

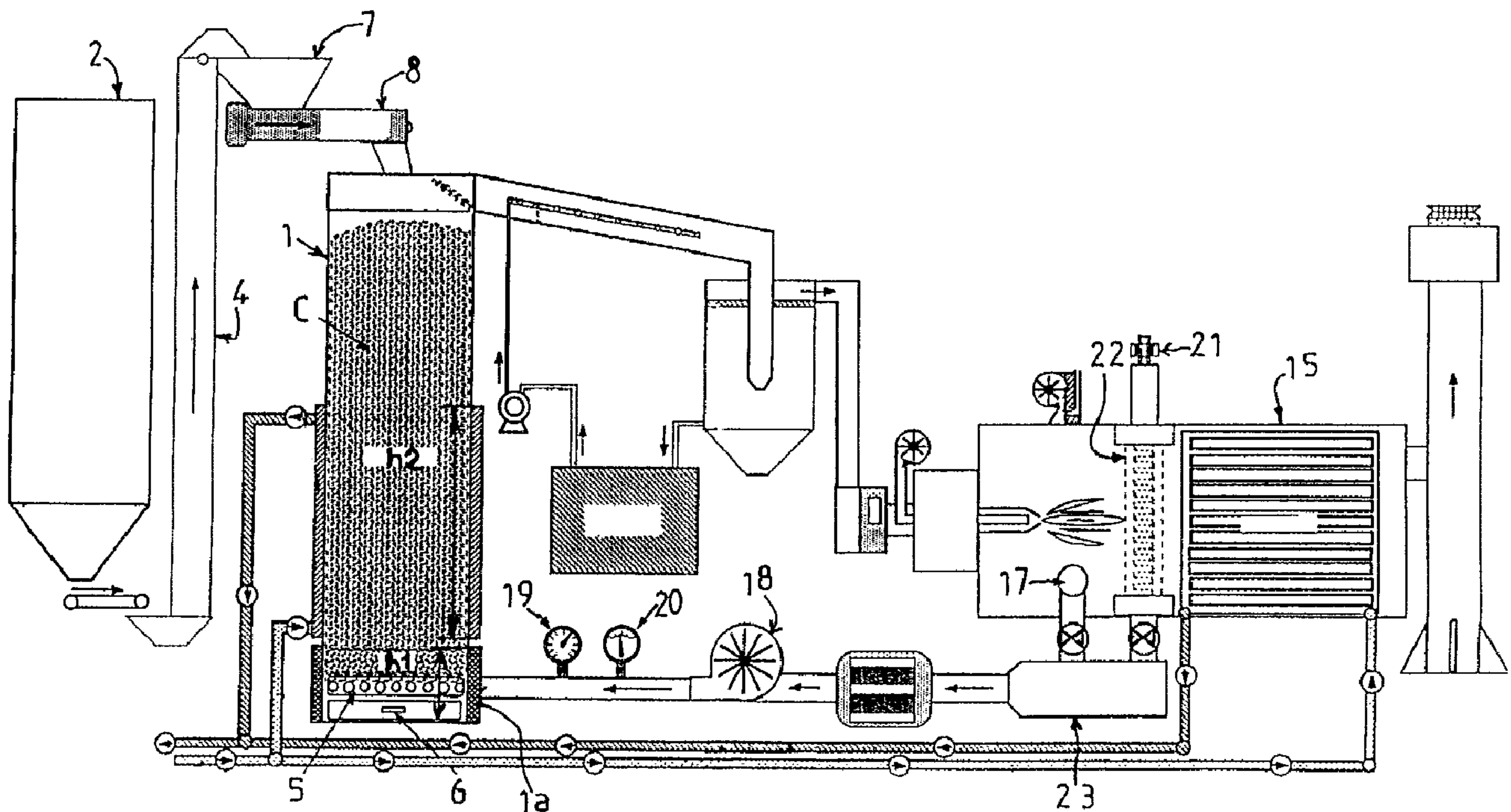


(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 1996/05/30
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 1996/12/05
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2010/08/24
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 1997/01/22
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 1996/000809
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 1996/038515
(30) Priorité/Priority: 1995/05/31 (FR95/06732)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *C10B 53/02* (2006.01),
A62D 3/40 (2007.01), *B27K 3/00* (2006.01)
(72) Inventeur/Inventor:
HERY, JEAN SEBASTIEN, FR
(73) Propriétaire/Owner:
THERMYA (SOCIETE ANONYME), FR
(74) Agent: MARKS & CLERK

(54) Titre : PROCEDE DE RECYCLAGE DES BOIS TRAITES ET L'INSTALLATION DE MISE EN OEUVRE DU
PROCEDE

(54) Title: METHOD FOR RECYCLING CONDITIONED WOOD AND INSTALLATION FOR IMPLEMENTING THE
METHOD



(57) Abrégé/Abstract:

Le procédé de recyclage des bois traités est remarquable en ce que les bois traités sont broyés sous forme de copeaux de bois pour être introduits dans un réacteur (3) de grande hauteur et formant colonne, d'une part, de combustion dans sa partie basse et, d'autre part, de refroidissement dans sa partie haute, et en ce que, dans la partie basse du réacteur, les copeaux sont soumis à une combustion adiabatique provoquée par des gaz chauds à faible teneur en oxygène et à une température de l'ordre de 400 °C, la masse de copeaux situés au-dessus de la zone de combustion se chargeant de la chaleur excédentaire transportée par les gaz en provoquant un refroidissement progressif de ces gaz jusqu'à atteindre une température inférieure à 65 °C, en formant un gradient inverse de température, et en provoquant une condensation qui, au contact des copeaux, dépose sur eux les particules notamment métalliques, goudron et vapeur, que les gaz de combustion détiennent, et en ce que les gaz de combustion non



(57) Abrégé(suite)/Abstract(continued):

compressibles déchargés de tous métaux lourds sont évacués hors du réacteur, et en ce que la teneur en oxygène des gaz de combustion introduits dans la partie basse du réacteur est très faible pour éviter l'inflammation des copeaux, et augmenter l'effet réducteur, et en ce que le charbon de bois obtenu de la combustion des copeaux inclut la réduction des métaux lourds et autres éléments polluants en vue d'un recyclage dans d'autres applications de traitement. L'invention vise également l'installation de mise en œuvre du procédé.

