionnement d'un dispositif de changement de pression peut ensuite être commandé afin d'obtenir la pression souhaitée. Dans certains modes de réalisation, les opérations du procédé peuvent être réalisées par une commande qui inclut un ou plusieurs ordinateurs.

Des systèmes, procédés, appareils, fonctions, et aspects supplémentaires sont réalisés par les techniques des divers modes de réalisation de l'invention. D'autres modes de réalisation et aspects de l'invention sont décrits en détails ici et sont considérés  
5 comme faisant partie de l'invention revendiquée. D'autres modes de réalisation et aspects peuvent être compris en se référant à la description et aux dessins.

Ayant ainsi décrit l'invention en termes généraux, référence va maintenant être faite aux dessins attenants, qui ne sont pas  
10 nécessairement dessinés à l'échelle, et dans lesquels :

- la figure 1 est un diagramme schématique d'un exemple de système conventionnel qui alimente en combustible une turbine à gaz ;

- la figure 2 est une représentation graphique de la pression et de la température du combustible alimenté sur la figure 1 ;  
15

- la figure 3 est un diagramme schématique d'un exemple de système qui peut être utilisé pour alimenter du combustible vers une turbine à gaz, selon un mode de réalisation illustratif de l'invention ;

- la figure 4 est une représentation graphique de la pression et de la température du combustible qui peut être alimenté par les systèmes de combustible selon divers modes de réalisation de l'invention ;  
20

- la figure 5 est une représentation graphique d'un rapport de concentration en condensat à pression d'un combustible, selon un mode de réalisation illustratif de l'invention ;  
25

- la figure 6 est un organigramme d'un exemple de procédé pour alimenter du combustible vers une turbine à gaz, selon un mode de réalisation illustratif de l'invention.

Des modes de réalisation illustratifs de l'invention vont maintenant être décrits plus complètement ci-dessous en référence aux dessins attenants, dans lesquels quelques-uns, mais pas tous les modes de réalisation de l'invention sont montrés. Bien sûr, l'invention peut être mise en œuvre sous de nombreuses formes différentes et ne doit pas être considérée comme se limitant aux modes de réalisation présentés ici ; mais, ces modes de réalisation sont plutôt fournis de telle manière que cette description satisfasse les exigences légales applicables. Des numéros identiques se réfèrent à des éléments identiques dans tout le document.

Des systèmes et procédés sont décrits pour alimenter en combustible une turbine à gaz. Selon un exemple de mode de réalisation de l'invention, une alimentation en combustible peut être reçue, et des caractéristiques et/ou des paramètres associés au combustible peuvent être déterminés. Par exemple, une composition du combustible peut être déterminée en utilisant un chromatographe en phase gazeuse ou un autre dispositif convenable. Comme autre exemple, une pression et/ou une température du combustible peuvent être mesurées. En fonction des caractéristiques et/ou paramètres du combustible, une pression souhaitée pour enlever des liquides et/ou des condensats du combustible peut être déterminée. Le fonctionnement d'un dispositif de changement de pression, comme une ou plusieurs soupapes et/ou des orifices variables, peut alors être commandé afin d'obtenir la pression souhaitée pour le combustible. Comme on le souhaite, la pression du combustible peut être contrôlée en aval du dispositif de changement de pression, et le contrôle peut être utilisé pour régler le fonctionnement du dispositif de changement de pression. Une fois que la pression souhaitée a été obtenue, le combustible peut passer à travers un séparateur, comme un séparateur qui inclut un filtre coalescent, un séparateur inertiel,

un dévésiculateur, une tour d'absorption, et/ou une autre structure convenable qui est configurée pour enlever des liquides et/ou des condensats du combustible. Le combustible peut ensuite être alimenté vers une turbine à gaz, comme une section de chambre de combustion d'une turbine à gaz.

Dans certains modes de réalisation, la composition du combustible peut être utilisée pour déterminer, calculer, conduire, ou réaliser une analyse de point de rosée d'hydrocarbure pour le combustible. L'analyse de point de rosée d'hydrocarbure peut indiquer un ou plusieurs points, comme des points de pression et de température, auxquels des condensats dans le combustible commencent à changer d'un état gazeux à un état liquide. En fonction au moins en partie de l'analyse de point de rosée d'hydrocarbure, un rapport de concentration en condensat à pression pour le combustible peut être identifié. Par exemple, l'analyse de point de rosée peut être utilisée pour identifier un coefficient de détente pour le combustible. Le coefficient de détente peut ensuite être utilisé pour déterminer, calculer, ou estimer la concentration en condensat dans le combustible le long d'une ligne de détente de Joule-Thomson du combustible (c'est à dire, une ligne qui indique la correspondance entre la pression et la température du combustible). Une pression souhaitée ou optimale pour enlever des liquides et/ou des condensats du combustible peut être ensuite déterminée en fonction au moins en partie du rapport de concentration en condensat à pression. Par exemple, une estimation des moindres carrés pour le rapport de concentration en condensat à pression peut être identifiée en utilisant une fonction de transfert convenable, et la fonction de transfert peut être dérivée afin d'identifier la pression souhaitée.

Divers modes de réalisation de l'invention peuvent inclure un ou plusieurs ordinateurs dédiés, systèmes, et/ou machines particulières qui facilitent l'alimentation du combustible vers une turbine à gaz. Un ordinateur dédié ou une machine particulière peuvent inclure une grande variété de différents modules logiciels et/ou applications comme on le souhaite dans divers mode de réalisation. Comme cela est expliqué plus en détails ci-dessous, dans certains modes de réalisation, ces divers composants logiciels peuvent être utilisés pour identifier une pression souhaitée pour enlever des liquides et/ou des condensats du combustible en utilisant un séparateur avant d'alimenter le combustible vers une turbine à gaz.

Certains modes de réalisation de l'invention décrits ici peuvent avoir l'effet technique d'identifier une pression souhaitée pour enlever des liquides et/ou des condensats du combustible avant que le combustible soit alimenté vers une turbine à gaz. De ce point de vue, l'alimentation du combustible vers une turbine à gaz peut être commandée, et l'endommagement des composants de turbine attribuable aux liquides et/ou aux condensats dans le combustible peut être réduit et/ou évité. De plus, des économies en matériel peuvent être obtenues et le rendement de l'installation peut être amélioré car le nombre de dispositifs de chauffage et/ou d'échangeurs de chaleur requis pour le système d'alimentation en combustible peut être réduit.

La figure 3 est diagramme schématique d'un exemple de système 300 qui peut être utilisé pour alimenter en combustible une turbine à gaz, selon un mode de réalisation illustratif de l'invention. Le système 300 d'alimentation en combustible illustré sur la figure 3 peut inclure au moins un dispositif de changement de pression 305 configuré pour réduire ou régler autrement la pression d'une

alimentation en combustible à une pression souhaitée et un séparateur 310 configuré pour enlever des liquides et/ou des condensats du combustible avant que le combustible soit alimenté vers un composant de turbine 315, comme une ou plusieurs  
5 chambres de combustions associées à une turbine à gaz. De plus, le système d'alimentation en combustible 300 peut inclure une ou plusieurs unités de commande 320 configurées pour contrôler le système d'alimentation en combustible 300, déterminer une pression souhaitée pour enlever les liquides et/ou les condensats du  
10 combustible, et/ou diriger le fonctionnement du dispositif de changement de pression 305.

En se référant encore à la figure 3, une alimentation en combustible 325 peut être fournie. Par exemple, l'alimentation en combustible 325 peut inclure une tuyauterie et/ou des canaux  
15 d'écoulement convenables configurés pour transférer une alimentation de combustible d'une source de combustible vers un système d'alimentation en combustible 300 de la figure 3. L'alimentation de combustible peut être tout combustible convenable pour la combustion dans une turbine à gaz, comme du  
20 gaz de haut-fourneau, du gaz de four à coke, du gaz naturel, du gaz naturel liquéfié vaporisé ("GNL"), du propane, etc. Dans divers modes de réalisation de l'invention, la température, la pression, et/ou la composition du combustible peuvent varier. Par exemple, le combustible peut inclure une large variété de composants différents,  
25 comme diverses impuretés. De plus, dans divers modes de réalisation, le combustible peut être délivré comme un combustible saturé humide (c'est à dire, ayant une température sous le point de rosée d'hydrocarbure), un combustible saturé sec (c'est à dire, ayant une température égale au point de rosée d'hydrocarbure), ou un

combustible surchauffé (c'est à dire, ayant une température au-dessus du point de rosée d'hydrocarbure).

