

(19)



(11)

EP 3 868 445 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
25.08.2021 Bulletin 2021/34

(51) Int Cl.:
A62C 3/00 (2006.01) **G08B 17/00** (2006.01)
F23K 3/14 (2006.01) **A62C 35/02** (2006.01)
F23M 11/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **21153321.1**

(22) Date de dépôt: **25.01.2021**

(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 MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Mini Green Power**
83400 Hyères (FR)

(72) Inventeur: **RIONDEL, Jean**
83400 HYERES (FR)

(74) Mandataire: **Macquet, Christophe**
Macquet & Associés
Arche des Dolines
7, rue Soutrane
06560 Sophia Antipolis (FR)

(30) Priorité: **18.02.2020 FR 2001598**

(54) **PROCEDE DE SECURISATION D'UNE CENTRALE DE COMBUSTION OU DE GAZEIFICATION CONTRE LES INCENDIES**

(57) L'invention concerne un procédé de sécurisation, contre des incendies, d'une centrale (2) de combustion ou de gazéification à combustible solide (3) comprenant un foyer de combustion (1) du combustible solide (3), ledit foyer (1) étant alimenté, en combustible solide (3), par un système d'alimentation (4). L'invention se caractérise en ce qu'il comporte les étapes suivantes selon

lesquelles : on injecte un liquide non inflammable dans le combustible (3) contenu dans le système d'alimentation (4) en combustible ; on forme un bouchon (7) de combustible (3) dans le système d'alimentation (4) en combustible ; et on crée un espace (8) vide de combustible dans le système d'alimentation en combustible.

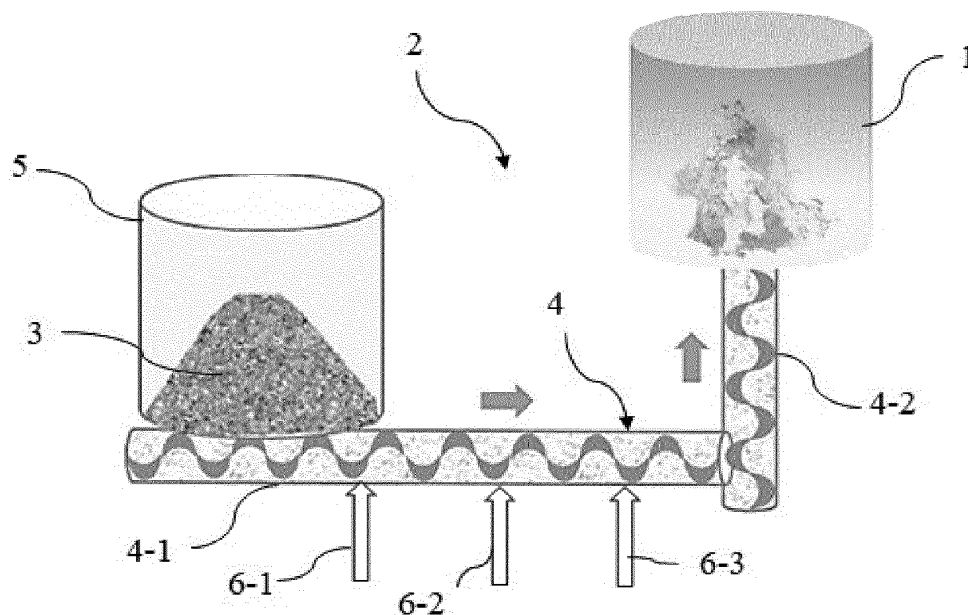


Fig. 1

Description

DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] La présente invention concerne le domaine de l'énergie, et, plus précisément, les installations fonctionnant à base de combustion, de gazéification, ou tout autre processus thermochimique impliquant des combustibles solides.

[0002] Elle concerne plus particulièrement un procédé de sécurisation d'une centrale de combustion ou de gazéification à combustible solide contre les incendies, ladite centrale comprenant un foyer de combustion du combustible solide, ce foyer étant alimenté, en combustible solide, par un système d'alimentation.

[0003] Elle concerne en outre une centrale de combustion ou de gazéification à combustible solide équipée de moyens pour la mise en œuvre du procédé précité de sécurisation.

ART ANTERIEUR

[0004] Les centrales industrielles de combustion ou de gazéification à combustible solide, par exemple, à combustion de biomasse, présentent, de même que les centrales thermiques à gaz ou à fioul, des risques d'incendies. Même si, dans les centrales de combustion ou de gazéification à combustible solide, le risque d'explosion est minime, il subsiste toujours, du fait de la présence de poussières et de la possibilité de fuite de gaz combustible issus de la pyrolyse du combustible solide.

[0005] En outre, une des zones les plus à risque des centrales de combustion ou de gazéification à combustible solide est l'alimentation en combustible. Le feu peut en effet se propager dans cette zone, et remonter dans le système d'alimentation vers la réserve en combustible et ainsi causer des dégâts importants sur la centrale.

[0006] Il est par suite nécessaire de prévenir et de lutter contre les risques d'incendie dans ces centrales.

[0007] A cet effet, on connaît, selon l'art antérieur, des centrales équipées de systèmes de protection contre les incendies à clapets ou à guillotine, de systèmes rotatifs, ou de systèmes utilisant directement les moyens de convoyage pour empêcher une remontée de feu.

[0008] Les systèmes à clapets sont les systèmes anti-feu les plus répandus et certainement les plus anciens. Ils mettent en œuvre une trappe, pivotante autour d'un axe, obstruant, en cas de nécessité, le passage entre le foyer et l'alimentation en combustible. Le document brevet US2873703 illustre cette technologie pour une centrale à charbon.

[0009] Les systèmes à guillotine sont assez similaires aux systèmes à clapets. Une différence majeure entre les systèmes à guillotine et les systèmes à clapets concerne la mise en mouvement de la trappe. Dans les systèmes à guillotine il s'agit d'une trappe guidée en translation permettant de séparer le système d'alimentation en deux zones distinctes. Il est essentiel de coupler ce

type de système avec un dispositif qui dégage la biomasse pour ne pas gêner la course de la trappe. Le document brevet FR2615931 décrit un tel système. A noter que, dans un système à guillotine, la guillotine est surélevée par rapport au reste de l'alimentation pour éviter le blocage du système coupe-feu par un surplus de matière. Il s'agit d'un système finalement «intelligent», qui redémarre automatiquement lorsque la température descend en dessous d'un seuil.

