



(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43)

Date de publication:
14.08.2024 Bulletin 2024/33

(51)

Classification Internationale des Brevets (IPC):
F23J 15/06^(2006.01) F23L 7/00^(2006.01)
F23C 9/08^(2006.01)

(21)

Numéro de dépôt: 24156649.6

(52)

Classification Coopérative des Brevets (CPC):
F23J 15/06; F23C 9/08; F23L 7/007;
F23C 2202/30; F23J 2215/50; F23J 2900/15061;
F23L 2900/07001; F23L 2900/07005

(22)

Date de dépôt: 08.02.2024

(84)

Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
GE KH MA MD TN

(72)

Inventeurs:
• GOFFE, Dominique
40220 TARNOS (FR)
• ORONA, Benjamin
85600 MONTAIGU-VENDEE (FR)
• LANTOINE, Laurent
75009 PARIS (FR)

(30)

Priorité: 09.02.2023 FR 2301223

(74)

Mandataire: IP Trust
2, rue de Clichy
75009 Paris (FR)

(71)

Demandeur: GRDF
75009 Paris (FR)

(54)

INSTALLATION THERMIQUE

(57)

L'invention concerne une installation thermique
(1) pourvue d'une chaudière à oxycombustion qui
comprend :

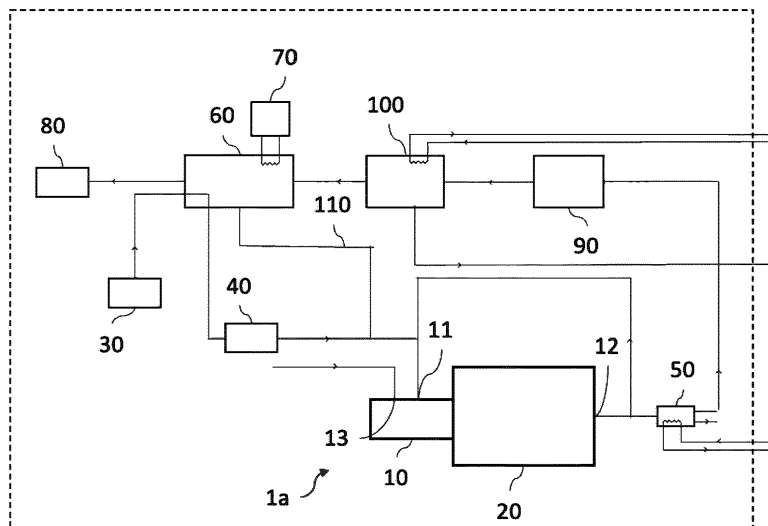
- un oxy-brûleur (10) ;
- un premier condenseur (50) destiné à collecter une pre-
mière fraction des gaz de combustion à la sortie d'éva-
cuation (12), le premier condenseur (50) étant configuré
pour condenser l'eau contenue dans cette première frac-
tion de sorte que ladite première fraction forme, en sortie
du premier condenseur (50), une première fraction enri-

chie comprenant majoritairement du dioxyde de
carbone ;

- un échangeur thermique (60) configuré pour permettre
un échange thermique entre la première fraction enrichie
et un comburant avant son injection dans l'oxy-brûleur
(10), ledit échange thermique conduisant à une augmen-
tation de la température du comburant et une diminution
de la température de la première fraction enrichie ;
- un moyen permettant le stockage de la première fraction
enrichie.

[Fig. 1]

1



Description

DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] La présente invention se rapporte au domaine de l'énergie thermique et plus particulièrement au domaine des chaudières. Notamment, la présente invention concerne une installation thermique pourvue d'une chaudière à oxycombustion énergétiquement optimisée et à émissions de gaz à effet de serre limitées.

ARRIERE PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION

[0002] Une chaudière pourvue d'un oxy-brûleur (ci-après « chaudière à oxycombustion ») met généralement en oeuvre, en tant que comburant, de l'oxygène pur de sorte que les fumées issues de la combustion sont essentiellement dépourvues de composés azotés, et/ou soufrés.

[0003] Néanmoins, pour des raisons de commodités, l'oxygène pur alimentant la chaudière peut être sous forme liquide, et nécessite donc d'être chauffé afin d'être injecté dans l'oxy-brûleur sous forme gazeuse.

[0004] Ce dernier aspect implique donc un apport d'énergie qui limite d'autant le rendement global de l'installation pourvue d'une chaudière à oxycombustion.

[0005] Un but de la présente invention est donc de proposer une installation pourvue d'une chaudière à oxycombustion permettant de valoriser les frigories apportées par l'oxygène liquide de manière à améliorer le rendement global de l'installation.

[0006] Un autre but de la présente invention est de proposer une installation thermique pourvue d'une chaudière à oxycombustion qui permet de valoriser de manière la plus efficace possible le dioxyde de carbone issu de la combustion.

BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

[0007] Les buts de l'invention sont, au moins en partie, atteints par une installation thermique qui comprend une chaudière à oxycombustion, ladite chaudière comprenant un oxy-brûleur pourvu d'une entrée d'injection et d'une sortie d'évacuation et par laquelle des gaz, dits gaz de combustion et comprenant du dioxyde de carbone et de l'eau, sont susceptibles d'être évacués.