Le dispositif de changement de pression 305 ou les dispositifs de changement de pression peuvent être connectés en aval de l'alimentation en combustible 325. Le(s) dispositif(s) de changement de pression 305 peuvent inclure tout nombre de composants et/ou de dispositifs qui facilitent la réduction et/ou une autre manipulation d'une pression du combustible alimenté. Par exemple, le dispositif de changement de pression 305 peut inclure une ou plusieurs vannes Joule-Thomson, soupapes de réduction de pression, vannes papillon, orifices variables, ou toutes autres soupapes à travers lesquelles un gaz peut se détendre de manière adiabatique, provoquant un abaissement de sa température du fait de l'effet Joule-Thomson. Comme souhaité, une ou plusieurs soupapes de dérivation peuvent être utilisées en liaison avec le dispositif de changement de pression 305 pour étendre la plage d'écoulement opérationnel maximum selon les besoins. En fonctionnement, le combustible s'écoule vers le dispositif de changement de pression 305 via une tuyauterie et/ou des canaux d'écoulement convenables, et le dispositif de changement de pression 305 réduit la pression du combustible à une pression souhaitée qui facilite l'enlèvement des liquides et/ou des condensats du combustible. Dans certains modes de réalisation, le fonctionnement du dispositif de changement de pression 305 est commandé et/ou dirigé par le(s) unité(s) de commande 320. Par exemple, comme expliqué plus en détails ci-dessous, le(s) unité(s) de commande 320 peuvent déterminer une pression souhaitée et diriger un positionnement ou une autre opération d'une soupape de commande de pression ou d'un autre dispositif de changement de pression 305 convenable afin d'obtenir la pression souhaitée. Selon un aspect de l'invention, la pression

souhaitée peut être une pression qui facilite un enlèvement efficace et/ou maximum des liquides et/ou des condensats du combustible en utilisant le séparateur 310.

5 Dans des applications typiques, la pression d'un combustible alimenté peut être dans une plage d'approximativement quatre cents (400) à approximativement sept cents (700) livres par pouce carré ("psi"). Par conséquent, la pression du combustible est habituellement réduite afin d'obtenir une pression souhaitée. Néanmoins, dans certains modes de réalisation, la pression du  
10 combustible reçu peut être sous une pression souhaitée. Par conséquent, comme on le souhaite, tout nombre de compresseurs et/ou autres dispositifs qui facilitent une augmentation de la pression du combustible vers une pression souhaitée peuvent être utilisés selon les divers modes de réalisation de l'invention.

15 Selon un aspect de l'invention, un ou plus des caractéristiques et paramètres associés au combustible peuvent être mesurés, identifiés, et/ou déterminés d'une autre manière avant que le combustible soit alimenté vers le dispositif de changement de pression 305. Une large variété de caractéristiques et/ou de  
20 paramètres peuvent être déterminés comme on le souhaite dans divers modes de réalisation de l'invention, comme une pression du combustible, une température du combustible, et/ou une composition du combustible. En se référant à la figure 3, tout nombre de capteurs, dispositifs de détection, et/ou dispositifs de  
25 mesure peuvent être fournis. Les capteurs peuvent être configurés pour mesurer divers paramètres associés au combustible et/ou analyser la composition du combustible. Par exemple, un capteur de pression 330 ou transmetteur de pression convenable peut être  
30 fourni pour mesurer une pression du combustible et un capteur de température 332 ou transmetteur de température convenable peut

être fourni pour mesure une température du combustible. Comme  
autre exemple, un dispositif de détermination de composition de  
gaz, comme un chromatographe en phase gazeuse 334 peut être  
fourni. Le chromatographe en phase gazeuse 334 peut prendre un  
5 échantillon du combustible, et analyser l'échantillon afin  
d'identifier une composition du combustible. En d'autres termes, le  
chromatographe en phase gazeuse 334 peut conduire une analyse qui  
identifie les divers composants du combustible. Les données des  
mesures prises par et/ou les calculs faits par les dispositifs de  
10 détection 330, 332, 334 peuvent être fournies aux unité(s) de  
commande 320 et utilisés par les unité(s) de commande 320 pour  
déterminer une pression souhaitée pour enlever des liquides et/ou  
des condensats du combustible.

De plus, dans certains modes de réalisation, divers  
15 paramètres et/ou caractéristiques du combustible peuvent être  
mesurés en d'autres points dans le système 300, comme en aval du  
dispositif de changement de pression 305 et/ou en aval du  
séparateur 310. Les unité(s) de commande 320 peuvent recevoir au  
moins une partie de ces mesures et utiliser les données de mesure  
20 pour ajuster dynamiquement le fonctionnement du dispositif de  
changement de pression 305, pour déterminer si le combustible peut  
être alimenté vers le composant de turbine 315, et/ou pour  
déterminer si le combustible doit être chauffé avant d'être alimenté  
vers composant de turbine 315. Comme montré sur la figure 3, un  
25 capteur de pression 336 et/ou un capteur de température 338  
convenable peuvent être fournis et utilisés pour mesurer une  
pression et/ou une température du combustible en aval du dispositif  
de changement de pression 305. Similairement, un capteur de  
pression 340 et/ou un capteur de température 342 convenable

peuvent être fournis et utilisés pour mesurer une pression et/ou une température du combustible en aval du séparateur 310.

5 En continuant à se référer à la figure 3, le séparateur 310 peut être configuré pour enlever des liquides et/ou des condensats qui sont présents dans le combustible après que le combustible a  
10 passé à travers le dispositif de changement de pression 305. Par exemple, le séparateur 310 peut être configuré pour enlever des liquides et/ou des condensats qui sont présents dans un combustible saturé humide ou saturé sec. Une large variété de différents types de  
15 séparateurs 310 peuvent être utilisés comme souhaité dans divers modes de réalisation de l'invention. Dans certains modes de réalisation le séparateur 310 peut inclure un filtre coalescent, un séparateur inertiel, un dévésiculeur, et/ou d'autres composants qui facilitent la séparation physique des gaz et des liquides. Dans  
20 d'autres modes de réalisation, le séparateur 310 peut inclure une tour d'absorption ayant une huile absorbante qui enlève le liquide et/ou l'humidité du courant de combustible. Le séparateur 310 peut décharger les liquides et/ou les condensats par un orifice de liquide convenable pour les recycler ou les réutiliser dans le système de  
25 combustible. Selon un aspect de l'invention, le combustible gazeux s'écoule hors du séparateur 310 comme un combustible saturé sec (c'est à dire, au point de rosée d'hydrocarbure) ou un combustible surchauffé (c'est à dire, au-dessus du point de rosée d'hydrocarbure).

25 Dans certains modes de réalisation de l'invention, un ou plusieurs dispositifs de chauffage 345, comme un ou plusieurs échangeurs de chaleur, peuvent en option être placés en aval du séparateur 310. S'il est présent, un dispositif de chauffage 345 peut  
30 fournir de la chaleur au combustible après qu'il a passé à travers le séparateur 310. De ce point de vue, le dispositif de chauffage 345

peut assurer que le combustible est surchauffé (c'est à dire, à une température au-dessus du point de rosée d'hydrocarbure) avant que le combustible soit alimenté vers le composant de turbine 315. Du fait de la température relativement basse du combustible à la suite de la détente à travers le dispositif de changement de pression 305, le dispositif de chauffage 345 ne nécessite pas habituellement une source de chaleur à température élevée pour augmenter la température du combustible jusqu'à au-dessus le point de rosée d'hydrocarbure. Un exemple d'un dispositif de chauffage 345 convenable est un échangeur de chaleur qui utilise une source de chaleur géothermique, de la vapeur venant d'une chaudière auxiliaire, et/ou une autre source de chaleur convenable.

Comme souhaité dans certains modes de réalisation de l'invention, une ou plusieurs soupapes de commande 350 ou autres dispositifs convenables qui commandent l'écoulement du combustible peuvent être connectés en aval du séparateur 310 et, s'il est présent, du dispositif de chauffage 345. La soupape de commande 350 peut commander l'écoulement du combustible vers le composant de turbine 315 à gaz. Une large variété de soupapes de commande 350 convenables peuvent être utilisées comme on le souhaite, comme une vanne Joule-Thomson, une vanne papillon, un orifice variable, ou un dispositif similaire connu de l'homme de l'art pour réguler un écoulement de liquide. De plus, la soupape de commande 350 peut modifier et/ou commander la pression du combustible en utilisant une large variété de techniques comme souhaité dans divers modes de réalisation de l'invention. Par exemple, pendant le démarrage de la turbine à gaz, la soupape de commande 350 peut encore réduire la pression du combustible jusqu'à entre approximativement 25 et 50 livres par pouce carré, selon le démarrage dont a besoin la turbine à gaz. La pression de

combustible peut progressivement être augmentée quand la charge est appliquée à la turbine à gaz, et la soupape de commande peut être réglée en conséquence. A un certain point, la turbine à gaz peut fonctionner à un niveau suffisant pour permettre l'extraction d'un  
5 fluide de travail comprimé chaud du compresseur ou des gaz d'échappement à haute température de la turbine pour fournir une surchauffe supplémentaire au combustible.

En faisant toujours référence à la figure 3, le système d'alimentation en combustible 300 peut inclure un ou plusieurs  
10 unités de commande 320 ou dispositifs de commande. Pour les besoins de cette description, une seule unité de commande 320 va être décrite. Dans certains modes de réalisation, une unité de commande 320 peut être un composant d'une commande centrale associée à une centrale électrique et/ou un système de génération  
15 électrique. Quelques exemples de commandes convenables sont un système de commande Mark<sup>TM</sup> VI et un système de commande Mark<sup>TM</sup> VIe produits par la General Electric Company. Selon un aspect de l'invention, l'unité de commande 320 peut être configurée pour commander l'alimentation de combustible vers une turbine à  
20 gaz. Comme souhaité, l'unité de commande 320 peut commander le fonctionnement d'autres composants du système 300. Par exemple, l'unité de commande 320 peut recevoir des mesures et/ou des calculs de tout nombre des capteurs 330, 332, 334, 336, 338, 340, 342. L'unité de commande 320 peut traiter des données de mesure  
25 reçues et, comme on le souhaite, fournir des données de mesure à un ou plusieurs systèmes et/ou modèles supplémentaires. En fonction d'une analyse des données de mesure et/ou de la sortie d'un ou plusieurs systèmes supplémentaires, l'unité de commande 320 peut calculer ou déterminer une pression souhaitée pour enlever des  
30 liquides et/ou des condensats du combustible. En fonction au moins

en partie de la pression souhaitée calculée, l'unité de commande 320 peut commander le fonctionnement du dispositif de changement de pression 305, du réchauffeur 345, et/ou de la soupape de commande 350. Comme on le souhaite, la commande des divers composants du système 300 peut être distribuée entre plusieurs unités de commande.