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : C10B 53/02, B27K 3/00	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 96/38515
		(43) Date de publication internationale: 5 décembre 1996 (05.12.96)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : C10B 53/02, B27K 3/00	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 96/38515
		(43) Date de publication internationale: 5 décembre 1996 (05.12.96)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR96/00809 (81) Etats désignés: CA, JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

(22) Date de dépôt international: 30 mai 1996 (30.05.96)

(30) Données relatives à la priorité:	FR	Publiée
95/06732 31 mai 1995 (31.05.95)		Avec rapport de recherche internationale.

(71) **Déposant** (pour tous les Etats désignés sauf US): BEAU-MARTIN S.A. [FR/FR]; Chemin du Lestonnat, F-33170 Gradignan (FR).

(75) Inventeur/Déposant (US seulement): HERY, Jean, Sébastien
[FR/FR]; 195, rue Pelleport, F-33200 Bordeaux (FR).

(74) Mandataires: DUPUIS, François etc.; Cabinet Laurent & Charras, 3, place de l'Hôtel-de-ville, Boîte postale 203, F-42005 Saint-Etienne Cédex (FR).

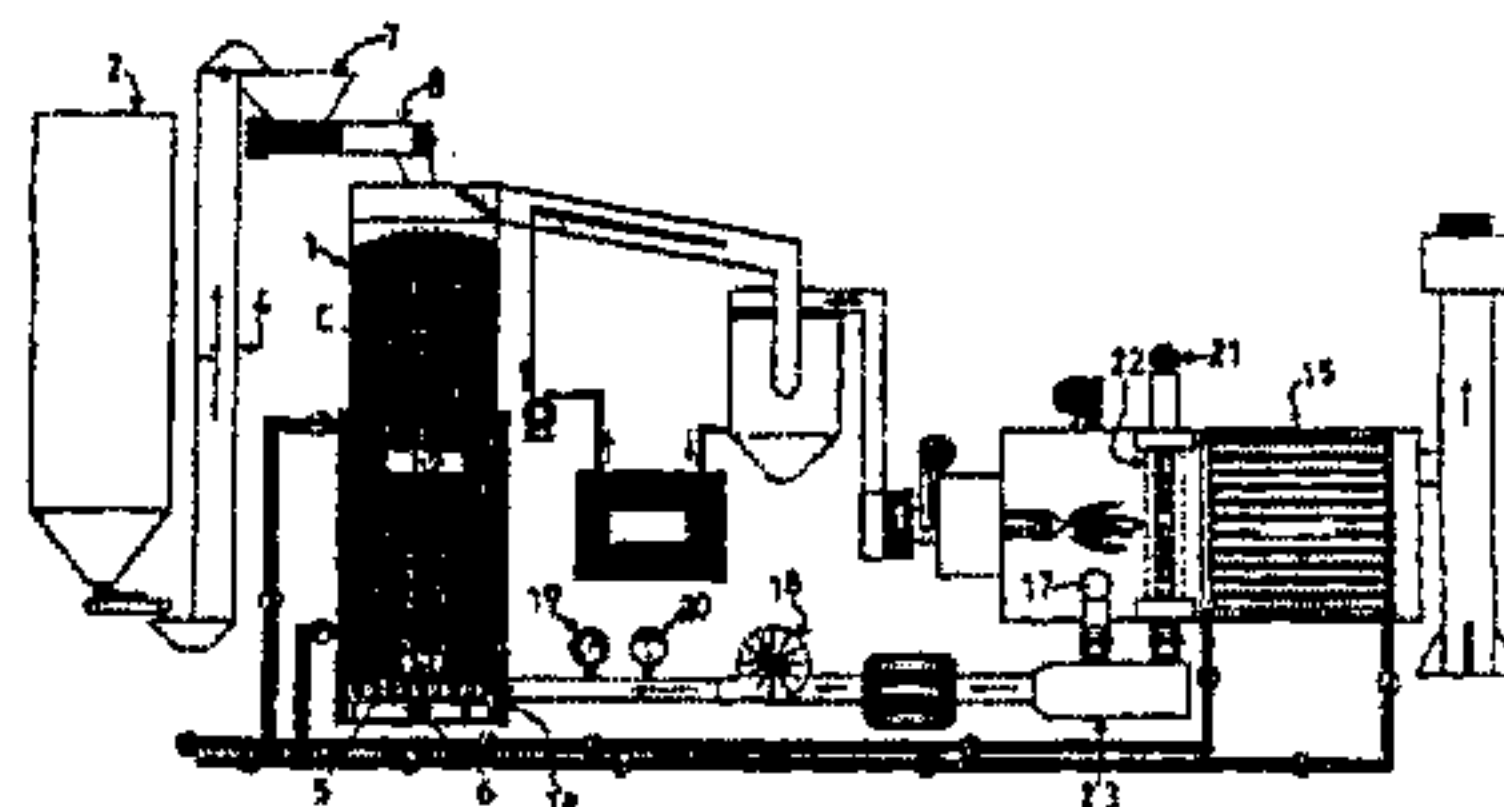
Publiée
Avec rapport de recherche internationale.

2195742

(54) Title: METHOD FOR RECYCLING CONDITIONED WOOD AND INSTALLATION FOR IMPLEMENTING THE METHOD

(54) Titre: PROCEDE DE RECYCLAGE DES BOIS TRAITES ET L'INSTALLATION DE MISE EN ŒUVRE DU PROCEDE

The method for recycling conditioned wood products is characterised in that the conditioned wood products are broken up into wood chips to be introduced in a column reactor (3) of substantial height with a lower combustion portion and an upper cooling portion. In the lower reactor portion, the chips are subjected to an adiabatic combustion process caused by hot, oxygen poor gases at a temperature of 400 °C, wherein the mass of chips above the combustion portion accumulates the excess heat carried by the gases, causing the gradual cooling thereof until they reach a temperature not exceeding 65 °C, forming an inverse temperature gradient, and causing a condensation which, when it contacts the chips, deposits thereon particles such as metal particles, tar and vapour, contained in the gases; the non-compressible flue gases, freed from any heavy metals, being thereafter discharged from the reactor. The oxygen content of the flue gases introduced in the lower reactor portion is very low so as to avoid ignition of the chips and to enhance the reducing effect, and the charcoal resulting from the chip combustion includes the heavy metals and other pollutants from the reduction process for recycling in other processing applications. An installation for implementing the process is also described.