[0008] L'installation thermique comprend en outre :

- un premier condenseur destiné à collecter une première fraction des gaz de combustion à la sortie d'évacuation, le premier condenseur étant configuré pour condenser l'eau contenue dans cette première fraction de sorte que ladite première fraction forme, en sortie du premier condenseur, une première fraction enrichie comprenant majoritairement du dioxyde de carbone ;
- un échangeur thermique configuré pour permettre un échange thermique entre la première fraction en-

richie et un comburant avant son injection dans l'oxy-brûleur, ledit échange thermique conduisant à une augmentation de la température du comburant et une diminution de la température de la première fraction enrichie ;

- un moyen permettant le stockage de la première fraction enrichie sous forme liquide.

[0009] Selon un mode de mise en oeuvre, l'échangeur thermique est également configuré pour permettre une liquéfaction de la première fraction enrichie.

[0010] Selon un mode de mise en oeuvre, ladite chaudière comprend des moyens de recirculation configurés pour prélever une deuxième fraction des gaz de combustion et les mélanger avec le comburant avant ou après son injection au niveau de l'entrée d'injection.

[0011] Selon un mode de mise en oeuvre, des moyens de vaporisation sont configurés pour vaporiser un comburant, initialement présent sous forme liquide, avant son injection dans l'oxy-brûleur par l'entrée d'injection lors d'une phase de démarrage de la chaudière.

[0012] Selon un mode de mise en oeuvre, un compresseur est intercalé entre le premier condenseur et l'échangeur thermique, ledit compresseur est configuré pour compresser la première fraction enrichie.

[0013] Selon un mode de mise en oeuvre, ladite installation comprend également un deuxième condenseur intercalé entre le compresseur et l'échangeur thermique, ledit deuxième condenseur étant configuré pour condenser, au moins en partie, l'eau susceptible d'être présente dans la première fraction enrichie.

[0014] Selon un mode de mise en oeuvre, ladite installation comprend une source de comburant, ledit comburant comprenant de l'oxygène liquide.

[0015] Selon un mode de mise en oeuvre, la source de comburant est configurée pour produire de l'oxygène liquide.

[0016] Selon un mode de mise en oeuvre, la source de comburant comprend un réservoir.

[0017] Selon un mode de réalisation, l'échangeur thermique est configuré pour permettre la récupération de la partie première fraction enrichie non condensée, et d'injecter cette partie à l'entrée d'injection.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0018] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description détaillée qui va suivre en référence à la figure annexée sur laquelle :

[Fig.1] La figure 1 est une représentation schématisée d'une installation thermique conforme aux principes de la présente invention ;

[Fig.2] La figure 2 représente de manière simplifiée une installation thermique alternative à celle représentée à la figure 1 ;

[Fig.3] La figure 3 est une représentation schématisée d'une première variante d'une installation thermique conforme aux principes de la présente invention ;

[Fig.4] La figure 4 est une représentation schématisée d'une deuxième variante d'une installation thermique conforme aux principes de la présente invention ;

[Fig.5] La figure 5 est une représentation schématisée d'une troisième variante d'une installation thermique conforme aux principes de la présente invention.

DESCRIPTION DETAILLÉE DE L'INVENTION

[0019] La présente invention concerne une installation thermique pourvue d'une chaudière à oxycombustion qui permet à la fois de valoriser les frigories apportées par l'oxygène liquide mais également de valoriser les « fumées chaudes » issues de la combustion d'un gaz combustible en présence de dioxygène essentiellement pur comme comburant.

[0020] En particulier, la présente invention peut mettre en oeuvre des moyens d'échange thermique permettant de condenser le dioxyde de carbone.

[0021] Par ailleurs, la présente invention vise également la purification et/ou la séquestration et/ou le stockage du dioxyde de carbone issu de la combustion dans l'oxy-brûleur afin d'en limiter les émissions dans l'atmosphère et le cas échéant de le valoriser.

[0022] Ainsi, l'invention concerne une installation thermique pourvue d'une chaudière à oxycombustion qui comprend un oxy-brûleur pourvu d'une entrée d'injection et d'une sortie d'évacuation et par laquelle des gaz, dits gaz de combustion et comprenant du dioxyde de carbone et de l'eau, sont susceptibles d'être évacués ;

[0023] L'installation comprend en outre :

- un premier condenseur destiné à collecter une première fraction des gaz de combustion à la sortie d'évacuation, le premier condenseur étant configuré pour condenser l'eau contenue dans cette première fraction de sorte que ladite première fraction forme, en sortie du premier condenseur, une première fraction enrichie comprenant majoritairement du dioxyde de carbone ;
- un échangeur thermique configuré pour permettre un échange thermique entre la première fraction enrichie et un comburant avant son injection dans l'oxy-brûleur, ledit échange thermique conduisant à une augmentation de la température du comburant et une diminution de la température de la première fraction enrichie ;
- un moyen permettant le stockage de la première fraction enrichie sous forme liquide.

[0024] A la figure 1, on peut voir un schéma de principe de fonctionnement d'une installation thermique 1 pourvue d'une chaudière à oxycombustion 1a selon les termes de la présente invention.