L'unité de commande 320 peut inclure tout nombre de dispositifs pilotés par processeur convenable. Par exemple, l'unité de commande 320 peut inclure tout nombre d'ordinateurs dédiés ou machines particulières, circuits à application spécifique, automates programmables, microcommandes, ordinateurs individuels, mini-ordinateurs, ordinateurs centraux, supercalculateurs et autres. Dans certains modes de réalisation, les opérations de l'unité de commande 320 peuvent être commandées par des instructions exécutées par ordinateurs ou mises en œuvre par ordinateur qui sont exécutées par un ou plusieurs processeurs associés à l'unité de commande 320. Les instructions peuvent être incorporées dans un ou plusieurs composants logiciels comme on le souhaite dans divers modes de réalisation de l'invention. L'exécution des instructions peut faire qu'un ordinateur dédié ou une autre machine particulière peut fonctionner pour commander l'alimentation du combustible vers un ou plusieurs composants de turbine 315. Les un ou plusieurs processeurs qui commandent les opérations de l'unité de commande 320 peuvent être incorporés dans l'unité de commande 320 et/ou en communication avec l'unité de commande 320 via un ou plusieurs réseaux convenables.

L'unité de commande 320 peut inclure un ou plusieurs processeurs 352, un ou plusieurs dispositifs de mémoire 354, une ou plusieurs interfaces entrée/sortie ("I/O"), et/ou un ou plusieurs dispositifs d'interface réseau 358. Les un ou plusieurs dispositifs de

mémoire 354 peuvent être tous dispositifs de mémoire convenables, par exemple, des mémoires caches, des dispositifs de morte, des dispositifs de mémoire vive, des dispositif de stockage magnétique, etc. Les un ou plusieurs dispositifs de mémoire 354 peuvent stocker  
5 des données, des instructions exécutables, et/ou divers modules de programme utilisés par l'unité de commande 320, par exemple, des fichiers de données 360 associés au fonctionnement de la turbine à gaz et/ou d'autres composants du système 300, un système d'exploitation 362 ("OS"), un module de commande de pression 364,  
10 et un ou plusieurs modèles de combustible 366. Les fichiers de données 360 peuvent inclure toutes données convenables associées au fonctionnement de la turbine à gaz et/ou à l'alimentation de combustible vers la turbine à gaz, comme diverses données de mesure reçues des capteurs, des données de composition calculées  
15 ou identifiées pour le combustible, une information de rapport de concentration en condensat à pression pour le combustible, un information d'analyse de point de rosée pour le combustible, etc. L'OS 362 peut inclure des instructions exécutables et/ou des modules de programme qui facilitent et/ou commandent le  
20 fonctionnement général de l'unité de commande 320. Par exemple, l'OS 362 peut faciliter l'exécution d'autres programmes logiciels et/ou modules de programme par les processeurs 352, comme le module de commande de pression 364 et/ou les modèles de combustible 366.

25 Le module de commande de pression 364 ou application de commande de pression peut être un module logiciel convenable qui facilite une détermination d'une pression souhaitée pour enlever des liquides et/ou des condensats du combustible. En fonctionnement le module de commande de pression 364 peut déterminer ou identifier  
30 divers paramètres du combustible qui est alimenté vers le système

300, par exemple, en obtenant des données de mesures et/ou des données de composition de combustible depuis le capteur de pression 330, le capteur de température 332, et le chromatographe en phase gazeuse 334. Le module de commande de pression 364  
5 peut ensuite calculer la pression souhaitée en fonction au moins en partie des paramètres reçus.

Une large variété de techniques convenables peuvent être utilisées comme on le souhaite pour calculer la pression souhaitée. Par exemple, la composition du combustible peut être utilisée pour  
10 déterminer, calculer, conduire, ou réaliser une analyse de point de rosée d'hydrocarbure du combustible et/ou pour générer une courbe de point de rosée d'hydrocarbure pour le combustible. Dans certains modes de réalisation, le module de commande de pression 364 peut appeler un ou plusieurs systèmes de modélisation et/ou applications  
15 de modélisation afin de conduire l'analyse de point de rosée d'hydrocarbure. Par exemple, le module de commande de pression 364 peut appeler un ou plusieurs modèles de combustible 366 qui sont exécutés par une ou plusieurs unités de commande 320. Comme autre exemple, le module de commande de pression 364 peut appeler  
20 un ou plusieurs modèles qui sont stockés sur et/ou exécutés par un ou plusieurs systèmes ou dispositifs extérieurs 370 en communication avec l'unité de commande 320 via un ou plusieurs réseaux 375 convenables. Une large variété de logiciels de modélisation et/ou programmes de modélisations convenables  
25 peuvent être utilisés pour conduire une analyse de point de rosée, comme Aspen HYSIS, qui est un produit offert par Aspen Technologie, Inc. Dans certains modes de réalisation, un programme de modélisation peut recevoir une information de composition de combustible et utiliser l'information de composition pour conduire  
30 une analyse de point de rosée pour le combustible. En résultat de

l'analyse de point de rosée, un coefficient de Joule-Thomson ou coefficient de détente de gaz peut être calculé ou déterminé.

Une fois qu'une analyse de point de rosée d'hydrocarbure a été conduite et/ou qu'un coefficient de Joule-Thomson a été  
5 identifié, le module de commande de pression 364 peut utiliser les résultats de l'analyse de point de rosée d'hydrocarbure et/ou le coefficient de Joule-Thomson pour calculer la pression souhaitée. Par exemple, dans certains modes de réalisation, le coefficient de Joule-Thomson peut être utilisé pour calculer ou déterminer une  
10 concentration en condensat pour le combustible à diverses températures, comme des températures le long d'une ligne de détente de combustible pour le combustible. Une fois que l'analyse de concentration de concentré a été réalisée, l'analyse de concentration en condensat peut être utilisée pour calculer la  
15 pression souhaitée. Dans un exemple de mode de réalisation, la pression souhaitée peut être une pression qui donne une concentration en condensat relativement élevée ou maximale. De ce point de vue, de la surchauffe peut être ajoutée au combustible en enlevant des liquides et/ou des condensats. Une large variété de  
20 techniques et/ou de calculs peuvent être utilisés pour déterminer une pression souhaitée en fonction au moins en partie d'une analyse de concentration en condensat, par exemple, une fonction de transfert convenable et une analyse par estimation des moindres carrés peuvent être appliquées aux données de rapport concentration  
25 en condensat à pression, et la pression souhaitée peut être calculée en dérivant la fonction de transfert et en la résolvant pour la pression.

Une fois qu'une pression souhaitée est déterminée, le module de commande de pression 364 peut diriger ou commander le  
30 fonctionnement du dispositif de changement de pression 305 afin

d'obtenir la pression souhaitée dans le flux de combustible. Par exemple, le module de commande de pression 364 peut commander le positionnement et/ou l'actionnement d'une ou plusieurs soupapes de pressions et/ou orifices variables afin d'obtenir la pression souhaitée. Dans certains modes de réalisation, le module de commande de pression 364 peut recevoir des données de mesures de pression et/ou de température associées au flux de combustible en aval du dispositif de changement de pression 305, et le module de commande de pression 364 peut évaluer les données de mesure afin de régler dynamiquement le fonctionnement du dispositif de changement de pression 305 pour obtenir la pression souhaitée. Comme exemple, des mesures reçues du capteur de pression 336 et/ou du capteur de température 338 en aval du dispositif de changement de pression 305 peuvent être évaluées afin de déterminer si les conditions de surchauffe souhaitées sont vérifiées, comme souhaité, le fonctionnement du dispositif de changement de pression 305 peut être modifié en fonction de l'évaluation.

De plus, dans certains modes de réalisation, le module de commande de pression 364 peut recevoir des données de mesure de pression et/ou de température associées au flux de combustible en aval du séparateur 310, et le module de commande de pression 364 peut évaluer les données de mesure afin de déterminer si une surchauffe additionnelle doit être ajoutée au combustible. Comme exemple, des mesures reçues du capteur de pression 340 et/ou du capteur de température 342 en aval du séparateur 310 peuvent être évaluées afin de déterminer si les conditions de surchauffe souhaitées sont vérifiées et, comme souhaité, le module de commande de pression 364 peut diriger le dispositif de chauffage 345 pour chauffer le combustible avant que le combustible soit alimenté vers la turbine à gaz. Un exemple des opérations qui

peuvent être réalisées par le module de commande de pression 364 est présenté plus en détails ci-dessous en référence à la figure 6.