[0010] Les systèmes rotatifs sont constitués d'un ensemble mis en rotation autour d'un axe à l'intérieur du système d'alimentation. A la différence des deux précédents systèmes, les systèmes rotatifs sont des systèmes étanches même durant les phases de fonctionnement normales. Ce sont des systèmes de type vanne-sas assurant la distribution de la matière et l'étanchéité du système. Le document brevet CN178166860 illustre cette technologie. Il décrit un système composé d'une vanne-sas situé au-dessus d'une trémie permettant d'empêcher un retour de feu.

[0011] Certaines technologies utilisent directement leur dispositif d'alimentation dans un mode spécialement prévu pour empêcher les retours de feu. C'est le cas par exemple du système présenté dans le document brevet RU2287474. Ce système est composé d'une vis d'alimentation, d'un thermocouple et d'une injection d'eau. Lorsque le thermocouple mesure une température au-delà du seuil programmé, la vis sans fin se met automatiquement en route et le système injecte de l'eau tant que la température est trop élevée. Le système fait ainsi parvenir de la biomasse mouillée dans la chaudière.

[0012] Par ailleurs, le document brevet EP3015136 décrit une solution de détection des départs de feu dans un stockage de biomasse grâce à un analyseur en continu de l'humidité de l'air. En effet lorsque la biomasse brûle, l'eau contenue dans celle-ci s'évapore, augmentant le taux d'humidité de l'air.

[0013] Le document brevet CN106056824 concerne une solution redondante et intelligente de détection et de lutte contre le risque incendie dans les centrales biomasse. Il comprend deux capteurs différents : un premier ensemble de thermocouples au contact de la biomasse et une caméra infra-rouge permettant également la détection de départ de feu. Les deux capteurs sont reliés à un système intelligent contrôlant un dispositif d'extinction. Ce dispositif peut être utilisé dans trois configurations suivant la volonté de l'opérateur : entièrement automatique, contrôlé à distance ou manuel.

[0014] Enfin, le document brevet CN202554782 présente un dispositif de lutte contre les incendies inhérent à l'alimentation biomasse. Ce système est composé de trois thermocouples directement installés dans l'alimentation en biomasse et reliés à des vannes de régulation elles-mêmes disposées sur un système d'injection d'eau. Lorsque les thermocouples dépassent la valeur fixée les vannes s'ouvrent, injectant de l'eau dans l'alimentation en biomasse.

[0015] Les systèmes précités, ainsi que leurs procé-

dés de mise en œuvre, présentent de nombreux inconvénients.

[0016] Les combustibles solides sont très irréguliers. Les systèmes mécaniques à clapets ou à guillotine sont très souvent obstrués empêchant l'isolement correct de la biomasse. De plus, l'installation de systèmes mécaniques et l'adaptation de l'alimentation en fonction de ces derniers sont souvent très coûteuses. Les systèmes mécaniques de types à clapets et à guillottes nécessitent une maintenance régulière et tombent très facilement en panne. Les systèmes rotatifs perturbent la bonne alimentation en biomasse, ils sont régulièrement responsables de bourrages et de formation de voûtes. Ils ne sont pas adaptés pour des combustibles irréguliers. Par ailleurs, un système coupe-feu doit le moins possible interagir avec le foyer. Il paraît essentiel de ne pas injecter de biomasse détrempée dans celui-ci pour ne pas l'endommager ou le rendre indisponible un trop long moment.

RESUME DE L'INVENTION

[0017] Compte tenu de ce qui précède, un problème que ce propose de résoudre l'invention, est de réaliser un procédé de sécurisation d'une centrale de combustion ou de gazéification à combustible solide comprenant un foyer de combustion du combustible solide, ledit foyer étant alimenté, en combustible solide, par un système d'alimentation, qui pallie aux inconvénients précités de l'art antérieur.

[0018] La solution proposée de l'invention à ce problème posé a pour premier objet un Procédé de sécurisation, contre des incendies, d'une centrale de combustion ou de gazéification à combustible solide comprenant un foyer de combustion du combustible solide, ledit foyer étant alimenté, en combustible solide, par un système d'alimentation, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes selon lesquelles :

on injecte un liquide non inflammable dans le combustible contenu dans le système d'alimentation en combustible ;
on forme un bouchon de combustible dans le système d'alimentation en combustible ; et
on crée un espace vide de combustible dans le système d'alimentation en combustible.

[0019] De manière avantageuse, - le combustible solide comprend de la biomasse, des combustibles solides de récupération et/ou des déchets - le système d'alimentation en combustible solide comprend au moins une vis sans fin, le combustible solide étant amené au foyer de combustion par ladite au moins une vis sans fin ; - le système d'alimentation comprend une première vis sans fin positionnée sensiblement horizontalement par rapport au sol et une seconde vis sans fin positionnée à l'extrémité terminale de la première vis sans fin, et le combustible solide est convoyé, à partir d'un bac de stockage du combustible disposé en amont de la première

vis sans fin au foyer de combustion disposé au aval de la seconde vis sans fin, au moyen de la première puis de la seconde vis sans fin ; - pour la formation du bouchon de combustible et pour la création de l'espace vide de combustible dans le système d'alimentation en combustible, on fait fonctionner ladite au moins une vis sans fin en marche arrière après avoir injecté le liquide dans le combustible contenu dans le système d'alimentation ; - le système d'alimentation en combustible solide de la centrale comprend en outre un ou plusieurs capteurs, et le procédé comprend en outre une étape selon laquelle on détecte, au moyen desdits capteurs, une remontée de feu dans le système d'alimentation en combustible ; - les capteurs sont des capteurs de température, des capteurs de CO₂, des capteurs infrarouge et/ou des capteurs d'humidité ; - la centrale de combustion est équipée d'un automate, les capteurs communiquent avec ledit automate, et l'automate commande l'injection du liquide non-inflammable dans le combustible contenu dans le système d'alimentation en combustible et/ou la formation du bouchon de combustible dans le système d'alimentation en combustible et/ou la création d'un espace vide de combustible dans le système d'alimentation en combustible ; et - la centrale comprend en outre un système général de lutte contre les incendies comprenant des capteurs disposés sur l'ensemble de la centrale, un moyen d'extinction des incendies par arrosage de la centrale en liquide et/ou en gaz ininflammable, et un automate de sécurité.

[0020] La solution proposée de l'invention au problème précité a pour second objet une centrale de combustion ou de gazéification à combustible solide sécurisée contre des incendies, pour la mise en œuvre du procédé tel que décrit ci-dessus, comprenant un foyer de combustion du combustible solide, ledit foyer étant alimenté, en combustible solide, par un système d'alimentation, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens pour injecter un liquide non-inflammable dans le système d'alimentation, des moyens pour former un bouchon de combustible dans le système d'alimentation en combustible, et des moyens pour créer un espace vide de combustible dans le système d'alimentation en combustible.