[0025] Notamment, la chaudière à oxycombustion 1a comprend un oxy-brûleur 10. Selon les termes de la présente invention, un oxy-brûleur est un brûleur adapté pour la combustion d'un combustible en présence d'un comburant riche en dioxygène. A cet égard, il sera considéré tout au long du présent énoncé qu'un comburant riche en oxygène comprend au moins 85% d'oxygène, avantageusement au moins 95% d'oxygène, encore plus avantageusement au moins 98% d'oxygène, par exemple au-delà de 99%. Il est entendu que les teneurs en oxygène sont données en pourcentage volumique.

[0026] La chaudière à oxy-combustion 1a comprend également une chambre d'échange thermique 20 couplée à l'oxy-brûleur 10, et dans laquelle se déroule la combustion du combustible en présence du comburant.

[0027] Notamment, la chambre d'échange thermique 20 est le lieu d'échanges thermiques où l'énergie thermique produite par l'oxy-brûleur 10, lors de la combustion du carburant, est au moins partiellement transférée à un fluide. Ledit fluide, par exemple de l'eau, circule notamment d'une entrée, dite entrée froide, vers une sortie, dite sortie chaude.

[0028] L'oxy-brûleur 10 comprend une entrée dite entrée d'injection 11, tandis que la chambre d'échange thermique comprend une sortie, dite sortie d'évacuation 12.

[0029] Plus particulièrement, l'entrée d'injection 11 est une entrée par laquelle le comburant est destiné à être injecté préférentiellement sous forme gazeuse, tandis que la sortie d'évacuation est une sortie par laquelle les gaz de combustion sont susceptibles d'être évacués.

[0030] Notamment, les gaz de combustion résultent de la combustion d'un combustible, également injecté dans l'oxy-brûleur 10.

[0031] A cet égard, le combustible peut comprendre du gaz naturel (gaz comprenant essentiellement du méthane), et être injecté au niveau d'une deuxième entrée d'injection 13 de l'oxy-brûleur 10.

[0032] L'installation thermique 1 peut comprendre également une réserve 30 en dioxygène liquide. Notamment, cette réserve 30 peut comprendre un réservoir de stockage du dioxygène et/ou une station configurée pour la formation et le stockage de dioxygène.

[0033] L'installation thermique 1 peut également comprendre des moyens de vaporisation 40 du dioxygène.

[0034] Notamment, ces moyens de vaporisation 40 sont configurés pour prélever du dioxygène liquide dans la réserve 30, et après vaporisation, distribuer le dioxygène gazeux au niveau de l'entrée d'injection 11.

[0035] En d'autres termes, les moyens de vaporisation 40 sont intercalés entre la réserve 30 et l'entrée d'injection 11.

Les moyens de vaporisation 40 sont avantageusement mis en oeuvre lors d'une phase de démarrage de la chaudière à oxycombustion.

[0036] La présente invention prévoit également une recirculation des gaz de combustion (produits de la combustion du comburant et du combustible), vers un échangeur thermique au sein duquel le comburant liquide est réchauffé par échange thermique.

[0037] Ainsi, l'installation thermique 1 comprend un premier condenseur 50. Notamment, le premier condenseur 50 est destiné à prélever une première fraction des gaz de combustion à la sortie d'évacuation et à condenser l'eau contenue dans cette première fraction de sorte que ladite première fraction forme, en sortie du premier condenseur 50, une première fraction enrichie comprenant majoritairement du dioxyde de carbone.

[0038] Par « comprenant majoritairement du dioxyde de carbone », on entend une teneur, en pourcentage volumique, supérieure à 80 %, avantageusement supérieure à 90 %, encore plus avantageusement supérieure à 95 %.

[0039] De manière générale, un condenseur fonctionne avec un circuit de refroidissement, notamment par échange thermique avec un fluide caloporteur. Lors de cet échange thermique, la température de la première fraction de gaz diminue à une température inférieure à la température de condensation de l'eau de sorte que cette dernière condense pour former de l'eau liquide et ainsi appauvrir la première fraction en eau.

[0040] Le fluide caloporteur peut comprendre de l'eau sans toutefois limiter l'invention à ce seul aspect.

[0041] La température de la première fraction en sortie de la chaudière à oxycombustion peut être comprise entre 100°C et 200°C. En sortie du premier condenseur 50, la température de la première fraction enrichie peut être comprise entre 20°C et 50°C, et par exemple être égale à 25°C.

[0042] L'installation thermique 1 comprend également un échangeur thermique 60.

[0043] L'échangeur thermique 60 est notamment configuré pour permettre un échange thermique entre la première fraction enrichie et le comburant avant son injection dans l'oxy-brûleur 10.

[0044] Notamment, l'échangeur thermique 60 comprend des moyens pour la circulation d'une entrée vers une sortie du comburant, et d'autres moyens pour la circulation d'une autre entrée vers une autre sortie de la première fraction enrichie.

[0045] Plus particulièrement, le comburant entre par l'entrée de l'échangeur thermique à une température donnée, et éventuellement sous forme liquide, et en ressort par la sortie, à une température plus élevée et sous forme gazeuse.

[0046] De manière équivalente, la première fraction enrichie entre dans l'échangeur thermique à une température donnée, par exemple égale à 40 °C, et en ressort, par l'autre sortie, à une température moins élevée, par exemple inférieure à -20 °C.

[0047] De manière particulièrement avantageuse, la première fraction enrichie peut sortir par l'autre sortie sous forme condensée, en d'autres termes liquide.