Le procédé de recyclage des bois traités est remarquable en ce que les bois traités sont broyés sous forme de copeaux de bois pour être introduits dans un réacteur (3) de grande hauteur et formant colonne, d'une part, de combustion dans sa partie basse et, d'autre part, de refroidissement dans sa partie haute, et en ce que, dans la partie basse du réacteur, les copeaux sont soumis à une combustion adiabatique provoquée par des gaz chauds à faible teneur en oxygène et à une température de l'ordre de 400 °C, la masse de copeaux situés au-dessus de la zone de combustion se chargeant de la chaleur excédentaire transportée par les gaz en provoquant un refroidissement progressif de ces gaz jusqu'à atteindre une température inférieure à 65 °C, en formant un gradient inverse de température, et en provoquant une condensation qui, au contact des copeaux, dépose sur eux les particules notamment métalliques, goudron et vapeur, que les gaz de combustion détiennent, et en ce que les gaz de combustion non compressibles déchargés de tous métaux lourds sont évacués hors du réacteur, et en ce que la teneur en oxygène des gaz de combustion introduits dans la partie basse du réacteur est très faible pour éviter l'inflammation des copeaux, et augmenter l'effet réducteur, et en ce que le charbon de bois obtenu de la combustion des copeaux inclut la réduction des métaux lourds et autres éléments polluants en vue d'un recyclage dans d'autres applications de traitement. L'invention vise également l'installation de mise en œuvre du procédé.

PROCEDE DE RECYCLAGE DES BOIS TRAITES ET L'INSTALLATION DE
MISE EN OEUVRE DU PROCEDE

5

L'invention se rattache au secteur technique du recyclage des bois traités et tout particulièrement ceux traités au CCA (cuivre, chrome, arsenic) qui sont les plus délicats à recycler du fait de leur contenu en arsenic, et qui sont utilisés dans de nombreuses applications notamment en tant que poteaux électriques ou téléphoniques, traverses de chemin de fer, palettes ou autres.

10

Le recyclage des produits à base de bois est actuellement très timidement pratiqué pour répondre aux exigences de la préservation de l'environnement, à celles du législateur mais également pour tenir compte des contraintes économiques.

15

Le recyclage des bois non traités ne pose pas de problème grave puisque les produits constitués en ces matériaux peuvent être brûlés ou être déchiquetés, broyés en vue d'autres applications pour la réalisation de sous-produits naturels ou mélangés à d'autres composants plastiques ou autres.

20

Le recyclage des bois traités est plus problématique car il pose des problèmes qui n'ont pas été résolus à ce jour. Ce recyclage a été rendu obligatoire dans la CEE par la Décision du Conseil Européen du 22 décembre 1994 et en application de la Directive 91/689 CEE du 12.12.1991

25

Si l'on se rapporte à une application des bois traités à la conception de poteaux électriques ou téléphoniques ou traverses de chemin de fer, on comprend que le problème posé est crucial si l'on considère les millions de poteaux et de traverses en service en France et dans les autres pays. Ces poteaux ou traverses ont une durée de vie importante de l'ordre de 25 ans en moyenne. Les traitements de ces poteaux ont été généralement effectués par imprégnation sous vide. Il y a maintenant 25 ans qu'a commencé en France la généralisation du traitement au CCA qui offre de bien meilleurs résultats de qualité de traitement en soi, mais aussi et

30

surtout des qualités d'antiseptique, de propreté et de durée inégalées à ce jour, grâce au pouvoir de fixation du CCA dans le bois, qui est bien meilleur que celui de tous les autres produits existants pour la protection du bois.

5

Un des problèmes rencontrés réside dans le fait qu'il est quasiment impossible pour un individu non averti de repérer et d'identifier des bois traités aux sels métalliques et à fortiori ceux traités au CCA des autres vieux bois non traités. Alors que les bois traités à la créosote ou au pentachlorophénol se repèrent plus facilement à cause de leur aspect extérieur.

10

De plus dans le cas de bois traités, la combustion peut s'avérer très dangereuse et encore plus s'il s'agit de bois traités au CCA, non seulement par la pollution de l'environnement qu'ils peuvent générer, mais aussi pour les risques qu'ils font encourir à la santé des personnes.

15

Si l'on considère que la récupération du bois, et des poteaux de bois, traités ou non traités, et des traverses, s'effectue souvent d'une manière empirique et anarchique, on comprend l'intérêt que peut avoir pour la santé publique l'organisation rationnelle du ramassage de vieux bois traités et leur élimination postérieure ou recyclage.

20

Différentes tentatives ont été développées pour résoudre le problème posé du recyclage des bois traités en général et de ceux traités au CCA en particulier.

Il a tout d'abord été proposé la réutilisation du bois, mais celle-ci est peu rentable et sa commercialisation non faisable dans des conditions économiques satisfaisantes.

25

Une autre possibilité était le recyclage comme élément de décoration de plates-bandes en procédant à un broyage du bois en lui faisant subir un traitement de coloration à l'autoclave. Cette technique n'a pas eu de suite faute de possibilité de marché pour le produit.

30

La mise en décharge n'est pas satisfaisante en égard des contraintes du législateur.

Le stockage n'est guère applicable en égard des espaces nécessaires.

5 L'option de l'incinération dans des incinérateurs classiques avec d'autres déchets n'est pas réalisable non plus car les éléments contenus dans le bois traité, notamment l'arsenic du CCA, ont tendance à se combiner avec d'autres éléments présents dans les déchets pour former des composés qui ne sont pas maîtrisables. En outre, sous l'influence du choc thermique air ambiant / température foyer, la plus grande partie de l'arsenic contenu dans le bois traité au CCA s'évapore
10 entraînant avec lui d'autres métaux lourds.

Au-dessus de 450°, les particules de tri-oxyde d'arsenic deviennent extrêmement fines et difficiles à capter, si ce n'est avec d'énormes moyens de captation et lavage de fumées. Il peut de plus apparaître une situation plus grave encore dans le cas où les autres éléments brûlés avec du bois traité au CCA soient
15 susceptibles de produire de l'hydrogène naissant qui, en se combinant avec l'arsenic du CCA, provoque la formation d'arsine .

Au vu des résultats de ces expériences et en tenant compte de ces contraintes, il a été envisagé de recourir à d'autres méthodes de recyclage afin d'obtenir d'abord la séparation du bois et des produits de traitement. Pour cela, on a étudié différents
20 systèmes de séparation par lavage chimique, par microbiologie, ou par combustion contrôlée.