[0021] De manière avantageuse, le système d'alimentation comprend au moins une vis sans fin et au moins un injecteur de liquide non-inflammable.

[0022] Les phases les plus à risque des centrales de combustion ou de gazéification à combustible solide sont les phases d'extinction. Ainsi, pour prévenir le risque incendie lors de ces phases, il est nécessaire de priver le système d'un des trois éléments suivants : le combustible, le comburant ou la source de chaleur aussi appelée élément déclencheur. Dans les centrales à combustibles solides et, plus généralement, dans toutes les centrales thermiques, la source de chaleur est présente dès la phase de démarrage de l'installation jusqu'au refroidissement total de la centrale qui peut avoir lieu plusieurs heures après l'extinction de celle-ci. Un combustible solide ne peut être que très difficilement isolé de l'air, séparer

le comburant et le combustible dans ces conditions n'est pas une solution envisageable. Un objectif atteint par l'invention est donc d'isoler le combustible de la source de la chaleur pour éviter tout départ de feu. Dans le cas où un feu est déclaré, l'énergie dégagée par la réaction entre le dioxygène et le combustible entretient la combustion. Pour lutter contre l'incendie l'invention permet de priver la réaction d'un de ces réactifs en installant un système coupe-feu.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0023] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description non limitative qui suit, rédigée au regard des dessins annexés, dans lesquels :

la figure 1 illustre, de manière schématique, une centrale sécurisée selon le procédé de l'invention ;
la figure 2A illustre, de manière schématique, le fonctionnement classique d'une centrale sécurisée selon le procédé de l'invention, en détaillant la progression du combustible solide dans le système d'alimentation ;
la figure 2B illustre, de manière schématique, la formation du bouchon et la création de l'espace vide lors de la mise en œuvre du procédé selon l'invention ;
la figure 3 est une représentation schématique d'une configuration possible d'une installation pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention ; et
la figure 4 est un logigramme représentatif des étapes mises en œuvre dans le procédé selon l'invention, suite à un arrêt d'une centrale de combustion ou de gazéification à combustible solide.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0024] Le procédé selon l'invention est un procédé complet de prévention et de lutte contre le risque incendie, la principale source de ce risque étant la remontée de feu dans un système d'alimentation en combustible solide dans une centrale thermique. Ce risque existe en effet notamment dans plusieurs cas de figures, à savoir, lors de l'arrêt de la centrale dans le fonctionnement normal, ou lors d'un dysfonctionnement de la centrale qui peut être dû à - un problème technique du système d'extraction des fumées, - l'utilisation d'un combustible non adapté à la centrale thermique, - une erreur humaine lors du pilotage de la centrale, ou - une panne du système de contrôle/commande qui entraîne l'arrêt du système, par exemple l'arrêt de l'alimentation en combustible ou du ventilateur de tirage.

[0025] L'invention concerne en particulier un procédé de sécurisation ou de protection d'une centrale thermique de combustion ou de gazéification à combustible solide contre les incendies.

[0026] Le combustible solide utilisé dans de telles centrales est, dans un exemple, de la biomasse, des com-

bustibles solides de récupération (CSR) et/ou des déchets tels que des déchets ménagers. Il s'agit alors de combustibles dont la structure et la nature ne sont pas homogènes. Il peut cependant s'agir d'autres combustibles, par exemple de combustibles fossiles tels que le charbon.

[0027] Les centrales de combustion sont des centrales thermiques, qui produisent une énergie électrique et/ou une énergie thermique à partir d'une source de chaleur, produite par la combustion du combustible solide dans un foyer de combustion.

[0028] Ainsi que cela est illustré en figure 1, le foyer de combustion 1 d'une centrale de combustion 2, est alimenté en combustible solide 3, par un système d'alimentation 4.

[0029] Dans un exemple, le système d'alimentation 4 en combustible solide comprend au moins une vis sans fin 4-1, 4-2 et la biomasse 3 est convoyée au foyer de combustion 1 par ladite au moins une vis sans fin 4-1, 4-2. Dans un exemple préférentiel, le système d'alimentation 4 comprend une première vis sans fin 4-1 positionnée sensiblement horizontalement par rapport au sol et une seconde vis sans fin 4-2 positionnée, à l'extrémité de la première vis sans fin 4-1, sensiblement verticalement. Le combustible solide 3 est convoyé à partir d'un bac de stockage 5 disposé en amont de la première vis sans fin 4-1 au foyer de combustion 1 disposé en aval de la seconde vis sans fin 4-2 au moyen de la première 4-1 puis de la seconde 4-2 vis sans fin.

[0030] Le procédé selon l'invention se caractérise en ce qu'il comprend les étapes ci-après.

[0031] Dans une première étape, on injecte un liquide non-inflammable dans le combustible contenu dans le système d'alimentation en combustible. Il s'agit, dans un exemple, d'eau.

[0032] L'injection est réalisée au moyen d'un ou plusieurs injecteurs 6-1, 6-2, 6-3 répartis le long du système d'alimentation et, en particulier, le long de la première vis sans fin 4.1, à savoir la vis sans fin horizontale. Ces injecteurs sont schématisés par des flèches à la figure 1. Ces injecteurs 6-1, 6-2, 6-3 forment un dispositif d'extinction installé sur l'alimentation indépendant du moyen d'extinction du système de lutte général contre les incendies, qui est généralement présent pour toutes les centrales.

[0033] Le liquide non-inflammable injecté mouille le combustible 3 contenu dans le système d'alimentation et forme des agglomérats de combustible mouillé, à l'endroit des injections de liquide.

[0034] Dans une autre étape du procédé selon l'invention, on forme un bouchon 7 de combustible 3 dans le système d'alimentation 4 en combustible. Un tel bouchon 7 est schématisé à la figure 2B.

[0035] Pour la formation de ce bouchon 7, on fait fonctionner la vis sans fin 4-1 en marche arrière, c'est-à-dire dans le sens inverse à son sens de fonctionnement normal. Lorsque la vis sans fin fonctionne en marche arrière, l'agglomérat de combustible mouillé ne se déplace pas

avec la même vitesse dans la vis sans fin que le combustible qui n'a pas été mouillé. Le combustible qui n'a pas été mouillé, et qui est situé en aval du combustible mouillé va venir se tasser sur l'agglomérat et l'agglomérat lui-même va subir un compactage. Le bouchon 7 résulte du compactage de l'agglomérat sous l'action de la marche arrière de la vis sans fin et du tassement du combustible en aval de l'agglomérat. En pratique, lorsque le combustible solide est de la biomasse, la dureté du bouchon 7 obtenu dans la vis sans fin est de l'ordre de celle d'un bouchon de champagne. Il s'agit donc d'une très grande dureté.