[0048] A cet égard, l'échangeur thermique 60 peut comprendre un dispositif d'absorption à température modulée (« Température swing absorber » selon la terminologie Anglo-Saxonne) qui permet d'assécher en eau la première fraction enrichie. De manière avantageuse, le dispositif d'absorption à température modulée est disposé en amont de l'autre entrée de l'échangeur thermique (l'autre entrée étant l'entrée par laquelle la première fraction enrichie entre dans l'échangeur thermique).

[0049] A cet égard, l'échangeur thermique 60 peut être associé à un groupe froid 70 conférant ainsi à l'ensemble formé par l'échangeur thermique 60 et le groupe froid une fonction de liquéfacteur. Notamment, cet ensemble peut être configuré pour permettre un stockage de dioxyde de carbone, sous forme liquide, à une température inférieure à -17°C et à une pression inférieure à 22 bar.

[0050] Cet agencement est particulièrement avantageux dans la mesure où il permet de liquéfier la première fraction enrichie (donc le dioxyde de carbone) et ouvre donc la voie à son stockage et le cas échéant à son transport.

[0051] Toujours selon cet agencement, le comburant, sous forme condensée, à l'entrée de l'échangeur thermique apporte une partie des frigories nécessaires au refroidissement, et le cas échéant à la liquéfaction de la première fraction enrichie. Ce dernier aspect permet de considérer un groupe froid d'une puissance modérée. Plus particulièrement, le groupe froid considéré dans le cadre de la présente invention peut présenter une puissance inférieure à celle d'un groupe froid d'un échangeur thermique dépourvu de moyens d'échange thermique avec le comburant.

[0052] En outre, l'installation thermique 1 est avantageusement pourvue d'un moyen de stockage 80 permettant le stockage de la première fraction enrichie sous forme liquide.

[0053] L'échangeur thermique 60 peut également être agencé pour récupérer une partie des gaz non condensés afin de les injecter à l'entrée d'injection 11. Ces gaz non condensés sont susceptibles de comprendre du dioxygène non utilisé lors de la combustion du combustible. Leur récupération permet ainsi de réduire la consommation de dioxygène nécessaire au fonctionnement de l'oxy-brûleur 10.

[0054] De manière alternative, et tel qu'illustré à la figure 2, qui représente de manière simplifiée une installation thermique 1 conforme aux principes de la présente invention, les moyens de vaporisation 40 peuvent également être connectés fluidiquement à une sortie de la réserve 30 et l'entrée d'injection 11.

[0055] Selon cette alternative, l'oxygène liquide peut donc s'écouler directement vers les moyens de vaporisation 40 sans transiter par l'échangeur thermique 60 (chemin 31b sur la figure 2).

[0056] Cette alternative conserve la possibilité d'un échange thermique entre la première fraction enrichie et le comburant avant son injection dans l'oxy-brûleur 10 (chemin 31a sur la figure 2). A l'issue de cet échange

thermique, l'oxygène peut être injecté directement au niveau de l'entrée d'injection 11 (sans transiter par les moyens de vaporisation 40, chemin 31c sur la figure 2) ou transiter par les moyens de vaporisation 40, chemin 31d sur la figure 2).

[0057] Cette alternative prévoit également un rejet partiel des gaz non condensés dans l'échangeur thermique (chemin 60a), et une réinjection partielle de ces gaz non condensés au niveau de l'entrée d'injection 11.

[0058] Il est entendu que les caractéristiques techniques de cette alternative peuvent en tout ou partie être combinées avec les caractéristiques de l'installation décrite en relation avec la figure 1.

[0059] L'installation thermique 1 peut également comprendre un compresseur 90 intercalé entre le premier condenseur 50 et l'échangeur thermique 60, ledit compresseur 90 est configuré pour compresser la première fraction enrichie avant qu'elle ne soit injectée dans l'échangeur thermique 60.

[0060] En particulier, le compresseur 90 est configuré pour compresser la première fraction enrichie dans une gamme de pressions comprises entre 20 bar et 30 bar, par exemple à une pression égale à 27 bar.

[0061] De manière avantageuse, l'installation thermique 1 comprend également un deuxième condenseur 100 intercalé entre le compresseur 90 et l'échangeur thermique 60, ledit deuxième condenseur 100 étant configuré pour condenser, au moins en partie, l'eau susceptible d'être présente dans la première fraction enrichie. Ce deuxième condenseur permet d'augmenter la part de dioxyde de carbone dans ladite première fraction enrichie, et par voie de conséquence, d'en faciliter la liquéfaction dans l'échangeur thermique 60.

[0062] Enfin, l'installation thermique 1 peut comprendre des moyens de recirculation configurés pour prélever une deuxième fraction des gaz de combustion et les mélanger avec le comburant avant ou après son injection au niveau de l'entrée d'injection 11. La deuxième fraction peut notamment représenter au moins 50%, avantageusement au moins 60%, encore plus avantageusement au moins 70% des gaz de combustion.

[0063] Ce dernier aspect permet de limiter la température de flamme dans l'oxy-brûleur et ainsi éviter l'endommagement des matériaux le formant.

[0064] L'installation thermique 1 permet de limiter la consommation d'électricité liée aux étapes de compression et de refroidissement du dioxyde de carbone. Par ailleurs, la chaudière à oxycombustion telle que décrite dans le présent énoncé permet également de limiter les émissions de dioxyde de carbone et de stocker ce dernier sous forme liquide, et avantageusement selon un taux de pureté permettant sa valorisation dans l'industrie.