En se référant toujours à la figure 3, les dispositifs d'interface réseau 358 peuvent faciliter la connexion de l'unité de commande 320 avec tout nombre de réseaux convenables, comme un  
5 réseau local, un réseau global, l'Internet, un réseau radio ("RF"), un réseau Bluetooth (nom de marque possédé par BLUETOOTH SIG, INC.), tout réseau câblé convenable, tout réseau sans fil convenable, ou toute combinaison convenable de réseaux câblés et  
10 sans fil. De ce point de vue, l'unité de commande 320 peut communiquer avec d'autres composants du système 300 et/ou avec des dispositifs et systèmes extérieurs. Les interfaces I/O peuvent faciliter la communication entre l'unité de commande 320 et un ou plusieurs dispositifs entrée/sortie, par exemple, un ou plusieurs  
15 dispositifs d'interface utilisateur, comme un affichage, un clavier, un panneau de commande, un affichage à écran tactile, une commande à distance, un microphone, etc., qui facilitent l'interaction de l'utilisateur avec l'unité de commande 320.

Comme souhaité, des modes de réalisation de l'invention peuvent inclure un système 300 avec plus ou moins que les  
20 composants illustrés sur la figure 3. Le système 300 de la figure 3 est fourni seulement à titre d'exemple.

La figure 4 est une représentation graphique 400 de la pression et de la température du combustible qui peut être alimenté  
25 par des systèmes de combustible selon divers modes de réalisation de l'invention. Par exemple, la figure 4 est une représentation 400 du combustible qui peut être alimenté par le système de combustible 300 de la figure 3. Le combustible entrant dans le système de combustible 300 peut être du combustible saturé humide (c'est à  
30 dire, sous le point de rosée d'hydrocarbure), du combustible saturé

sec (c'est à dire, au point de rosée d'hydrocarbure), ou du combustible surchauffé (c'est à dire, au-dessus du point de rosée d'hydrocarbure). Pour des besoins d'illustration, la figure 4 illustre le combustible entrant dans le système de combustible 300 comme du combustible surchauffé, comme indiqué au point un (1).

Selon un aspect de l'invention, une pression souhaitée pour enlever des liquides et/ou des condensats du combustible a été calculée. Le dispositif de changement de pression 305 peut recevoir l'alimentation de combustible et réduire la pression et la température du combustible jusqu'à ce que le combustible atteigne la pression souhaitée, illustrée comme le point  $P_{opt}$ . La figure 4 illustre le combustible sortant du dispositif de changement de pression 305 comme étant du combustible saturé humide. Le combustible passe ensuite à travers le séparateur 310, et des liquides et/ou des condensats peuvent être enlevés du combustible. De ce point de vue, une ligne de point de rosée d'hydrocarbure du combustible peut être décalée d'une ligne de point de rosée initiale vers une ligne de point de rosée suivant la séparation. Par conséquent, le combustible gazeux s'écoulant hors du séparateur 310 peut être un combustible saturé sec (c'est à dire, au point de rosée d'hydrocarbure), ou surchauffé (c'est à dire, au-dessus du point de rosée d'hydrocarbure). A titre d'illustration, la figure 4 illustre le combustible sortant du séparateur 310 comme combustible saturé sec, comme indiqué par le point  $P_{opt}$  sur la ligne en pointillés pour le nouveau point de rosée d'hydrocarbure.

Le combustible peut ensuite s'écouler à travers la soupape de commande 350 ce qui réduit encore la température et la pression du combustible gazeux, comme indiqué par la ligne  $P_{opt-2}$ , créant une surchauffe quand le chemin de détente du gaz dévie du nouveau point de rosée d'hydrocarbure. Cela a lieu parce que le changement

de température par rapport au changement de pression ( $\Delta T/\Delta P$ ) créé par la soupape de commande 350 peut avoir une pente plus forte que la nouvelle courbe de point de rosée d'hydrocarbure. Par conséquent, le combustible alimenté vers la turbine à gaz peut être du combustible surchauffé. La distance entre la ligne de point de rosée après la séparation et le point 2 représente une quantité de surchauffe ajoutée au combustible en résultat de l'enlèvement des liquides et/ou des condensats.

La figure 5 est une représentation graphique 500 d'un exemple de rapport de concentration en condensat à pression d'un combustible, selon un mode de réalisation illustratif de l'invention. La représentation graphique 500 illustre la concentration de liquides et/ou condensats dans le combustible sur une plage de valeurs de pression pour le combustible. Par exemple, la représentation graphique 500 illustre la concentration de liquides et/ou condensats quand le combustible se détend de la pression initiale d'approximativement 700 psia et d'une température initiale d'approximativement soixante degrés Fahrenheit. En utilisant la représentation graphique 500, une pression souhaitée (indiquée comme  $P_{opt}$ ) pour enlever des liquides et/ou des condensats du combustible peut être identifiée. Par exemple, la pression souhaitée peut être un point auquel une concentration maximale de condensats est formée dans le combustible.

Dans certains modes de réalisation, la représentation 500 illustrée sur la figure 5 peut être générée en se basant sur la composition du combustible. Par exemple, la composition du combustible peut être utilisée pour réaliser une analyse de point de rosée pour le combustible, et l'analyse de point de rosée peut être évaluée afin de calculer ou déterminer un coefficient de Joule-Thomson pour le combustible. Le coefficient de Joule-Thomson

peut ensuite être utilisé pour calculer des quantités de condensat d'hydrocarbure formé dans le combustible le long de divers points d'une ligne de détente du combustible, comme la ligne de détente illustrée sur la figure 4 entre les points 1 et 2.

5 La figure 6 est un organigramme d'un exemple de procédé 600 pour alimenter en combustible une turbine à gaz, selon un mode de réalisation illustratif de l'invention. Le procédé 600 peut être réalisé par une unité de commande convenable associée avec un système d'alimentation en combustible, comme l'unité de commande 10 320 associée avec le système d'alimentation en combustible 300 illustré sur la figure 3. Le procédé 300 peut commencer au bloc 605.

Au bloc 605, une alimentation de combustible peut être reçue. Divers paramètres du combustible peuvent être déterminés au bloc 610. Une large variété de paramètres associés au combustible 15 alimenté peuvent être déterminés comme souhaité, comme une température du combustible et une pression du combustible. Selon un aspect de l'invention, une composition du combustible peut aussi être déterminée au bloc 610. Par exemple, le combustible peut être analysé par un chromatographe en phase gazeuse qui identifie la 20 composition du combustible. Un exemple de la composition de combustible gazeux naturel est illustré dans le tableau 1 ci-dessous :

25 Tableau 1 : Exemple d'analyse de composition de combustible gazeux

<b>Composant</b>	<b>fraction molaire</b>
C02	0,015000
Argon	0,000012
Azote	0,006610

Méthane	0,958191
Ethane	0,014866
Propane	0,002866
i-Butane	0,000449
n-Butane	0,000593
22-Mpropane	0,000013
i-Pentane	0,000181
n-Pentane	0,000155
22-Mbutane	0,000482
23-Mbutane	0,000048
3-Mpentane	0,000040
n-Hexane	0,000062
24-Mpentane	0,000032
Benzène	0,000010
Cyclohexane	0,000033
2M1C6=	0,000013
23-Mpentane	0,000008
3-Epentane	0,000006
n-Heptane	0,000027
25-MHexane	0,000005
3M1C6=	0,000002
Toluène	0,000026
2-Mheptane	0,000001
n-Octane	0,000051
n-Décane	0,000068
H2O	0,000147

L'analyse de composition illustrée dans le tableau 1 est fournie à titre d'exemple seulement. Une large variété d'analyses de

composition différentes peuvent être construites, identifiées et/ou générées en se basant sur un échantillon d'un combustible alimenté.

5 Au bloc 615, une analyse de point de rosée d'hydrocarbure peut être déterminée, calculée, conduite, ou réalisée pour le combustible en fonction au moins en partie de la composition de combustible déterminé. Dans certains modes de réalisation, un ou plusieurs systèmes de modélisation de combustible peuvent être utilisés pour conduire l'analyse de point de rosée d'hydrocarbure. Un exemple d'une courbe de point de rosée d'hydrocarbure qui peut être générée à partir d'une composition de combustible est illustré sur la figure 4. Comme souhaité, l'analyse de point de rosée d'hydrocarbure peut être utilisée pour déterminer un coefficient de Joule-Thomson ou un coefficient de détente pour le combustible, auquel on peut se référer en utilisant le symbole  $K_0$ .  $K_0$  peut être 10 une constante qui est utilisée dans une équation qui représente le chemin de détente de gaz adiabatique dans un dispositif de changement de pression, et peut être exprimé comme une fonction linéaire de la pression selon l'équation un (1) ci-dessous :

$$20 \quad T_2 = T_1 + (P_1 - P_2) \times K_0 \quad (1)$$

En se référant à l'équation (1),  $T_1$  peut représenter une température initiale du combustible,  $T_2$  peut représenter une température finale du combustible,  $P_1$  peut représenter une pression initiale du combustible,  $P_2$  peut représenter une pression finale du combustible, et  $K_0$  peut être le coefficient de Joule-Thomson.  $K_0$  peut être négatif pour de nombreux composants de combustible, comme le gaz naturel. Par conséquent, une chute de température peut avoir lieu pendant une détente du combustible.  $K_0$  peut être 25 calculé à partir de la composition du gaz et peut être une fonction 30

de la température initiale. Avec la composition de combustible du tableau 1, la valeur de  $K_0$  peut être calculée comme 0,069.