La méthode par lavage chimique consiste en la séparation des métaux lourds par voie humide, en procédant au broyage du bois jusqu'à en faire une sciure la plus fine possible, en la trempant ensuite dans un bain contenant une solution acide.
25 Un filtre permet de séparer le liquide de la sciure humide qui est alors estimé propre et peut être adressée dans toute installation de combustion sans risque de pollution. Cependant, cette technique présente de nombreux inconvénients.

Quel que soit le mélange de produits chimiques utilisés, il s'agit toujours
30 d'acides et les volumes de travail sont toujours énormes, quelle que soit leur concentration dans la solution.

5 Cette technique met en oeuvre un système en cascade où, après avoir lavé le bois avec la solution acide, il faut laver la solution acide avec de l'eau, puis traiter l'eau avant de la réutiliser, ce qui augmente les volumes à traiter et les capacités à installer.

Par ailleurs, les cycles sont longs, les installations surdimensionnées avec des coûts d'investissements très lourds.

10 Enfin, un tel système est sélectif et ne fonctionne que pour un seul type de produit de traitement à chaque fois.

15 La séparation par microbiologie en est à ses prémices et n'a pas d'application industrielle pour résoudre le problème posé. Des études ont été effectuées à partir de différentes souches de champignons mais restent à l'état d'expérimentation.

La séparation par combustion a fait l'objet de nombreuses recherches en s'appliquant à vérifier s'il y avait apparition d'arsine et quel était le comportement de l'arsenic dans les bois traités au CCA.

20 Si, sur le premier point, les auteurs et experts ont des avis convergents et considèrent qu'il n'y a pas de risque de formatin d'arsine lorsqu'on brûle seul des bois traités au CCA, il n'en est pas de même, par contre, sur le second point. Les expériences ayant été menées de façon très différentes, les résultats ont été divergents, de sorte que la plupart des Administrations des pays concernés ont réagi
25 de façon similaire optant pour une solution d'attente : le stockage ou l'enfouissement provisoire des vieux bois traités.

30 A la suite de cela, la plupart des équipes ayant travaillé sur la combustion des bois traités ont abandonné. Cependant, au vu des connaissances actuelles, des coûts et investissements nécessaires, seule la technique de séparation par combustion peut vraisemblablement être adoptée aujourd'hui pour permettre une industrialisation du recyclage des bois traités.

5 L'incinération du bois dans une chaudière spécialisée à des températures supérieures à 1300° Celsius afin de tout volatiliser et de récupérer ensuite, dans les gaz de combustion, tous ces produits grâce à une installation complexe est une solution réalisable mais coûteuse. Cette technique connue entraîne des risques non négligeables lors de la manipulation des gaz à haute température contenant des métaux lourds. Cela implique des systèmes et moyens de sécurité et de contrôle nombreux et fiables avec une maintenance continue. Par ailleurs, le maintien de hautes températures exige des quantités d'énergie importantes, en tout cas supérieures à celles que l'on pourra récupérer de la combustion du bois. L'importance de l'investissement qu'exige un système de sécurité adapté à cette méthode, oblige à recourir à un gigantisme de l'installation pour en relativiser le coût. Ce gigantisme oblige enlève tout réalisme au fonctionnement d'un tel système.

15 C'est donc à partir de l'ensemble de ces contraintes, des différents travaux développés ainsi que rappelés, que le Demandeur a travaillé pour trouver une solution au problème posé notamment concernant les poteaux bois traités au CCA dont il est l'un de principaux fabricants.

20 La démarche du Demandeur s'est établie dans une orientation nouvelle par rapport aux études, essais effectués antérieurement, en partant de l'idée de tenter de bloquer toute évaporation de métaux lourds et en particulier de l'arsenic lors de la combustion afin de les récupérer dans les cendres.

25 Une autre exigence était de travailler à basse température afin d'avoir une balance énergétique positive, de nécessiter des installations moins complexes et moins coûteuses, et d'en faciliter les coûts d'exploitation et de maintenance.

30 Les recherches se sont dirigées vers la solution du problème de la combustion du bois traité au CCA, puisque plus complexe, et répondant nécessairement aux exigences de la combustion des autres bois traités, dans l'optique de développer un système capable de brûler sans danger les bois traités quel que soit le type de traitement.

5 En tenant compte des caractéristiques physiques et atomiques de chacun des éléments composant le CCA et des constatations faites sur la combustion du bois traité au CCA par des équipes scientifiques du monde entier, avec en particulier les constatations faites sur la volatilisation de l'arsenic, l'idée inventive du Demandeur a été de s'orienter différemment des études, recherches et expériences effectuées précédemment, en recherchant les modalités et les conditions qui permettraient le contrôle et le blocage de l'évaporation de l'arsenic lors de la combustion du bois traité au CCA. Le Demandeur a découvert la nécessité d'avoir la maîtrise de nombreux paramètres qu'il a expérimentés : travailler à une température la plus basse possible, avec le moins d'air possible, avec un refroidissement rapide des gaz de combustion et du refroidissement des cendres de combustion.

15 Ainsi, l'originalité de l'invention réside dans un procédé nouveau de recyclage par combustion des bois traités remarquable en ce que les bois traités sont broyés sous forme de copeaux de bois pour être introduits dans un réacteur de grande hauteur et formant colonne, d'une part, de combustion dans sa partie basse et, d'autre part, de refroidissement dans sa partie haute, et en ce que, dans la partie basse du réacteur, les copeaux sont soumis à une combustion adiabatique provoquée par des gaz chauds à faible teneur en oxygène et à 20 une température de l'ordre de 400°C, la masse de copeaux situés au-dessus de la zone de combustion se chargeant de la chaleur excédentaire transportée par les gaz en provoquant un refroidissement progressif de ces gaz jusqu'à atteindre une température inférieure à 65°C, en formant un gradient inverse de température, et en provoquant une condensation qui, au contact des copeaux, dépose sur eux les particules notamment métalliques, goudron et vapeur, que les gaz de combustion 25 détiennent, et en ce que les gaz de combustion non compressibles déchargés de tous métaux lourds sont évacués hors du réacteur, et en ce que la teneur en oxygène des gaz de combustion introduits dans la partie basse du réacteur est très faible pour éviter l'inflammation des copeaux, et 30 augmenter l'effet réducteur, et en ce que le charbon de bois obtenu de la combustion des copeaux inclut la

réduction des métaux lourds et autres éléments polluants en vue d'un recyclage dans d'autres applications de traitement.