[0065] Enfin, l'eau évacuée par le premier condenseur et le deuxième condenseur peut avantageusement être valorisée.

[0066] A la figure 3, on peut voir un schéma de principe de fonctionnement d'une installation thermique 1 selon une première variante de la présente invention. Il est en-

tendu que les caractéristiques techniques de cette première variante peuvent en tout ou partie être combinées avec les caractéristiques de l'installation décrite en relation avec les figures 1 et 2.

[0067] Cette première variante propose un échange thermique indirect entre l'oxygène liquide (fourni par la réserve 30) et la première fraction enrichie. Plus particulièrement, cette variante fait intervenir un fluide d'échange intermédiaire qui est destiné à capter les calories de la première fraction enrichie dans l'échangeur thermique 60, et céder ces calories à l'oxygène liquide au sein d'un ou plusieurs échangeurs, notamment deux échangeurs 120a et 120b en cascade. Cette première variante peut également faire intervenir un échangeur 121 au sein duquel de l'oxygène gazeux issue de l'un et/ou l'autre des échangeurs 120a et 120b peut céder des calories à l'oxygène liquide délivré par la réserve 30. L'installation 1 peut également comprendre des conduits configurés pour que l'oxygène gazeux issu de l'un et/ou l'autre des échangeurs 120a et 120b puisse être injecté au niveau de l'entrée d'injection 11. L'installation 1 selon cette variante peut également comprendre une membrane 130 configurée pour diviser le flux de gaz non condensés et issus de l'échangeur 60 en un flux de gaz, dit premier flux 60a (comprenant essentiellement des NOx, de l'Ar, du N2 et du dioxygène) et un autre flux, dit deuxième flux 60b, 60c (comprenant essentiellement du CO2 et du dioxygène). La membrane peut être agencée pour rejeter dans l'atmosphère le premier flux et injecter, soit à l'entrée du compresseur 90, soit à l'entrée d'injection 11, le deuxième flux 60b, 60c.

[0068] A la figure 4, on peut voir un schéma de principe de fonctionnement d'une installation thermique 1 selon une deuxième variante de la présente invention. Il est entendu que les caractéristiques techniques de cette deuxième variante peuvent en tout ou partie être combinées avec les caractéristiques de l'installation décrite en relation avec les figures 1, 2 et 3.

[0069] Cette deuxième variante est dépourvue des échangeurs 120a et 120b en cascade. Cette deuxième variante peut également faire intervenir l'échangeur 121 au sein duquel de l'oxygène gazeux peut céder des calories à l'oxygène liquide délivré par la réserve 30. Dans cette configuration, les échanges thermiques au sein de l'échangeur thermique 60 n'impliquent que du dioxygène gazeux avec du CO2 gazeux.

A la figure 5, on peut voir un schéma de principe de fonctionnement d'une installation thermique 1 selon une troisième variante de la présente invention. Il est entendu que les caractéristiques techniques de cette troisième variante peuvent en tout ou partie être combinées avec les caractéristiques de l'installation décrite en relation avec les figures 1, 2, 3 et 4.

[0070] Cette troisième variante est dépourvue de l'échangeur 121 au sein duquel de l'oxygène gazeux peut céder des calories à l'oxygène liquide délivré par la réserve 30. Selon cette troisième variante, le principe est de faire bouillir et condenser un fluide intermédiaire (par

exemple du propane) dans une calandre d'un échangeur à 2 faisceaux 61.

[0071] Le faisceau inférieur 61a contient le CO₂, et baigne dans le fluide intermédiaire, dont la température d'ébullition est suffisamment basse pour refroidir et condenser le CO₂, tout en limitant les risques de formation de givre.

[0072] Le faisceau supérieur 61b contient le dioxygène à évaporer qui est à une température inférieure à la température de condensation du fluide intermédiaire (ce dernier se condense en cédant sa chaleur latente et en vaporisant l'O₂).

[0073] Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et on peut y apporter des variantes de réalisation sans sortir du cadre de l'invention tel que défini par les revendications.

Revendications

1. Installation thermique (1) qui comprend une chaudière à oxycombustion (1a), ladite chaudière comprenant un oxy-brûleur (10) pourvu d'une entrée d'injection (11) et d'une sortie d'évacuation (12) et par laquelle des gaz, dits gaz de combustion et comprenant du dioxyde de carbone et de l'eau, sont susceptibles d'être évacués ;
l'installation thermique comprend en outre :

- un premier condenseur (50) destiné à collecter une première fraction des gaz de combustion à la sortie d'évacuation (12), le premier condenseur (50) étant configuré pour condenser l'eau contenue dans cette première fraction de sorte que ladite première fraction forme, en sortie du premier condenseur (50), une première fraction enrichie comprenant majoritairement du dioxyde de carbone ;

- un échangeur thermique (60) configuré pour permettre un échange thermique entre la première fraction enrichie et un comburant avant son injection dans l'oxy-brûleur (10), ledit échange thermique conduisant à une augmentation de la température du comburant et une diminution de la température de la première fraction enrichie ;

- un moyen permettant le stockage de la première fraction enrichie sous forme liquide ; l'échangeur thermique (60) est configuré pour permettre la récupération de la partie première fraction enrichie non condensé à l'issue d'un échange thermique dans l'échangeur thermique, et d'injecter cette partie à l'entrée d'injection (11).