5 Au bloc 620, une concentration de condensé pour le combustible peut être calculée le long d'une ligne de détente du combustible en fonction au moins en partie de l'analyse de point de rosée conduite et/ou d'autres paramètres associés au combustible. Par exemple, un rapport de concentration en condensat à pression pour le combustible peut être calculé ou déterminé en utilisant une valeur calculée de  $K_0$ . Comme souhaité, une concentration en  
10 condensat peut être calculée à une large variété de pressions le long de la ligne de détente du combustible. Comme exemple, un système de commande convenable ou un autre système peut utiliser l'équation (2) ci-dessous pour calculer la concentration en condensat pour le combustible à diverses pressions. Un exemple  
15 d'une analyse de concentration en condensat est illustré sur la figure 5.

Au bloc 625, une pression souhaitée (à laquelle on peut se référer comme une pression optimale) pour séparer des liquides et/ou des condensats du combustible peut être calculée en fonction  
20 au moins en partie de la relation ou le rapport de concentration en condensat à pression calculé. Une large variété de techniques peuvent être utilisées pour déterminer la pression souhaitée. Par exemple, une valeur de concentration en condensat maximale peut être identifiée, et la pression associée à cette valeur peut être  
25 déterminée. Comme autre exemple, une fonction de transfert peut être générée pour et/ou appliquée au rapport de concentration en condensat à pression, et la fonction de transfert peut être dérivée et résolue pour la pression. Une large variété de fonctions de transfert peuvent être utilisées comme on le souhaite dans divers modes de

réalisation de l'invention, comme la fonction de transfert présentée dans l'équation (2) ci-dessous.

$$C = K_1 + K_2 \times P + K_3 \times P^2 + K_4 / P \quad (2)$$

5

En se référant à l'équation (2), le paramètre C peut représenter la concentration en condensat d'hydrocarbure en parties par million par poids ("ppmw").  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ , et  $K_4$  peuvent être des constantes qui sont basées sur ou déterminées en fonction au moins en partie d'une analyse des moindres carrés du rapport de concentration en condensat à pression. Le paramètre P peut représenter la pression du combustible. Pour le rapport illustré sur la figure 5, des exemples de valeurs pour  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  et  $K_4$  peuvent être :

15

$$K_1 = 408,8084$$

$$K_2 = 0,221672$$

20

$$K_3 = -0,00323$$

$$K_4 = -28301,9$$

25

La pression souhaitée peut être calculée en dérivant l'équation (2) et en réglant le résultat à (0), comme illustré par l'équation (3) ci-dessous.

$$\frac{\partial C}{\partial P} = K_2 + 2 \times K_3 \times P - K_4/P^2 = 0 \quad (3)$$

30

Résoudre pour la pression (P) en utilisant les constantes de moindres carrés peut donner comme résultat le calcul de la pression souhaitée. En utilisant les valeurs des constantes présentées ci-

dessus, la pression souhaitée peut être calculée comme 176 livres par pouce carré absolue ("psia"), et la concentration hydrocarbure correspondante peut être de 187 ppmw. En ajustant la pression du combustible à 176 psia avant d'alimenter le combustible vers le séparateur, un taux relativement maximal d'enlèvement de condensat peut être obtenu, assurant ainsi que le combustible sera surchauffé quand il sera encore plus détendu. Les calculs et valeurs présentés ci-dessus sont fournis à titre d'exemple seulement. On appréciera que des calculs similaires peuvent être conduits pour d'autres conditions et compositions initiales de combustible.

Au bloc 630, le fonctionnement d'un dispositif de changement de pression, comme une ou plusieurs vannes Joule-Thomson, peut être commandé afin d'obtenir la pression souhaitée. Par exemple, un positionnement des soupapes peut être réglé et/ou commandé afin de réduire la pression du combustible à la pression souhaitée. Comme souhaité, la pression et/ou la température du combustible peut être mesurée et/ou contrôlée en aval du dispositif de changement de pression. De ce point de vue, le fonctionnement du dispositif de changement de pression peut être réglé dynamiquement en fonction des mesures en aval jusqu'à ce que la pression souhaitée soit obtenue.

Au bloc 635, le combustible qui a été détendu à travers le dispositif de changement de pression peut être alimenté vers un séparateur, comme un filtre coalescent ou une tour d'absorption ayant une huile absorbante. De ce point de vue, les liquides et/ou les condensats peuvent être enlevés du combustible. En enlevant les liquides et/ou les condensats du combustible, la ligne de point de rosée d'hydrocarbure peut être décalée. Par conséquent, quand le combustible est encore détendu par une soupape de commande avant

d'être alimenté vers un composant de turbine (par exemple une chambre de combustion), le combustible peut être surchauffé.

5 Au bloc 640, qui peut être optionnel dans certains modes de réalisation de l'invention, un ou plusieurs paramètres pour le combustible peuvent être déterminés ou mesurés après la séparation des liquides et/ou des condensats du combustible. Par exemple, la pression et/ou la température du combustible peuvent être mesurées en aval du séparateur. Au bloc 645, une détermination peut être faite de si les exigences de surchauffe pour le combustible ont été  
10 vérifiées. En d'autres termes, une détermination peut être faite de si le combustible est susceptible d'inclure des liquides et/ou des condensats quand il sera encore détendu et/ou d'être alimenté vers un composant de turbine à gaz. S'il est déterminé au bloc 645 que les exigences de surchauffe pour le combustible ont été vérifiées,  
15 alors le combustible peut être alimenté vers le composant de turbine à gaz. Si néanmoins, il est déterminé au bloc 645 que les exigences de surchauffe pour le combustible n'ont pas été vérifiées, alors les opérations peuvent continuer au bloc 655.

20 Au bloc 655, une détermination peut être faite de si un dispositif de chauffage (par exemple un échangeur de chaleur) est disponible pour chauffer le combustible. S'il est déterminé au bloc 655 qu'un dispositif de chauffage n'est pas disponible, alors le combustible peut ne pas être alimenté vers le composant de turbine. Les opérations peuvent retourner au bloc 630, et le fonctionnement  
25 du dispositif de réduction de pression peut être réglé et/ou commandé d'autre manière pour obtenir une pression souhaitée pour enlever des condensats du combustible. Si, néanmoins, il est déterminé au bloc 655 qu'un dispositif de chauffage est disponible, alors les opérations peuvent continuer au bloc 660, et le  
30 combustible peut être chauffé par le dispositif de chauffage afin de

répondre aux exigences de surchauffe pour le combustible. Le combustible peut ensuite être alimenté vers le composant de turbine à gaz au bloc 650.

Le procédé 600 peut se terminer après le bloc 650.

5 Les opérations décrites dans le procédé 600 de la figure 6 ne doivent pas forcément être réalisées dans l'ordre indiqué sur la figure 6, mais peuvent être réalisées dans tout ordre convenable. De plus, dans certains modes de réalisation de l'invention, plus ou moins tous les éléments ou opérations présentés sur la figure 6  
10 peuvent être réalisés.

L'invention est décrite ci-dessus en référence aux diagrammes schématiques et organigrammes des systèmes, procédés, appareil et/ou produits de programme informatique selon des exemples de mode de réalisation de l'invention. On comprendra  
15 qu'un ou plusieurs blocs des diagrammes schématiques et organigrammes, et combinaisons de blocs dans les diagrammes schématiques et organigrammes, respectivement, peuvent être mis en œuvre par des instructions de programme exécutable sur un ordinateur. De même, certains blocs des diagrammes schématiques  
20 et organigrammes peuvent ne pas nécessairement devoir être réalisés dans l'ordre présenté, ou peuvent ne pas nécessairement devoir être réalisés du tout, selon certains modes de réalisation de l'invention.

Ces instructions de programme exécutable sur un ordinateur  
25 peuvent être chargées sur un ordinateur d'utilisation générale, un ordinateur dédié, un processeur, ou autre appareil de traitement de données programmable pour fonctionner d'une manière particulière, de telle manière que les instructions qu'il exécute sur l'ordinateur, processeur ou autre appareil de traitement de données programmable  
30 crée des moyens pour mettre en œuvre une ou plusieurs fonctions

spécifiées dans le ou les blocs d'organigramme. Ces instructions de programme informatique peuvent aussi être stockées dans une mémoire d'ordinateur lisible qui peut diriger un ordinateur ou autre appareil de traitement de données programmable pour fonctionner d'une manière particulière, de telle manière que les instructions stockées dans la mémoire lisible par ordinateur produisent un article de manufacture comprenant des moyens d'instruction qui mettent en œuvre une ou plusieurs fonctions spécifiées dans le ou les blocs d'organigramme. Comme exemple, des modes de réalisation de l'invention peuvent fournir un produit de programme informatique, comprenant un médium utilisable par ordinateur ayant un code de programme ou des instructions de programme lisibles par ordinateur à l'intérieur, ledit code de programme lisible par ordinateur étant adapté pour être exécuté pour mettre en œuvre une ou plusieurs fonctions spécifiées dans le ou les blocs d'organigramme. Les instructions de programme informatique peuvent aussi être chargées sur un ordinateur et autre appareil de traitement de données programmable pour provoquer la réalisation d'une série d'éléments opérationnels ou étapes à réaliser sur l'ordinateur et autre appareil de traitement de données programmable pour produire un processus mis en œuvre informatiquement de telle manière que les instructions qui s'exécutent sur l'ordinateur et autre appareil de traitement de données programmable fournissent des éléments ou étapes pour la mise en œuvre des fonctions spécifiées dans le ou les blocs d'organigramme.