[0036] Dans une autre étape du procédé selon l'invention, on crée un espace 8 vide de combustible dans le système d'alimentation en combustible. Cet espace vide 8 résulte en partie du tassement de la biomasse non-mouillée formant le bouchon 7, mais aussi, du fait que la vis sans fin fonctionne en marche arrière et qu'aucune source de combustible n'est apportée à l'entrée de la vis sans fin.

[0037] Ainsi que cela est illustré à la figure 3, le système d'alimentation en combustible solide de la centrale comprend en outre un ou plusieurs capteurs. Selon l'invention, on détecte, au moyen desdits capteurs, une remontée de feu dans le système d'alimentation en combustible. Les capteurs sont avantageusement des capteurs de température notés TC sur la figure 3, pour thermocouple, des capteurs de CO₂, des capteurs infrarouge IR et/ou des capteurs d'humidité.

[0038] Par ailleurs, la centrale est avantageusement équipée d'un automate. Les capteurs précités communiquent alors avec ledit automate. L'automate contrôle les étapes du procédé selon l'invention, à savoir l'injection du liquide non-inflammable dans le combustible contenu dans le système d'alimentation en combustible et/ou la formation du bouchon de combustible dans le système d'alimentation en combustible et/ou la création d'un espace vide de combustible dans le système d'alimentation en combustible.

[0039] L'automate précité est, dans un exemple de mise en œuvre de l'invention, l'automate assurant le contrôle et la commande de la centrale. Il est noté Automate Principal Contrôle-Commande à la figure 3. Une fonction de cet automate est finalement de faire communiquer les capteurs avec le dispositif d'extinction de l'alimentation combustible. Il permet aussi d'envoyer des alarmes à l'opérateur via l'interface homme-machine. Lorsque le système de capteurs détecte un incendie dans le convoyeur, l'automate déclenche le dispositif d'extinction du système d'alimentation en biomasse. Ce dispositif d'extinction comprend les moyens d'amener de l'eau aux injecteurs à partir de la réserve d'eau et/ou du réseau d'eau public, et les moyens de commande de la rotation des vis sans fin et notamment de la vis sans fin horizontale qui fait marche arrière.

[0040] Bien entendu, le procédé de sécurisation selon l'invention, ainsi que les moyens de mise en œuvre de ce procédé, n'exclut pas la présence d'un système gé-

néral de lutte contre les incendies, destiné à permettre d'éteindre des incendies sur l'ensemble de la centrale. Un tel système général fonctionne sur une alimentation électrique différente du système de lutte particulier selon l'invention décrit précédemment et, de préférence, sur une alimentation secourue en cas de coupure électrique. Il est également composé de trois parties communicant entre elles.

[0041] Il s'agit, premièrement, d'un système de capteurs disposés sur l'ensemble de la centrale, par exemple, des capteurs UV ou IR destinés à la détection de feu sur batterie ou des capteurs de température, de CO₂ ou encore d'humidité. Ces capteurs sont disposés à différents endroits de la centrale où un risque incendie a été identifié, par exemple au lieu du stockage du combustible, au niveau des convoyeurs, sur le système de filtration des fumées, au niveau de l'électronique de puissance. De la même manière que pour le système pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention, les capteurs sont au minimum doublés.

[0042] Il s'agit, deuxièmement, d'un moyen d'extinction indépendant de celui utilisé par le moyen de lutte particulier selon l'invention, qui est composé d'un réseau d'eau permettant d'arroser toutes les zones où le risque incendie est identifié. Une des ramifications du système donne directement dans le système d'alimentation de la centrale. Il est activé par une source électrique au minimum secourue et dans la meilleure des configurations, totalement indépendante du réseau électrique.

[0043] Il s'agit, troisièmement, d'un automate de sécurité, différent de l'automate utilisé pour le système de contrôle-commande de la centrale. Cet automate a une source d'alimentation électrique secourue et/ou indépendante du réseau électrique. Cet automate gère de façon autonome les capteurs d'incendie et le déclenchement des actions d'alarme et d'extinction incendie. Il communique également les alarmes à l'automate de contrôle-commande gérant la centrale.

[0044] En définitive, le procédé selon l'invention forme un système de lutte anti-incendie efficace, qui permet à la fois de prévenir le risque d'incendie et de le combattre si un incendie se déclenche. Dans des installations de combustion, le risque incendie est très présent, mais la combustion est aussi le cœur du métier et, par suite, la source de revenu. Devant un enjeu aussi important, il n'est pas concevable qu'un problème technique ou mécanique mette en péril l'intégralité de l'installation. Le procédé selon l'invention permet de prévenir ce risque.

[0045] La prévention contre l'incendie consiste en une série d'actions réalisées automatiquement lors de l'arrêt de la centrale, qui est la phase la plus à risques, cet arrêt pouvant subvenir suite à un arrêt normal demandé par un opérateur, ou suite à un incident soudain et/ou imprévisible dû à des erreurs humaines ou des défaillances techniques.

[0046] Pour limiter les risques de départ de feu lors de l'arrêt de la centrale, une routine préventive qui comporte deux phases est mise en place. Une première phase

rend non-inflammable le combustible présent dans le système d'alimentation. Il peut s'agir d'une injection d'eau qui imbibé le combustible et le rend incombustible. Le combustible présent dans le convoyeur ne peut alors pas prendre feu. Une seconde phase permet de former un bouchon de combustible tout en créant un espace « vide » de combustible. Cela permet de limiter les risques de remontée de feu ou de fumées via le système d'alimentation grâce au bouchon de combustible humide formé. Cela sert aussi de double sécurité en cas de défaillance de la première action. En effet, l'espace vide limite les risques de remontée de feu et le bouchon de combustible formé permet de ralentir le feu et diminuer l'apport d'air à la combustion en cours. Le bouchon formé est ainsi avantageusement pérenne jusqu'au refroidissement total de la centrale. Il sera évacué au redémarrage de celle-ci.

[0047] Les phases précitées peuvent être réalisées manuellement mais, dans un mode de réalisation préféré de l'invention, il s'agira d'une séquence programmée dans le système de contrôle-commande de la centrale.

[0048] Par ailleurs, lors d'une défaillance technique ou humaine provoquant un défaut de la centrale, ladite centrale peut se mettre automatiquement en position dite de sécurité à l'arrêt afin de limiter les risques humains, matériels et d'incendie. Dans la présente invention les deux phases préventives présentées précédemment sont mises en place, à savoir l'injection d'un liquide pour rendre le combustible ininflammable et la mise en œuvre une séquence automatique du convoyeur créant un espace vide en combustible et un « bouchon » de combustible.