2. Installation thermique (1) selon la revendication 1, dans laquelle l'échangeur thermique (60) est également configuré pour permettre une liquéfaction de

la première fraction enrichie.

3. Installation selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle ladite chaudière comprend des moyens de recirculation configurés pour prélever une deuxième fraction des gaz de combustion et les mélanger avec le comburant avant ou après son injection au niveau de l'entrée d'injection (11).

4. Installation selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle des moyens de vaporisation (40) sont configurés pour vaporiser un comburant, initialement présent sous forme liquide, avant son injection dans l'oxy-brûleur (10) par l'entrée d'injection (11) lors d'une phase de démarrage de la chaudière.

5. Installation selon l'une des revendication 1 à 4, dans laquelle un compresseur (90) est intercalé entre le premier condenseur (50) et l'échangeur thermique (60), ledit compresseur (90) est configuré pour compresser la première fraction enrichie.

6. Installation selon la revendication 5, dans laquelle ladite installation comprend également un deuxième condenseur (100) intercalé entre le compresseur (90) et l'échangeur thermique (60), ledit deuxième condenseur (100) étant configuré pour condenser, au moins en partie, l'eau susceptible d'être présente dans la première fraction enrichie.

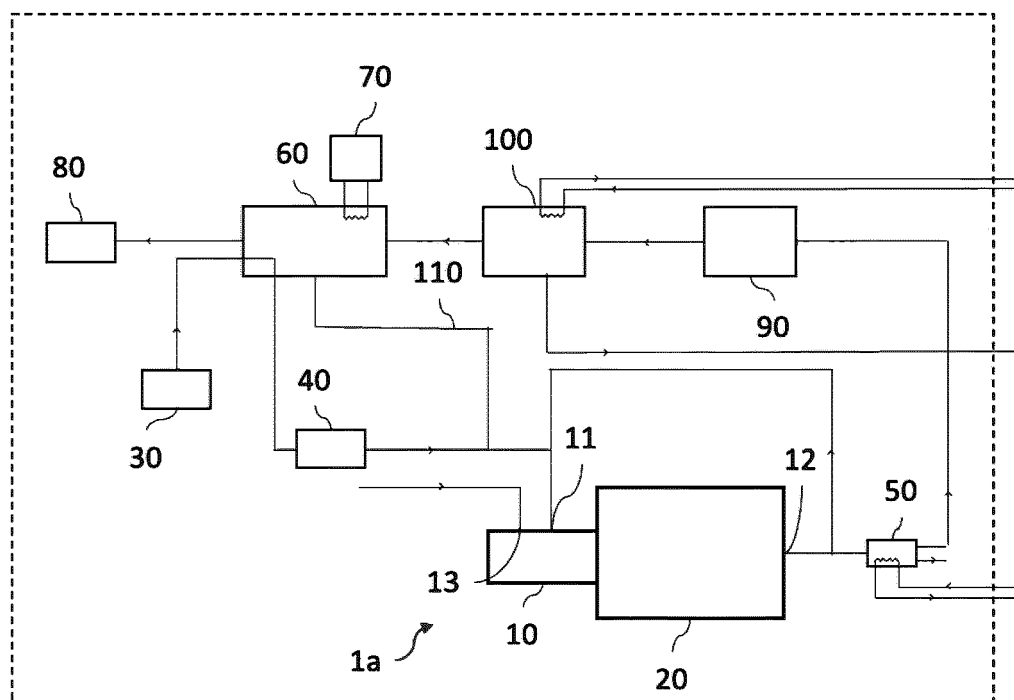
7. Installation selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle ladite installation comprend une source de comburant, ledit comburant comprenant de l'oxygène liquide.

8. Installation selon la revendication 7, dans laquelle la source de comburant est configurée pour produire de l'oxygène liquide.