Par conséquent, les blocs des diagrammes schématiques et organigrammes supportent des combinaisons de moyens pour réaliser les fonctions spécifiées et des moyens d'instruction de programme pour réaliser les fonctions spécifiées. On comprendra aussi que chaque bloc des diagrammes schématiques et

organigrammes, et des combinaisons de blocs dans les diagrammes schématiques et organigrammes, peuvent être mis en œuvre par des systèmes informatiques basés sur un matériel dédié qui réalise les fonctions, les éléments ou étapes spécifiés, ou des combinaisons de matériel dédié et d'instructions informatiques.

Alors que l'invention a été décrite en liaison avec ce qui est actuellement considéré comme les modes de réalisation les plus pratiques et divers, il faut comprendre que l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits, mais au contraire, est sensée couvrir divers agencements équivalents et modifications inclus dans le domaine des revendications attenantes.

Cette description écrite utilise des exemples pour décrire l'invention, incluant le meilleur mode, et aussi pour permettre à tout homme de l'art de mettre en pratique l'invention, y compris la fabrication et l'utilisation de tous systèmes ou dispositifs et la réalisation de tout procédé incorporé. Le domaine brevetable de l'invention est défini dans les revendications, et peut inclure d'autres exemples qui apparaîtront à l'homme de l'art. De tels autres exemples sont prévus pour être dans le domaine des revendications s'ils ont des éléments structurels qui ne diffèrent pas du langage littéral des revendications, ou s'ils incluent des éléments structurels avec des différences infimes par rapport au langage littéral des revendications.

**Liste des références pour :**  
**Systemes et procédés pour alimenter en combustible une turbine**  
**à gaz**

5	10	systeme de combustible
	12	turbine à gaz
	14	alimentation en combustible
	16	séparateur
	18	soupape de commande d'écoulement
10	20	échangeur de chaleur
	22	échangeur de chaleur
	24	source de chaleur
	300	systeme d'alimentation en combustible
	305	dispositif de changement de pression
15	310	séparateur
	315	composant de turbine
	320	unité(s) de commande
	325	alimentation en combustible
	330	capteur de pression
20	332	capteur de température
	334	chromatographe en phase gazeuse
	336	capteur de pression
	338	capteur de température
	340	capteur de pression
25	342	capteur de température
	345	dispositif de chauffage
	350	soupape(s) de commande
	352	processeur(s)
	354	dispositif(s) de mémoire
30	356	dispositif(s) d'interface I/O

	358	dispositif(s) d'interface réseau
	360	fichier(s) de données
	362	système d'exploitation
	364	module de commande de pression
5	366	modèle(s) de combustible
	370	dispositif(s)/système(s) extérieur(s)
	375	réseau(x)
	400	représentation graphique
	500	représentation graphique
10	600	procédé
	605	bloc
	610	bloc
	615	bloc
	620	bloc
15	625	bloc
	630	bloc
	635	bloc
	640	bloc
	645	bloc
20	655	bloc
	660	bloc

## REVENDICATIONS

1. Système (300) pour alimenter en combustible une turbine à gaz (315), le système (300) comprenant :

5 au moins un canal d'écoulement configuré pour alimenter un combustible ;

un ou plusieurs dispositifs de détection (330, 332, 334) configurés pour déterminer un ou plusieurs paramètres associés au combustible ;

10 un dispositif de changement de pression (305) configuré pour recevoir le combustible depuis l'au moins un canal d'écoulement et réduire une pression du combustible (325) à une pression souhaitée ;

15 un séparateur (310) connecté en aval du dispositif de changement de pression (305) et configuré pour enlever des liquides du combustible ; et

20 au moins une commande (320) configurée pour (i) recevoir les un ou plusieurs paramètres déterminés venant des un ou plusieurs dispositifs de détection, (ii) calculer, en fonction au moins en partie d'un ou plusieurs paramètres, la pression souhaitée, et (iii) diriger le fonctionnement du dispositif de changement de pression pour obtenir la pression souhaitée,

les un ou plusieurs paramètres comprenant une composition du combustible, et l'au moins une commande (320) étant configurée pour calculer la pression souhaitée en :

25 dirigeant, en fonction au moins en partie de la composition, le calcul d'une analyse de point de rosée d'hydrocarbure pour le combustible ;

identifiant, en fonction au moins en partie de l'analyse de point de rosée d'hydrocarbure, un rapport de concentration en

condensat à pression pour le combustible le long d'un chemin de détente associé au combustible ; et

calculant la pression souhaitée en fonction au moins en partie du rapport de concentration en condensat à pression.

5           2. Système (300) selon la revendication 1, dans lequel les un ou plusieurs dispositifs comprennent au moins l'un (i) d'un capteur de pression (330), (ii) un capteur de température (332), ou (iii) un dispositif d'analyse de composition de combustible.

10           3. Système (300) selon la revendication 1, dans lequel les un ou plusieurs dispositifs de détection comprennent un chromatographe en phase gazeuse (334).

15           4. Système (300) selon la revendication 1, dans lequel l'au moins une commande (320) est en outre configurée pour appeler un composant de modélisation pour calculer l'analyse de point de rosée d'hydrocarbure.

5. Système (300) selon la revendication 1, dans lequel l'au moins une commande (320) est en outre configurée pour calculer la pression souhaitée en :

20           identifiant une estimation par les moindres carrés convenant pour le rapport de concentration en condensat (500) à pression calculé en utilisant une fonction de transfert ; et

calculant la pression souhaitée en fonction au moins en partie de la dérivée de la fonction de transfert.

25           6. Système (300) selon la revendication 5, dans lequel la fonction de transfert comprend une fonction de transfert de  $C = K_1 + K_2 \times P + K_3 \times P^2 + K_4 / P$ , dans lequel C est la concentration en condensat d'hydrocarbure, et K1, K2, K3, et K4 sont des constantes d'estimation par les moindres carrés.

7. Système (300) selon la revendication 1, dans lequel le dispositif de changement de pression (305) comprend au moins l'un parmi (i) une vanne Joule-Thomson ou (ii) un orifice variable.

5 8. Système (300) selon la revendication 1, dans lequel l'au moins une commande (320) est configurée pour commander le fonctionnement du dispositif de changement de pression (305) en :

contrôlant une pression du combustible en aval du dispositif de changement de pression ; et

comparant la pression contrôlée à la pression souhaitée ; et

10 commandant le fonctionnement du dispositif de changement de pression (305) en fonction au moins en partie de la comparaison.

9. Système (300) selon la revendication 1, dans lequel le séparateur (310) comprend au moins l'un de (i) un filtre coalescent, (ii) un séparateur inertiel, (iii), un dévésiculeur, ou (iv) une tour  
15 d'absorption ayant une huile absorbante.