[0049] Ces deux phases ne se déroulent pas nécessairement dans les mêmes conditions que dans le cas d'un arrêt normal.

[0050] Les quantités de liquide non-inflammable injectées peuvent être différentes, la séquence de formation du bouchon peut aussi être différente. Seul le principe reste le même.

[0051] Le procédé selon l'invention présente donc de nombreux avantages répondant aux problématiques posées de l'art antérieur. Dans l'invention, l'intégralité du système correctif est redondante. Cette répétition permet de ne pas mettre en péril toute l'installation pour un simple problème technique ou un défaut de capteurs. Les systèmes énergétiques permettant le fonctionnement des deux parties préventives et correctives sont totalement différenciés. Cela permet de maintenir une protection en cas de défaut d'alimentation de l'un comme de l'autre. Le système préventif, notamment le système coupe-feu du système d'alimentation, est un dispositif simple et adapté aux combustibles solides. Du fait de l'absence d'élément mécanique supplémentaire dédié au dispositif coupe-feu, ce système est très peu coûteux et robuste. Du fait de la configuration du système et des précautions prises dans la partie préventive de l'invention, le risque de retour de feu pendant le fonctionnement normal de la centrale est très limité et quasiment inexistant. Le système de prévention du retour de flamme est limité spatia-

lement à l'alimentation du combustible, ce qui préserve le foyer de la centrale.

[0052] On notera que, dans le mode de réalisation préféré de l'invention, à savoir le mode de réalisation présenté dans les figures 1, 2A, 2B et 3, la centrale peut être arrêtée pour deux raisons : soit l'opérateur décide d'éteindre la centrale et l'éteint via une Interface Homme-Machine ; soit un incident intervient et déclenche la mise en sécurité de la centrale. Dans ces conditions une procédure d'arrêt accélérée est déclenchée afin de refroidir rapidement la centrale de couper tout apport de combustible.

[0053] Pour limiter les risques de retour de flamme dû à la présence de biomasse immobile à proximité du foyer, on met en œuvre des étapes en séquence automatique d'injection d'eau et de formation d'un bouchon de combustible. La vis verticale est stoppée pour arrêter l'alimentation du réacteur en combustible. Une électrovanne s'ouvre pour injecter de l'eau du réseau dans la vis afin d'humidifier le combustible. La vis horizontale recule afin de créer un bouchon de combustible humide tout en créant un espace vide de biomasse. De l'eau est régulièrement injectée pour s'assurer qu'aucune remontée de feu ne se fasse.

[0054] Un exemple de séquence du contrôle-commande permettant de réaliser l'arrosage du combustible et de former le bouchon de combustible lors d'un arrêt normal est donné dans le logigramme montré à la figure 4. La séquence lors d'un arrêt accidentel sera proche en terme de logigramme. Les temporisations, les quantités d'eau injectées et les vitesses de recul des vis seront différentes et dépendent du combustibles et de la configuration de la centrale.

[0055] La centrale selon l'invention comporte donc deux systèmes correctifs totalement indépendants et redondants. Il s'agit du système de lutte particulier relatif à l'alimentation en combustible et du système général de lutte contre l'incendie.

EXEMPLE : SYSTEME DE LUTTE PARTICULIER RELATIF A L'ALIMENTATION EN COMBUSTIBLE

[0056] L'alimentation en combustible étant le point le plus sensible il est important d'assurer une redondance du système anti-incendie en ce point. Dans cet exemple, le système particulier de lutte contre l'incendie de la présente invention est tel que décrit dans la présente demande. Elles sont résumées ci-après. L'intégralité du système fonctionne sur le réseau électrique et dispose d'un système de batterie en cas de coupure.

Système de détection

[0057] Il se compose de trois thermocouples TC (voir Fig. 3) qui mesurent la température en trois points différents au niveau du système d'alimentation. Ils sont fixés sur la goulotte de la vis de convoyage. Ces thermocouples sont des transmetteurs qui communiquent leurs in-

formations au contrôle-commande de la centrale.

Automate programmable

[0058] Il s'agit de l'automate programmable industriel du contrôle commande de la centrale. En cas de défaut relevé par les thermocouples TC, différents niveaux sont atteints. Niveau 1 : alarme pour l'opérateur, pas d'action particulière. Niveau 2 : ouverture de l'électrovanne utilisée dans le système préventif qui est raccordée au réseau d'eau. Niveau 3 : transmission de l'alarme à l'automate de sécurité incendie général. Ce dernier niveau permet de faire une redondance sur l'injection d'eau car le système déclenché par l'automate de sécurité incendie général utilise une autre source d'eau, à savoir un réservoir indépendant. Lorsqu'une alarme provient de l'automate de sécurité incendie général (feu détecté ailleurs sur la centrale), le système particulier de lutte contre l'incendie est déclenché par sécurité

Système d'extinction

[0059] Ce système comprend trois parties. Il s'agit tout d'abord d'une tuyauterie alimentée par l'eau sous pression du réseau d'eau potable. Il s'agit ensuite d'une électrovanne communiquant avec le système de contrôle-commande ainsi qu'une vanne manuelle de by-pass, cette dernière permettant à un opérateur d'agir directement et d'arroser la biomasse même sans électricité ou sans automate s'il détecte un incendie. Il s'agit enfin d'une buse d'injection disposée directement à l'intérieur du système d'alimentation en combustible.

EXEMPLE : SYTEME GENERAL DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE

[0060] Le système général de lutte contre l'incendie s'inscrit dans un système plus grand de lutte contre les risques industriels tels que la production de CO, de CH₄ ou d'H₂. Dans cet exemple, il comprend, selon l'invention, trois parties redondantes et indépendantes du système de lutte particulier relatif à l'alimentation en combustible. Ces trois parties sont présentées ci-après.

Système de détection

[0061] Il est composé de deux détecteurs de flammes UV/IR pour s'assurer de la redondance de la mesure qui détectent d'éventuelles flammes. Ces capteurs utilisent 2 technologies, UV et IR, afin d'augmenter la pertinence de la mesure. Ils communiquent leurs informations à un automate de sécurité indépendant. Ils fonctionnent grâce une batterie interne.

Automate programmable indépendant

[0062] Il s'agit de l'automate de sécurité indépendant responsable de l'intégralité du système de lutte contre

les risques liés au feu et au gaz sur l'ensemble de la centrale. Dans le cas où les capteurs de flammes détectent une anomalie, cet automate déclenche le système d'extinction général de la centrale, prévient l'opérateur et le personnel par une signalétique sonore et visuelle, et transmet l'alarme à l'automate industrielle programmable. L'automate fonctionne grâce à une batterie interne.