9. Installation selon la revendication 7, dans laquelle la source de comburant comprend un réservoir (30).

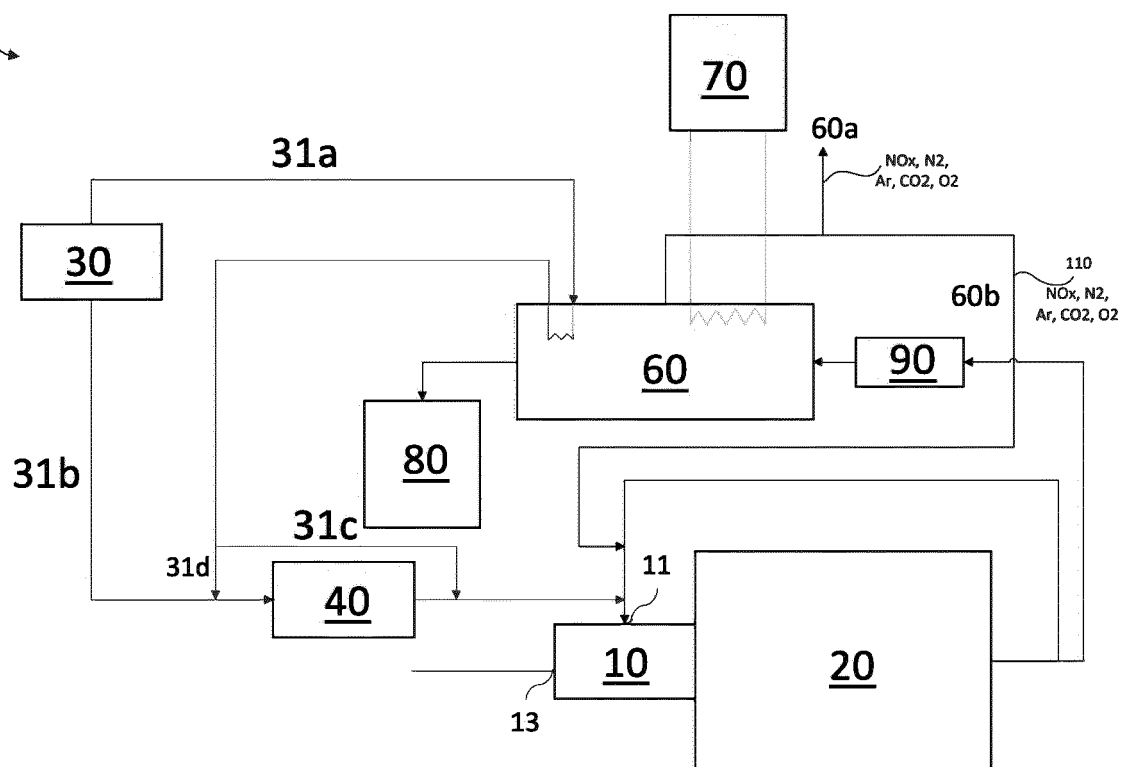
[Fig. 1]

1

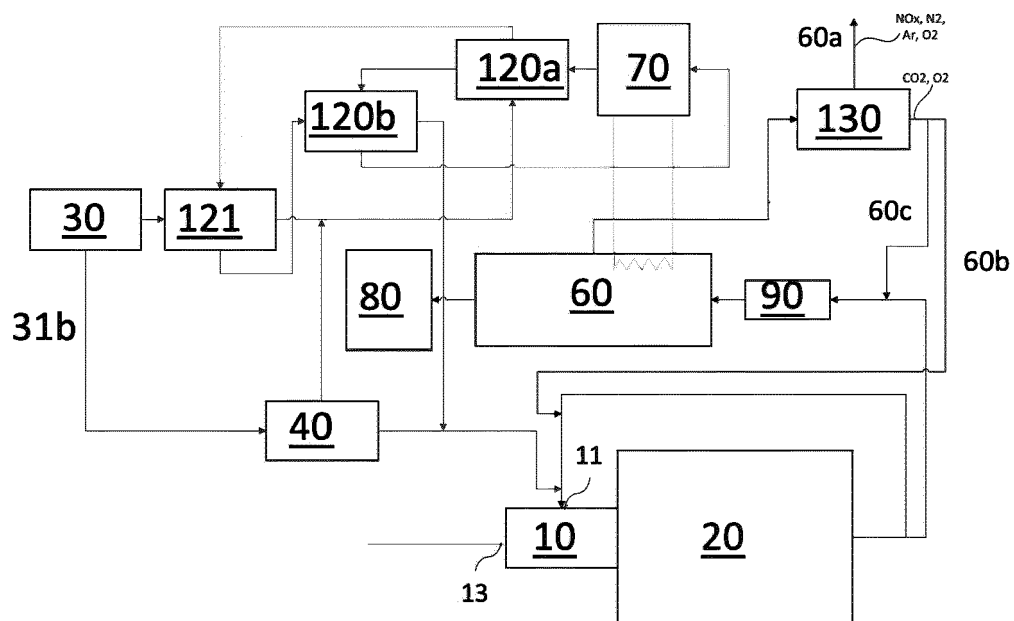


[Fig. 2]

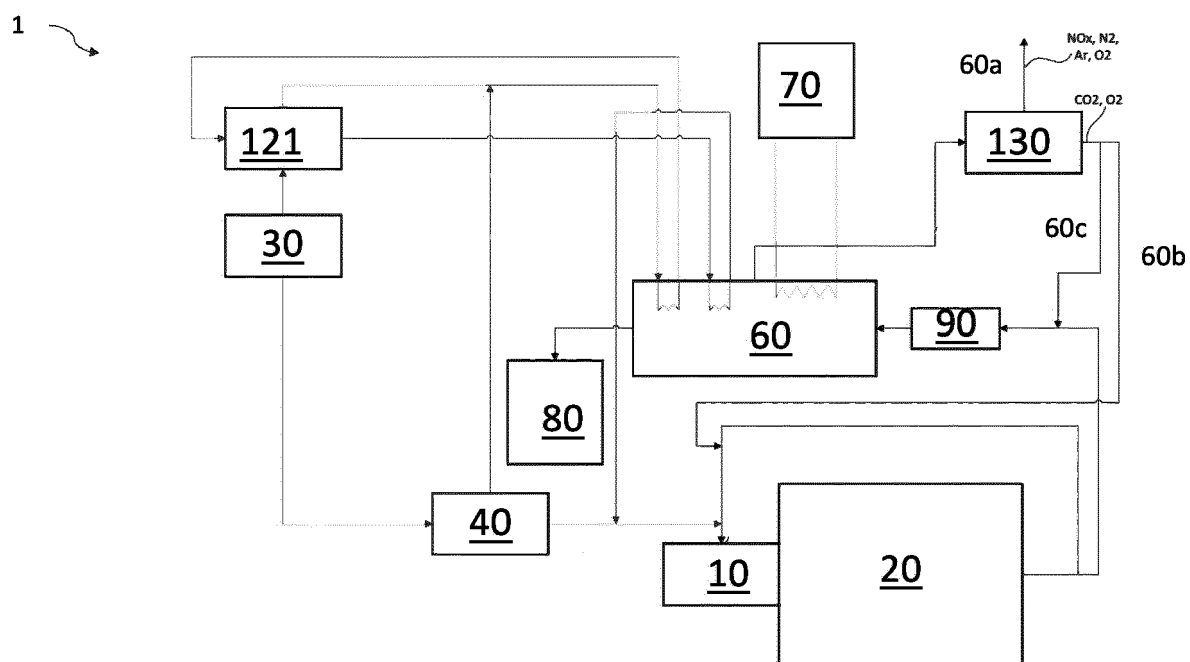
1



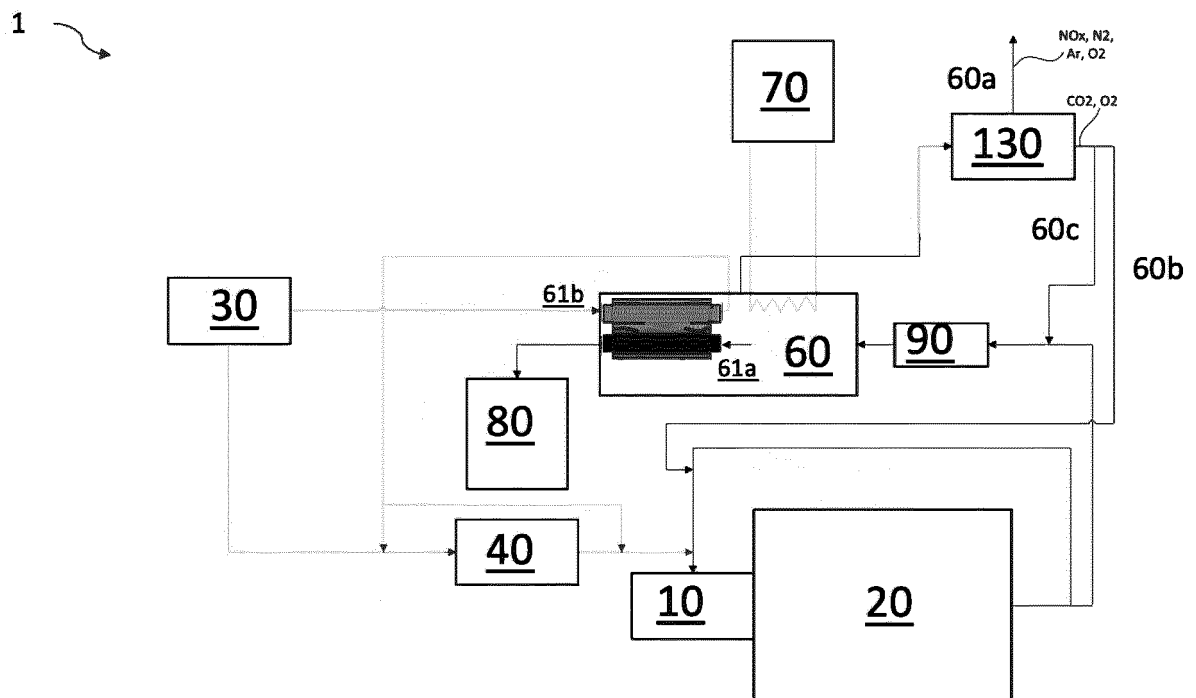
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 24 15 6649

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 2003/097840 A1 (HSU JUSTIN CHIN-CHUNG [US]) 29 mai 2003 (2003-05-29) * alinéa [0019] - alinéa [0030]; figure 3 * -----	1-9	INV. F23J15/06 F23L7/00 F23C9/08
A	EP 2 703 717 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]) 5 mars 2014 (2014-03-05) * alinéa [0007] - alinéa [0062]; figure 2 * -----	1-9	
A	FR 3 121 736 A1 (STARKLAB [FR]) 14 octobre 2022 (2022-10-14) * le document en entier * -----	1-9	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F23J F23L F23C
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		28 mai 2024	Theis, Gilbert
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 24 15 6649

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

28 - 05 - 2024

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2003097840 A1	29-05-2003	AUCUN	
EP 2703717 A1	05-03-2014	AU 2013221908 A1	20-03-2014
		CA 2825440 A1	03-03-2014
		CN 103672939 A	26-03-2014
		EP 2703717 A1	05-03-2014
		EP 2703718 A1	05-03-2014
		US 2014065560 A1	06-03-2014
		US 2014116304 A1	01-05-2014
FR 3121736 A1	14-10-2022	AU 2022254833 A1	12-10-2023
		BR 112023020507 A2	21-11-2023
		CA 3214175 A1	13-10-2022
		CN 117222845 A	12-12-2023
		EP 4320387 A1	14-02-2024
		FR 3121736 A1	14-10-2022
		JP 2024516116 A	12-04-2024
		KR 20230167369 A	08-12-2023
		WO 2022214421 A1	13-10-2022

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82