1/6

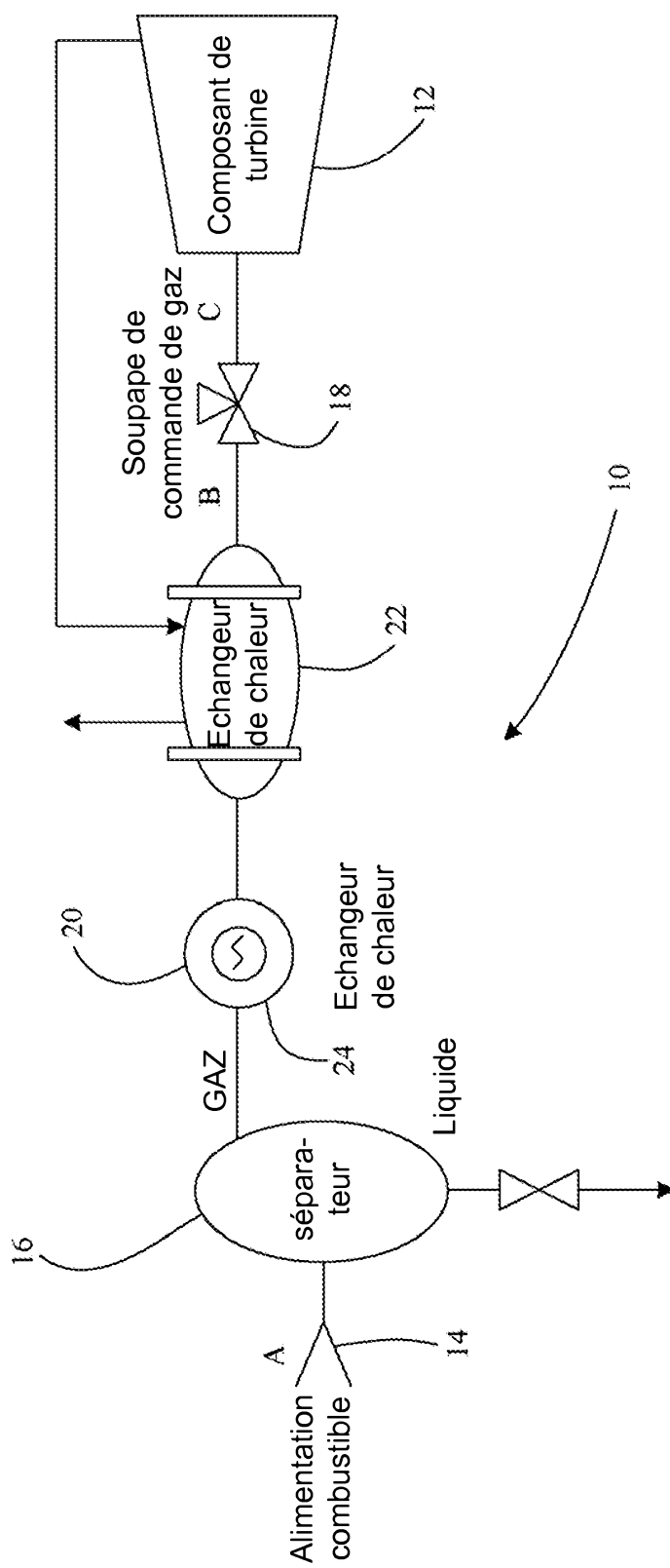


FIG. 1  
ART ANTERIEUR

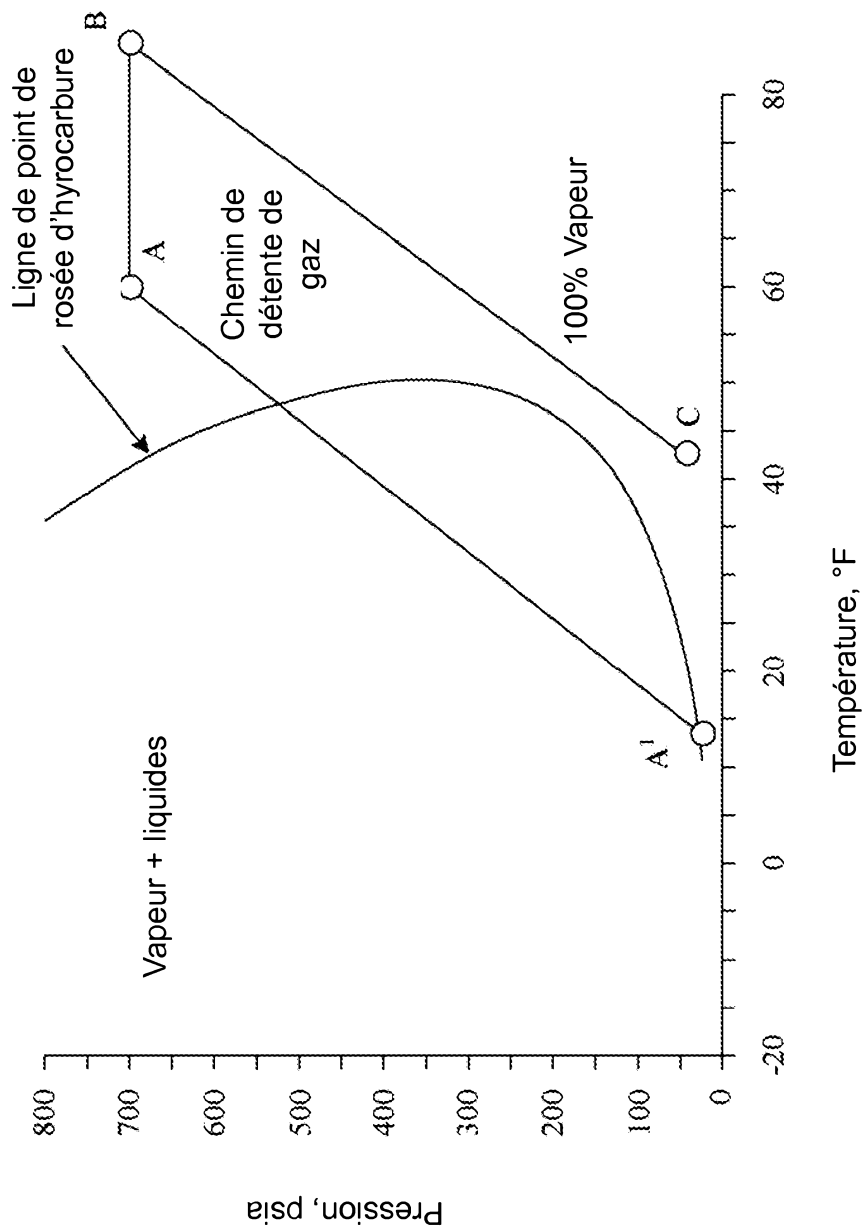


FIG. 2  
ART ANTERIEUR

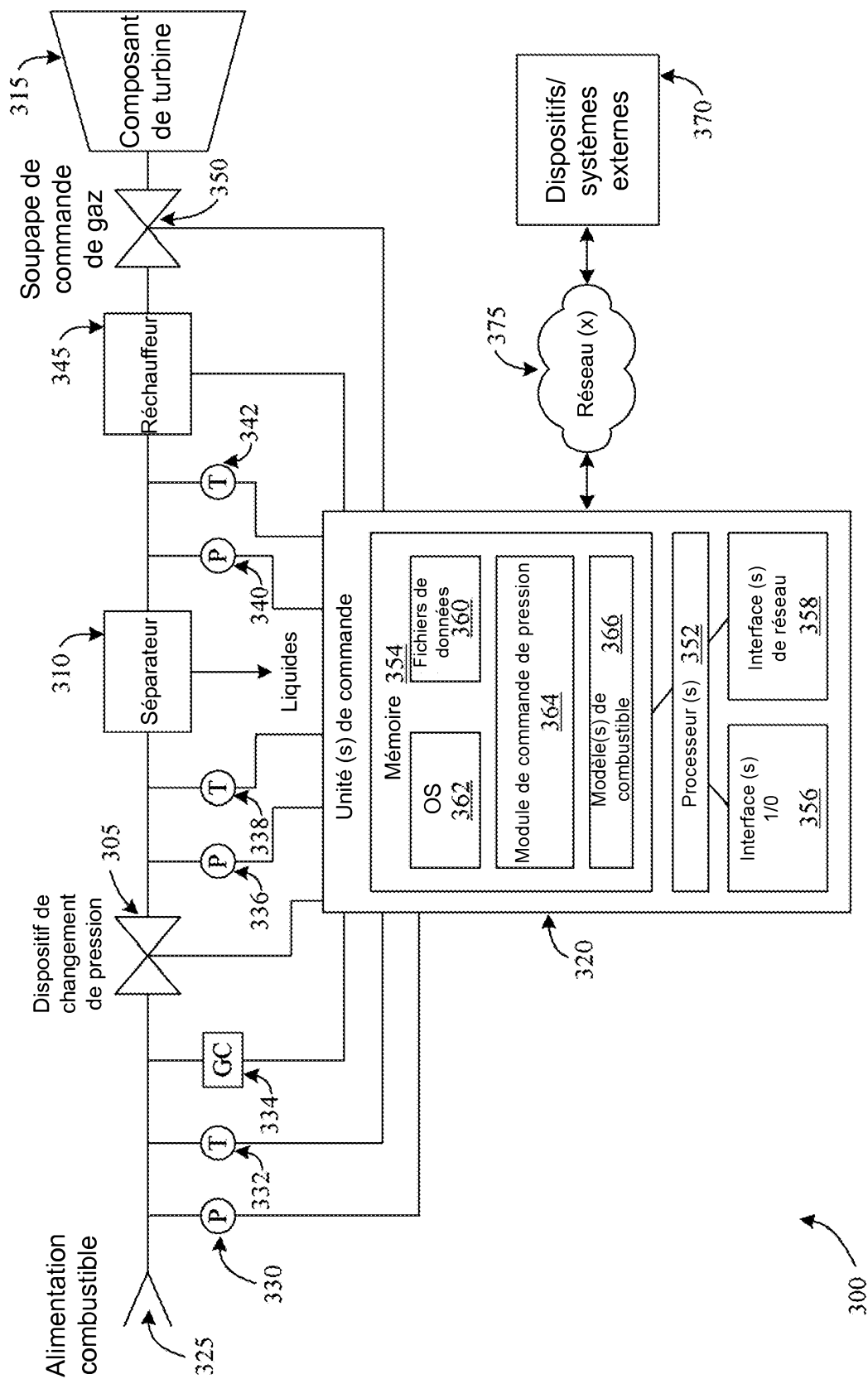
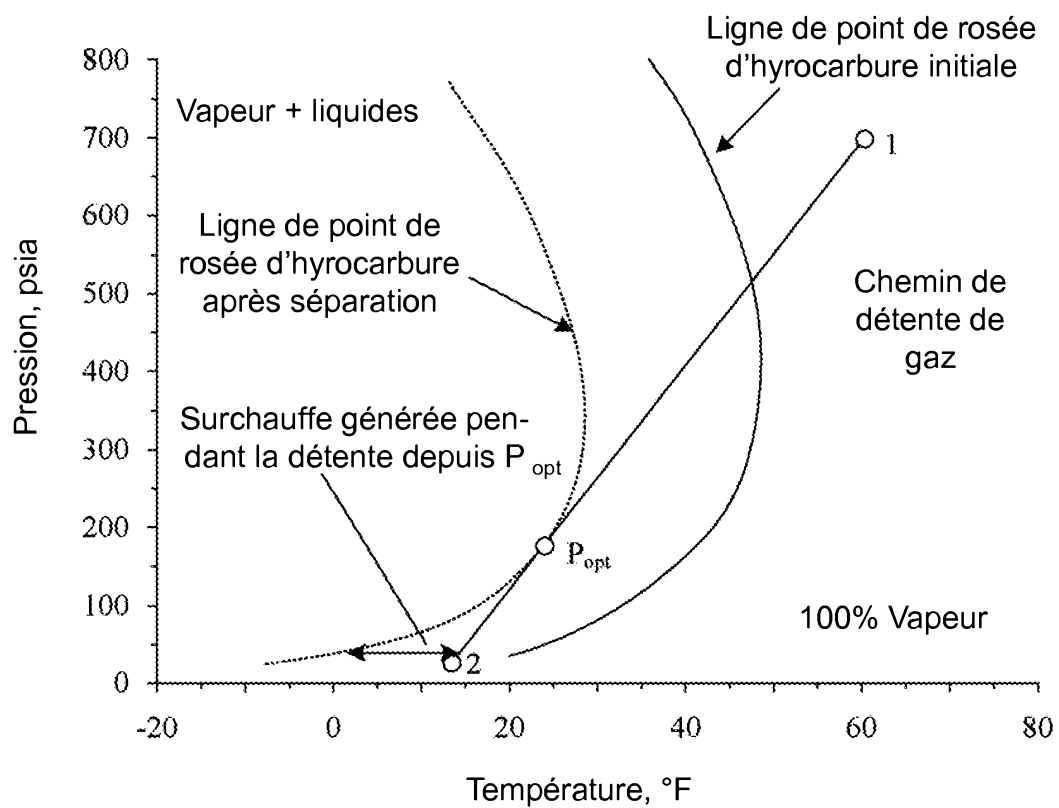