5 Selon une autre caractéristique de l'invention, l'installation pour le traitement et le recyclage de bois traités mettant en oeuvre le procédé est remarquable en ce qu'elle comprend un réacteur de grand volume susceptible de recevoir, par gravité et par le haut, des copeaux de bois traités, broyés préalablement, et alimentés en continu dans le réacteur, ledit réacteur étant agencé, dans sa partie basse, avec des moyens permettant l'introduction de gaz
10 chauds à faible teneur en oxygène et à une température de 400°C pour autoriser, dans la partie basse du réacteur, la carbonisation des copeaux, ledit réacteur étant agencé en formant colonne pour recevoir un volume de copeaux de bois, et permettre le refroidissement et l'évacuation des gaz de combustion, et en ce que le réacteur est en liaison avec une source générateur de chaleur
15 contrôlant et régulant la température des gaz chauds à 400°C avec des moyens de distribution de gaz brûlés chauds à faible teneur en oxygène.

Selon un aspect de l'invention, il y a un l'installation de traitement et de recyclage de copeaux de bois traité, l'installation comprenant:

20 un réacteur vertical formant colonne,
des moyens permettant d'introduire en continu des copeaux de bois dans la partie haute du réacteur pour remplir ledit réacteur,
un générateur de chaleur raccorde à la partie basse du réacteur permettant d'introduire des gaz chauds dans la partie basse de la colonne à travers une admission de gaz, les
25 gaz chauds étant introduits à une température d'environ 400°C dans le réacteur, les gaz chauds introduits ayant une faible teneur en oxygène afin de provoquer une combustion adiabatique entraînant la carbonisation desdits copeaux de bois, les gaz chauds refroidissant à mesure qu'ils s'élèvent dans le réacteur; et
une chambre de préhumidification située au-dessus de la partie haute de la colonne
30 pour traiter les copeaux de bois à mesure qu'ils sont introduits dans la colonne.

Ces caractéristiques et d'autres encore ressortiront bien de la suite de la description.

35 Pour fixer l'objet de l'invention illustré non limitativement à la figure du dessin représentant le schéma de l'installation de combustion selon l'invention.

7a

Les bois traités pouvant être par exemple des poteaux électriques, téléphoniques, des traverses de chemin de fer ou autres, sont préalablement broyés par tous moyens et machines appropriés afin d'obtenir des copeaux, de dimensions déterminées. Ce broyage doit permettre d'obtenir un déchiquetage du bois dans le sens de la fibre facilitant ultérieurement la combustion ainsi qu'il sera précisé par la suite. Ces copeaux (C) provenant de bois imprégnés de produits antiseptiques lors de leur traitement, sont acheminés par tous moyens de convoyage dans un réservoir de réception (2). Les copeaux sont ensuite, à la sortie du réservoir, acheminés vers un réacteur (1) à l'aide de moyens de convoyage (4). Le réacteur précité est établi sous forme d'une colonne de grande hauteur dont la partie basse

est agencée en chambre de combustion adiabatique et dont la partie haute comprend un système d'alimentation et de répartition uniforme des copeaux.

5 Plus précisément, dans la partie basse du réacteur, est prévue une zone de combustion des copeaux qui reposent avantageusement sur une grille oscillante (5) et permettant l'évacuation des produits de combustion sous forme de charbon, dans un cendrier (6) escamotable. La température, dans la zone inférieure du réacteur, est de l'ordre de 400°C, température choisie volontairement pour être en-dessous
10 d'inflammation du bois traité au CCA (392°C). Tous les copeaux de bois situés au-dessus de la zone de combustion forment une colonne de refroidissement, de sorte que la sortie des gaz soit à une température inférieure à 65°C.

Selon une disposition avantageuse de l'invention, les copeaux, avant d'être
15 introduits dans le réacteur, sont susceptibles d'être humidifiés en étant acheminés à la sortie du réservoir-collecteur (2) par une trémie (7) dans une chambre d'humidification (8) des copeaux de bois avant leur introduction dans le réacteur.

Lesdits copeaux sont empilés dans ce réacteur et, au fur et à mesure de la combustion des copeaux en fond de réacteur et par le fait de vibrations de la grille
20 oscillante, lesdits copeaux s'enfoncent dans le corps du réacteur par gravité, ce dernier étant rempli selon un cycle de fonctionnement en continu.

Ainsi, le procédé de recyclage des bois traités selon l'invention vise à réaliser une combustion adiabatique de bois traités et présentés en copeaux dans le réacteur en procédant au refroidissement rapide des gaz de combustion. Cette
25 combustion s'effectue par la maîtrise du degré de la température dans la partie basse du réacteur à 400°C environ avec la fourniture d'air chaud pauvre en oxygène afin d'éviter l'inflammation des copeaux. La masse de copeaux située au-dessus de la zone de combustion se charge de la chaleur excédentaire transportée par les gaz émanant de la combustion en provoquant un refroidissement progressif
30 de ces gaz et prenant dans la hauteur de la colonne du réacteur la forme d'un gradient inverse de température. Ce dernier provoque à son tour une condensation,

qui au contact des copeaux, dépose sur ceux-ci, de façon dégressive, toutes les particules, notamment métalliques, goudrons ou vapeurs que ces gaz de combustion pourraient contenir. Le résultat de cette combustion est l'obtention en sortie d'un gaz combustible dans la partie haute de la colonne et dans la partie basse un charbon de bois dans lequel sont piégés la totalité des métaux lourds et autres éléments dangereux composant les antiseptiques dont le bois a été imprégné lors de son traitement. Par exemple, dans le cas de bois traités au CCA, on retrouve dans le charbon de bois, la totalité du cuivre, du chrome et de l'arsenic que contenait le bois après imprégnation.

10

Dans la partie supérieure du réacteur, la température de sortie des gaz qui ont traversé la colonne de copeaux de bois sera inversement proportionnelle à la hauteur de la colonne. Par ailleurs et dans l'hypothèse avantageuse d'une humidification préalable des copeaux, il s'avère que plus leur degré d'humidité en partie haute de la colonne sera élevé, plus l'effet de gradient inverse sera important et donc moins la colonne aura besoin de hauteur pour la même température de sortie.

15

Ainsi, la hauteur de la colonne des copeaux de bois dans le réacteur et le degré d'humidité des copeaux de bois, sont définis pour être suffisants et permettre d'abaisser la température des gaz en sortie de colonne en-dessous de 65°C. Ces gaz de combustion sont donc normalement propres car tous les éléments dangereux y compris l'arsenic se sont condensés sur les copeaux, du fait conjugué de l'effet de gradient thermique inverse, de la fonction de filtre assuré par la colonne de copeaux dans le réacteur, et par un niveau de température très au-dessous des points de condensation de chacun des éléments polluants. Il est également obtenu et constaté par le procédé que plus la température des gaz sortant est faible en partie haute du réacteur, plus riche est la composition du charbon de bois sortant extraite dans la partie basse du réacteur.

20

25

30

Le procédé selon l'invention, qui met en oeuvre un paramètre essentiel dans la maîtrise et le contrôle de refroidissement des gaz de combustion, est encore

amélioré, si l'on accélère le refroidissement de la colonne de copeaux de bois en plaçant autour du réacteur au-dessus du niveau de la chambre de combustion un moyen complémentaire de refroidissement des parois comme une chemise de circulation d'eau. On améliore alors le rendement thermique du système. Pour
5 assurer une fiabilité au procédé dans le temps, selon un fonctionnement en continu, il convient d'extraire régulièrement le charbon de bois obtenu et de préférence au fur et à mesure de son obtention en liaison bien entendu avec les autres paramètres et notamment d'alimentation proportionnelle de copeaux en bois préalablement humidifiés ou non dans le réacteur. Le contrôle de cette humidification est
10 importante pour un fonctionnement régulier et contrôlé du procédé. Les variations de ce degré d'humidité peuvent être le cas échéant corrigées par le contrôle de la vitesse de circulation de l'eau dans la chambre de refroidissement entourant le réacteur.

Le procédé vise par ailleurs à assurer par une phase complémentaire à des
15 fins de sécurité le contrôle de l'évacuation des gaz en sortie de la colonne du réacteur. On procède alors à un ou plusieurs lavages complémentaires et à une épuration des gaz dans le cadre avantageusement d'une distribution d'eau et recyclage en circuit fermé. Ceci garantit avantageusement une sécurité supplémentaire dans la mesure où le dispositif est à même d'arrêter et permet de
20 récupérer, en cas d'accident, les vapeurs pouvant éventuellement s'échapper du réacteur.

Des prélèvements et échantillonnages de l'eau de lavage des gaz permettent de contrôler et d'identifier la présence ou non de particules de métaux lourds et autres
25 éléments chroniques tels que le chlore ou l'arsenic.

L'identification de la présence de tels éléments permet immédiatement d'apporter les correctifs nécessaires.

Ainsi qu'il apparaît le procédé de recyclage de bois traités est
30 particulièrement intéressant et notamment pour les bois traités au CCA. Le charbon de bois chargé de métaux lourds peut être recyclé en toute sécurité dans d'autres

applications spécifiques connues.

5 Il convient maintenant de décrire les moyens principaux d'une installation mettant en oeuvre le procédé de l'invention, en se référant à la figure du dessin.

10 L'installation dans les moyens principaux de mise en oeuvre du procédé comprend des moyens d'alimentation en combustion en continu des copeaux de bois dans le réacteur. Le réacteur permet de carboniser les copeaux de bois dans les conditions de température de combustion et d'échappement des gaz rappelées
précédemment. Le réacteur est en étroite liaison avec une source générateur de chaleur contrôlant et régulant la température déterminée à 400°C avec une distribution de gaz chaud à faible teneur en oxygène afin d'assurer la maîtrise et le contrôle des gaz et matières polluantes et la combustion des copeaux de bois.

15 A titre complémentaire, l'installation met en oeuvre des moyens de ventilation et d'amenée des gaz chauds dans le réacteur en provoquant leur traversée dans ledit réacteur, des moyens de contrôle des différents paramètres (température, pression, flux, teneur en oxygène), des moyens d'extraction des gaz en provenance du réacteur, des moyens de mélange d'air pur avec des gaz brûlés.

20 Par ailleurs, ladite installation comprend des systèmes de sécurité et de contrôle complémentaires pour vérifier et identifier la présence ou non de certains métaux lourds à la sortie du réacteur, ces moyens incluant un système d'épuration des gaz.

25 On décrit ci-après plus en détail l'installation de mise en oeuvre du procédé.

L'installation comprend le réacteur (1) composé d'une colonne en acier, d'un diamètre en rapport avec la quantité horaire de copeaux à carboniser, cette colonne incluant de bas en haut :

- Un cendrier étanche équipé d'un système d'évacuation des cendres.
- 30 - Une entrée (1a) des gaz chauds situés dans la partie basse du réacteur, celle-ci étant calorifugée d'une manière appropriée sur une hauteur (h1) du réacteur.

- Une grille oscillante (5) permettant d'évacuer les produits carbonisés et d'organiser par effets vibratoires un écoulement vers le bas des copeaux de bois. Le mouvement de la grille est effectué par tous moyens connus.
- 5 - Une zone de combustion dont les parois sont revêtues intérieurement d'un matériau réfractaire sur une hauteur (h2) au-dessus de la grille oscillante, cette hauteur pouvant être par exemple de l'ordre de 25 centimètres environ.
- Une zone de refroidissement du réacteur établie au-dessus de la zone de combustion précitée. Cette zone de refroidissement est avantageusement de l'ordre de 2,5 fois le diamètre du réacteur et elle constitue la colonne du réacteur. Autour
10 de celle-ci et partiellement sur sa hauteur, dans une proportion avantageuse des deux tiers, il est prévu l'adjonction d'une chemise à circulation d'eau jouant le double rôle de refroidisseur et d'échangeur de chaleur.
- Une entrée étanche d'alimentation de copeaux de bois située dans la partie haute du réacteur.
- 15 - Au même niveau de cette dernière, une sortie des gaz de combustion protégée par une grille destinée à éviter l'envol des copeaux.

A titre complémentaire éventuellement, le réacteur peut être agencé avec un dispositif de répartition radiale uniforme des copeaux de bois, ce dispositif étant
20 situé dans la partie haute du réacteur.

L'installation comprend en outre un générateur de chaleur susceptible de fournir des gaz chauds à 400°C pauvres en oxygène afin d'éviter l'inflammation du bois dans le réacteur et de favoriser la réduction des éléments polluants. Des moyens permettent de contrôler le volume des gaz chauds qui doivent être en
25 proportion avec la quantité horaire de copeaux à carboniser.

L'installation comprend un ventilateur centrifuge disposé entre le générateur de chaleur et la partie basse du réacteur qui a pour but de délivrer les gaz chauds à la température de 400°C dans la zone de combustion, le ventilateur, par sa capacité, permettant audit gaz de traverser la colonne de copeaux de bois
30 dans le réacteur, en même temps que d'aspirer les gaz brûlés du générateur de chaleur.

5 Afin d'assurer une distribution d'air chaud à faible teneur en oxygène, l'installation comprend en outre une boîte de mélange qui a pour fonction de combiner de l'air frais en provenance de l'extérieur avec des gaz brûlés prélevés du générateur de chaleur, afin de réguler la température en sortie de la boîte de mélange et le contenu en oxygène.

10 Il est prévu en outre de disposer un système d'alimentation des copeaux dans des conditions d'étanchéité par rapport à l'environnement en vue de leur distribution dans la partie haute du réacteur. Lesdits copeaux de bois en provenance d'un silo de stockage peuvent avantageusement transiter dans un humidificateur situé au-dessus de la partie supérieure du réacteur afin d'assurer une alimentation continue avec un degré d'humidité déterminé des copeaux de bois.

15 Il est prévu en outre, dans le cadre de l'installation, un système de sécurité permettant, par épuration des gaz, de contrôler la teneur en particules des gaz à la sortie du réacteur. Ce système d'épuration s'effectue à un ou plusieurs étages de lavage par rideaux d'eau pulvérisée, recyclage des eaux en circuit fermé, cyclone d'épuration et filtre de dissecation. Ce système est avant tout un élément de sécurité permettant d'arrêter et de récupérer en cas d'accident les vapeurs pouvant
20 éventuellement s'échapper du réacteur. Il peut aussi être utilisé à des fins de contrôle en faisant des prélèvement cycliques d'échantillon de l'eau de lavage, sur lesquels on pourra doser les éléments critiques tels que le cuivre, le chrome, l'arsenic, le chlore...

25 Avantageusement, il peut être prévu, en sortie du système d'épuration des gaz, un extracteur de gaz ayant pour mission de contrôler le débit et la pression des gaz de combustion extraits du réacteur et passant à travers le système d'épuration.

L'installation comprend, à la sortie de l'extracteur, une chaudière avec brûleur de gaz pauvres ayant pour but de brûler des gaz à une température
30 supérieure à 1100°C et de les maintenir à cette température pendant plus de deux secondes, afin de les évacuer ensuite par l'intermédiaire d'une cheminée selon les

normes imposées.

5 Avantageusement, l'installation peut être agencée de telle sorte à réaliser un circuit fermé permettant de prélever une partie des gaz brûlés à travers la chaudière, pour les recycler ensuite dans le réacteur à une température de 400°C après mélange avec une dose d'air frais en provenance de l'extérieur, et contrôle de la teneur en oxygène.

10 Plus précisément, la chaudière (15) de combustion des gaz est reliée à la partie basse du réacteur pour transférer, par une prise (17) de gaz chaud, une partie de ces derniers vers le réacteur grâce au ventilateur (18) de chauffe, et ce à une température de 400°C. Des moyens de contrôle par sondes (19 - 20) de la température (19) et de l'oxygène (20) sont prévus sur le circuit d'acheminement du gaz vers le réacteur pour en vérifier les caractéristiques souhaitées. La sonde de
15 contrôle d'oxygène a pour but de vérifier la teneur en oxygène des gaz acheminés dans le réacteur, cette teneur devant être faible pour permettre une carbonisation des copeaux en évitant l'apparition de flammes de combustion, et de favoriser la réduction de tous les composants non volatiles.

20 Une prise d'air frais (21) transite dans la chaudière (15) par un réchauffeur (22) pour être ensuite mélangée dans un bloc de mélange (23) avec les gaz chauds recyclés afin de réguler la température et la quantité d'oxygène des gaz chauds.

25 Ainsi, le fonctionnement de l'installation et la carbonisation des bois traités notamment au CCA s'effectuent selon un procédé bien particulier dans lequel la combustion des copeaux est réalisée à une température très basse en-dessous de la température de sublimation de l'arsenic et au-dessus de la température d'inflammation du bois, et se situant à 400°C, avec un refroidissement rapide des gaz de combustion obtenu, d'une part, par une alimentation préalable des copeaux sous forme humidifiée et, d'autre part, par un contrôle du refroidissement du
30 réacteur. La température des gaz de combustion, à la sortie haute du réacteur, est inférieure à 65°C.

5 Les copeaux qui ont été carbonisés ont récupéré les molécules des composants des produits d'imprégnation et d'arsenic en particulier, ce charbon pouvant alors être recyclé dans d'autres applications connues.

L'ensemble des métaux lourds qui ont été réduits et qui sont intégrés dans le charbon de bois, ne sont plus solubles et dangereux pour l'environnement ou les personnes travaillant ou les manipulant.

10 Le procédé selon l'invention, à travers l'installation qui a été décrite à titre non limitatif, vise donc à maîtriser la combustion des bois traités, en évitant la volatilisation des métaux lourds et autres éléments nocifs tels que le chlore ou l'arsenic grâce à une maîtrise de la température de combustion qui est inférieure à la température de sublimation de l'arsenic. Par ailleurs, le procédé vise, dans tout son cycle, à réduire la température des gaz de combustion permettant de travailler
15 dans le cadre d'installations plus sécurisantes et moins complexes donc moins coûteuses.

L'originalité de l'invention qui consiste également à humidifier les copeaux de bois permet une réduction de la température avec un refroidissement constant des
20 gaz, les condensats restant sur le bois qui, après combustion adiabatique, deviendra du charbon. On maîtrise ainsi parfaitement la chaîne de transformation en évitant une volatilisation des éléments nocifs. L'environnement extérieur est donc parfaitement protégé. Le procédé selon l'invention et l'installation de mise en oeuvre du procédé permettent un contrôle continu à tous instants du procédé assurant la non évaporation de l'arsenic ou du chlore en permettant des réglages
25 immédiats si nécessaires du système de combustion. L'invention est donc particulièrement avantageuse et répond de manière très satisfaisante aux problèmes posés à l'origine du traitement des vieux bois traités en général et de ceux traités au CCA et arrivés en fin de cycle, en particulier.

Les modes de réalisation de l'invention dans laquelle une propriété exclusive ou un privilège est réclamé sont définis comme suit:

- 1- Procédé de recyclage des bois traités, où les bois traités sont broyés sous forme de copeaux de bois pour être introduits dans un réacteur de grande hauteur et formant colonne, d'une part, de combustion dans sa partie basse et, d'autre part, de refroidissement dans sa partie haute, et où, dans la partie basse du réacteur, les copeaux sont soumis à une combustion adiabatique provoquée par des gaz chauds à faible teneur en oxygène et à une température de l'ordre de 400°C, la masse de copeaux situés au-dessus de la zone de combustion se chargeant de la chaleur excédentaire transportée par les gaz en provoquant un refroidissement progressif de ces gaz jusqu'à atteindre une température inférieure à 65°C, en formant un gradient inverse de température, et en provoquant une condensation qui, au contact des copeaux, dépose sur eux les particules notamment métalliques, goudron et vapeur, que les gaz de combustion détiennent, et où les gaz de combustion non compressibles déchargés de tous métaux lourds sont évacués hors du réacteur, et où la teneur en oxygène des gaz de combustion introduits dans la partie basse du réacteur est très faible pour éviter l'inflammation des copeaux, et augmenter l'effet réducteur, et où le charbon de bois obtenu de la combustion des copeaux inclut la réduction des métaux lourds et autres éléments polluants en vue d'un recyclage dans d'autres applications de traitement.
- 2- Procédé selon la revendication 1, où les copeaux de bois sont préalablement humidifiés avant d'être introduits dans le réacteur.
- 3- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, où les gaz de combustion sont évacués, à la sortie du réacteur, dans une ou plusieurs chambres d'humidification pour assurer, à titre de sécurité, une barrière et un contrôle de la présence ou non des particules nocives dans lesdits gaz.
- 4- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, où

l'on procède à la maîtrise et au contrôle des refroidissements des gaz de combustion dans le réacteur par une intervention sur le degré d'humidification des copeaux de bois, et par l'insertion d'un circuit de refroidissement complémentaire autour du réacteur.

-5- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, où des moyens de contrôle par sondes sont disposés pour réguler la température de combustion des gaz chauds et leur teneur en oxygène à leur entrée dans la partie basse du réacteur.

-6- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, où dans son application au recyclage de tous les bois traités, tous les bois traités comprend ceux aux CCA.

-7- Installation de traitement et de recyclage de copeaux de bois traité, l'installation comprenant:

un réacteur vertical formant colonne,

des moyens permettant d'introduire en continu des copeaux de bois dans la partie haute du réacteur pour remplir ledit réacteur,

un générateur de chaleur raccordé à la partie basse du réacteur permettant d'introduire des gaz chauds dans la partie basse de la colonne à travers une admission de gaz, les gaz chauds étant introduits à une température d'environ 400°C dans le réacteur, les gaz chauds introduits ayant une faible teneur en oxygène afin de provoquer une combustion adiabatique entraînant la carbonisation desdits copeaux de bois, les gaz chauds refroidissant à mesure qu'ils s'élèvent dans le réacteur; et

une chambre de préhumidification située au-dessus de la partie haute de la colonne pour traiter les copeaux de bois à mesure qu'ils sont introduits dans la colonne.

-8- Installation selon la revendication 7, où elle comprend des moyens de ventilation provoquant la traversée des gaz chauds dans le réacteur, des moyens de contrôle permettant d'identifier divers paramètres desdits gaz chauds avant de les introduire dans le réacteur, et des moyens de mélange pour ajouter de l'air ambiant aux gaz chauds avant de les introduire dans le réacteur.

-9- Installation selon la revendication 7 ou 8, où elle comprend un système d'épuration des gaz permettant l'identification et le contrôle d'une quantité d'éléments polluants dans les gaz refroidis.

-10- Installation selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, où ledit réacteur comprend un cendrier étanche en partie basse de la colonne, une entrée des gaz chauds située au-dessus dudit cendrier, un lit oscillant par rapport audit cendrier permettant d'évacuer les produits carbonisés de la colonne, une zone de combustion agencée au-dessus dudit cendrier dans la colonne et revêtue d'un matériau réfractaire, une zone de refroidissement dans la colonne, établie au-dessus de la zone de combustion, une entrée étanche d'alimentation de copeaux de bois située dans la partie haute du réacteur et permettant d'introduire des copeaux dans la zone de refroidissement, et une sortie des gaz de combustion dotée d'une grille de protection en haut de la colonne.

-11- Installation selon la revendication 10, où elle comprend en outre une chemise à circulation d'eau entourant la zone de refroidissement de la colonne.

-12- Installation selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, où elle comprend également un ventilateur centrifuge disposé entre le générateur de chaleur et la partie basse du réacteur ayant pour fonction de délivrer les gaz chauds à une température d'environ 400°C dans la zone de combustion en partie basse de la colonne.

-13- Installation selon la revendication 12, où elle comprend une boîte de mélange permettant de combiner l'air ambiant avec les gaz prélevés du générateur de chaleur.

-14- Installation selon l'une quelconque des revendication 7 à 13, où elle comprend également un moyen d'épuration des gaz permettant de contrôler la teneur en matières particulaires des gaz refroidis, ledit moyen d'épuration des gaz incluant en outre au

moins un étage de lavage des gaz permettant de recycler en circuit fermé l'eau de lavage dudit ou desdits étages de lavage.

-15- Installation selon la revendication 14, où elle comprend également un extracteur de gaz en sortie du système de purification des gaz pour contrôler le débit et la pression des gaz extraits du réacteur.

-16- Installation selon l'une quelconque des revendications 7 à 15, où ledit générateur de chaleur inclut une chaudière permettant de brûler des gaz pauvres en oxygène en provenance du réacteur, maintenir les gaz à une température d'environ 1100°C pendant une durée supérieure ou égale à deux secondes, des moyens d'évacuation desdits gaz hors dudit générateur de chaleur après ledit brûlage et des moyens de prélèvement permettant de recycler une quantité de gaz brûlés en vue de les distribuer à une température d'environ 400°C dans le réacteur.