10 Système d'extinction

[0063] Ce système est composé de différentes parties : - une réserve de 10 m³ d'eau, le volume dépendant de la taille de la centrale et des zones de stockage ; - une pompe Diesel permettant d'envoyer l'eau du réservoir sur l'ensemble du réseau incendie ; - un réseau d'eau incendie indépendant du réseau d'eau public et totalement dédié à ce système, relié à la cuve et à la pompe ; et - un ensemble de buses d'injection d'eau positionné au-dessus de chaque réserve de biomasse, système de convoyage de combustible ou autre zone avec un risque d'incendie identifié.

[0064] En pratique, lors du déclenchement du système général, la pompe démarre automatiquement et envoie l'eau du réservoir à travers le réseau incendie. L'eau est alors projetée à tous les endroits susceptibles d'être en feu. Cela permet d'avoir une certitude d'envoyer de l'eau sur le lieu de l'incendie mais aussi d'éviter un effet d'emballement. Ainsi, si l'incendie n'est pas arrêté là où il a débuté car il est trop violent ou pour tout autre raison, l'ensemble des autres zones susceptibles d'apporter une charge au feu est humidifié et inhibé.

Revendications

1. Procédé de sécurisation, contre des incendies, d'une centrale (2) de combustion ou de gazéification à combustible solide (3) comprenant un foyer de combustion (1) du combustible solide (3), ledit foyer (1) étant alimenté, en combustible solide (3), par un système d'alimentation (4), **caractérisé en ce qu'il** comporte les étapes suivantes selon lesquelles :

on injecte un liquide non inflammable dans le combustible (3) contenu dans le système d'alimentation (4) en combustible ;
on forme un bouchon (7) de combustible (3) dans le système d'alimentation (4) en combustible ; et
on crée un espace (8) vide de combustible dans le système d'alimentation en combustible.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le combustible solide (3) comprend de la biomasse, des combustibles solides de récupération et/ou des déchets.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, en ce que le système d'alimentation (4) en combustible solide comprend au moins une vis sans fin, le combustible étant amené au foyer (1) de combustion par ladite au moins une vis sans fin.
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le système d'alimentation (4) comprend une première vis sans fin (4-1) positionnée sensiblement horizontalement par rapport au sol et une seconde vis sans fin (4-2) positionnée à l'extrémité terminale de la première vis sans fin (4-1), et **en ce que** le combustible solide (3) est convoyé, à partir d'un bac de stockage (5) du combustible disposé en amont de la première vis sans fin (4-1) au foyer de combustion (1) disposé au aval de la seconde vis sans fin, au moyen de la première (4-1) puis de la seconde (4-2) vis sans fin.
5. Procédé selon l'une des revendications 3 ou 4, **caractérisé en ce que**, pour la formation du bouchon (7) de combustible et pour la création de l'espace (8) vide de combustible dans le système d'alimentation (4) en combustible, on fait fonctionner ladite au moins une vis sans fin (4-1) en marche arrière après avoir injecté le liquide dans le combustible (3) contenu dans le système d'alimentation (4).
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le système d'alimentation (4) en combustible solide (3) de la centrale comprend en outre un ou plusieurs capteurs, et **en ce qu'il** comprend en outre une étape selon laquelle on détecte, au moyen du ou desdits capteurs, une remontée de feu dans le système d'alimentation (4) en combustible.
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le ou les capteurs sont des capteurs de température, des capteurs de CO₂, des capteurs infrarouge et/ou des capteurs d'humidité.
8. Procédé selon l'une des revendications 6 ou 7, **caractérisé en ce que** la centrale de combustion (2) est équipée d'un automate, **en ce que** le ou les capteurs communiquent avec ledit automate, et **en ce que** l'automate commande l'injection du liquide non-inflammable dans le combustible (3) contenu dans le système d'alimentation (4) en combustible et/ou la formation du bouchon (7) de combustible dans le système d'alimentation en combustible et/ou la création de l'espace (8) vide de combustible dans le système d'alimentation (4) en combustible.
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la centrale comprend en outre un système général de lutte contre les incendies comprenant des capteurs disposés sur l'ensemble de la centrale, un moyen d'extinction des incendies par arrosage de la centrale en liquide et/ou en gaz ininflammable, et un automate de sécurité.
10. Centrale (2) de combustion ou de gazéification à combustible solide (3) sécurisée contre des incendies, pour la mise en œuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 8, comprenant un foyer (1) de combustion du combustible solide (3), ledit foyer (1) étant alimenté, en combustible solide (3), par un système d'alimentation (4), **caractérisée en ce qu'elle** comporte en outre des moyens pour injecter un liquide non-inflammable dans le système d'alimentation (4), des moyens pour former un bouchon (7) de combustible (3) dans le système d'alimentation (4) en combustible, et des moyens pour créer un espace (8) vide de combustible dans le système d'alimentation en combustible.
11. Centrale (2) selon la revendication 10, **caractérisée en ce que** le système d'alimentation (4) comprend au moins une vis sans fin (4-1, 4-2) et au moins un injecteur (6-1, 6-2, 6-3) de liquide non-inflammable.

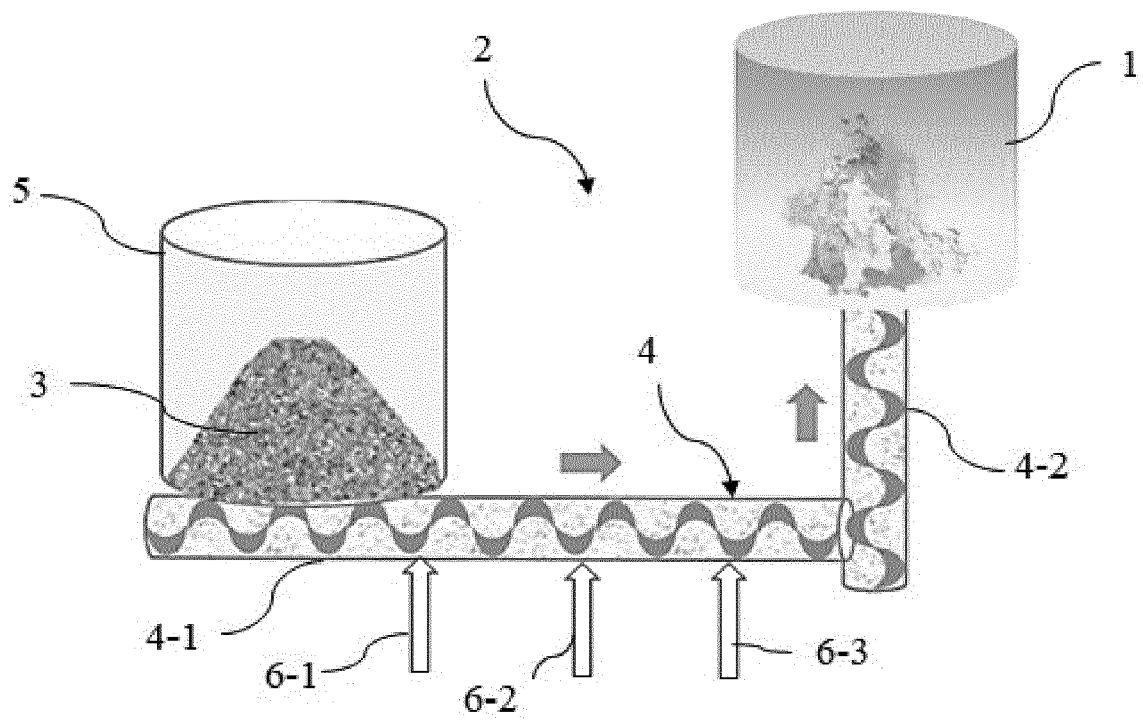


Fig. 1

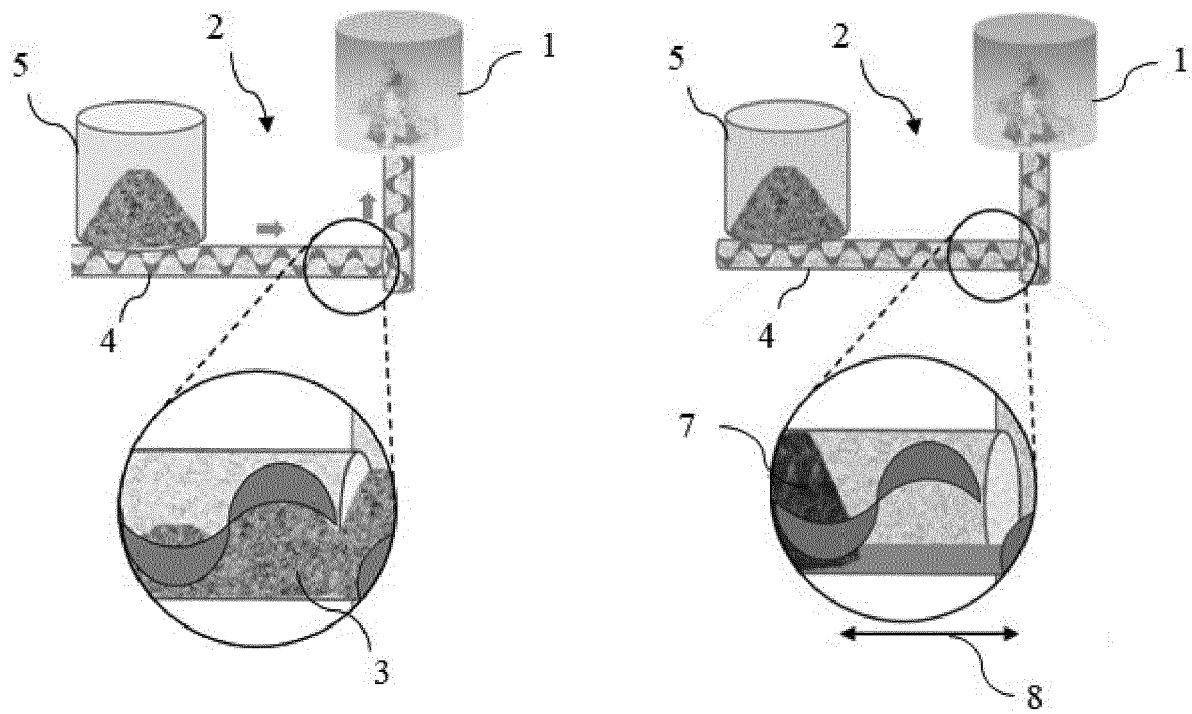


Fig. 2A

Fig. 2B

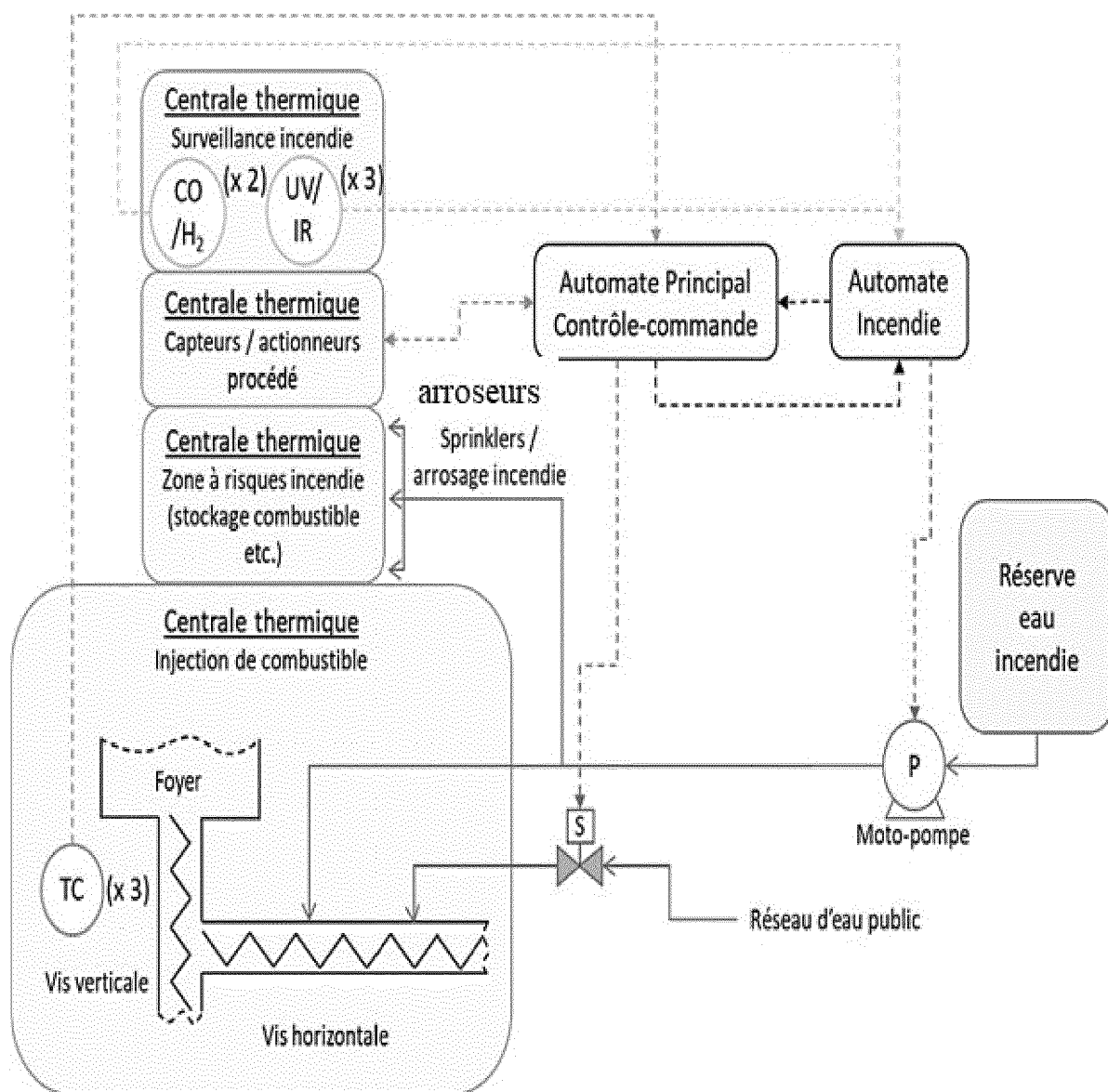


Fig. 3

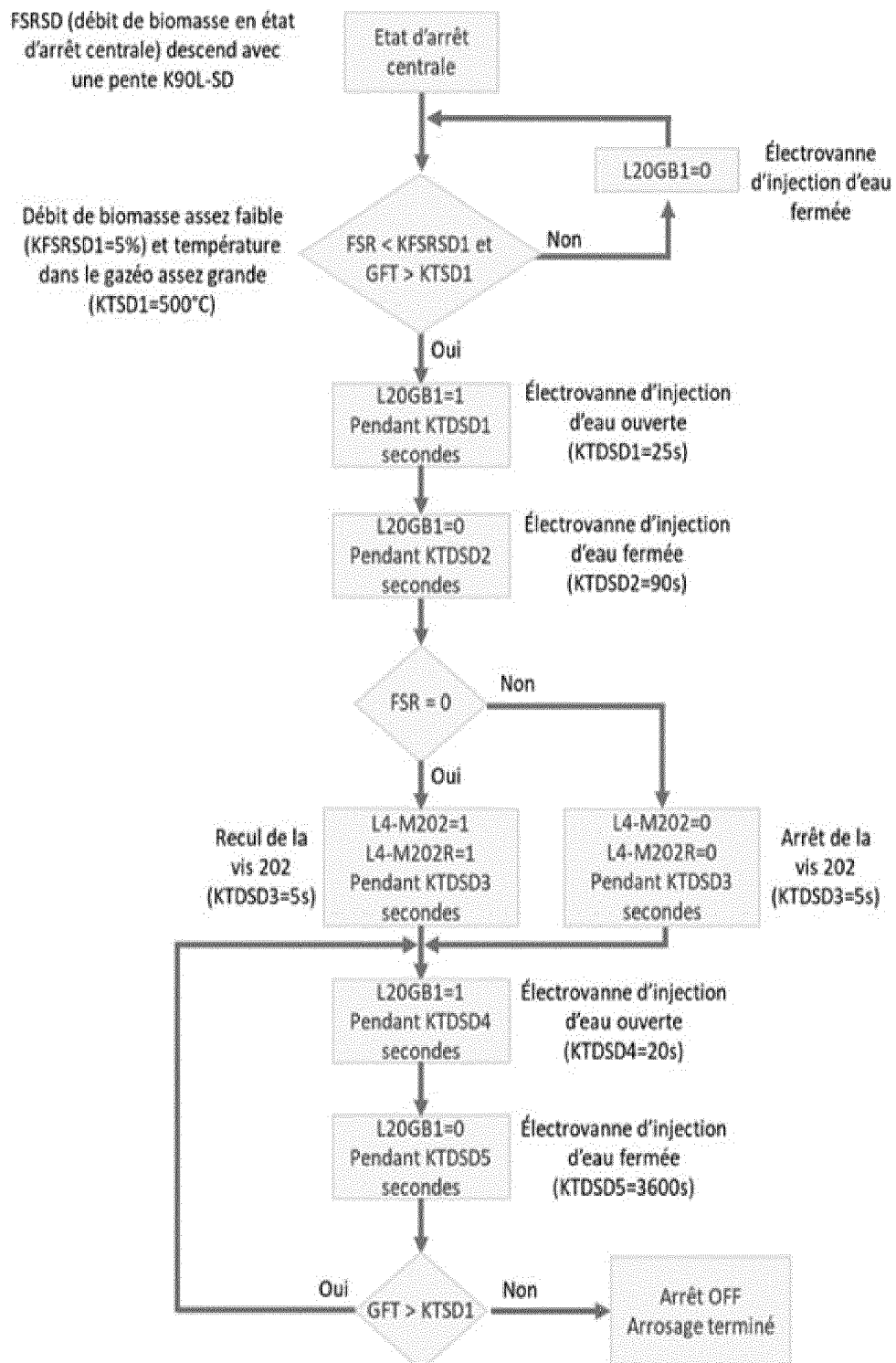


Fig. 4



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 21 15 3321

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	EP 0 202 681 A2 (STUBINEN UTVECKLINGS AB [SE]) 26 novembre 1986 (1986-11-26) * page 4, ligne 9 - page 7, ligne 22 * * figure 1 *	1-4,6-11	INV. A62C3/00 G08B17/00 F23K3/14 A62C35/02 F23M11/02
A	WO 81/02922 A1 (EKENBERG A) 15 octobre 1981 (1981-10-15) * page 3, ligne 1 - page 4, ligne 29 * * figure 1 *	1-4,6-11	
A	DE 20 2014 104897 U1 (LASCO HEUTECHNIK GMBH [AT]) 28 octobre 2014 (2014-10-28) * alinéas [0013], [0066] * * figure 2 *	1-3,6-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			A62C F23K F23M
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 6 mai 2021	Examineur Vogl, Paul
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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		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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 21 15 3321

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.

06-05-2021

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0202681 A2	26-11-1986	DE 3518576 A1 EP 0202681 A2	27-11-1986 26-11-1986
-----	-----	-----	-----
WO 8102922 A1	15-10-1981	DK 531481 A SE 443637 B US 4430949 A WO 8102922 A1	30-11-1981 03-03-1986 14-02-1984 15-10-1981
-----	-----	-----	-----
DE 202014104897 U1	28-10-2014	AUCUN	
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 2873703 A [0008]
- FR 2615931 [0009]
- CN 178166860 [0010]
- RU 2287474 [0011]
- EP 3015136 A [0012]
- CN 106056824 [0013]
- CN 202554782 [0014]