FIG. 3

4/6

FIG. 4



400 ↗

5/6

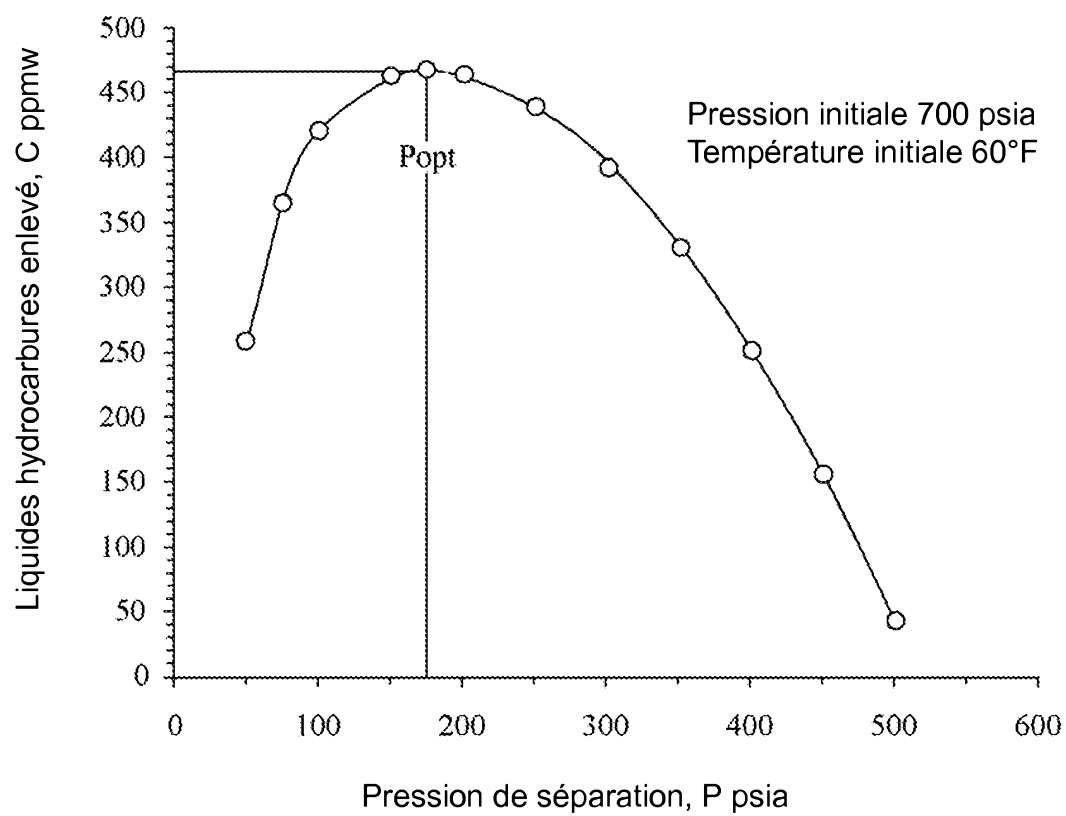


FIG. 5

6/6

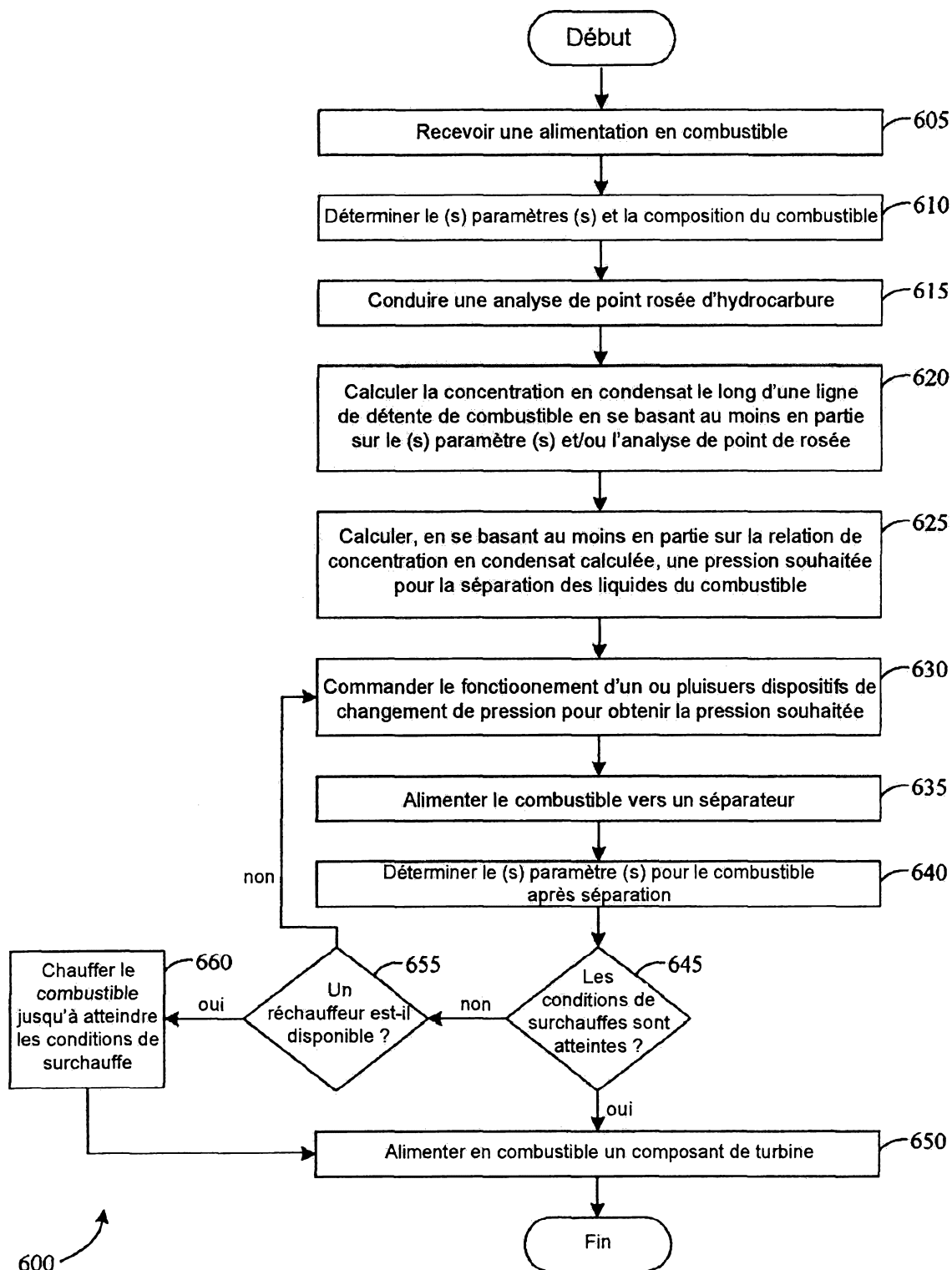


FIG. 6

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

- Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- Le demandeur a maintenu les revendications.
- Le demandeur a modifié les revendications.
- Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

WO 03/012271 A1 (PIPELINE CONTROLS INC [US]; LOHN PAUL [US])  
13 février 2003 (2003-02-13)

US 6 401 459 B1 (TIRAS CRAIG S [US])  
11 juin 2002 (2002-06-11)

DE 103 08 384 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD BADEN [CH])  
9 septembre 2004 (2004-09-09)

US 4 369 803 A (FURR DANNY L)  
25 janvier 1983 (1983-01-25)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT