

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Dispositif d'élagage automatisé et procédé d'élagage associé.

⑫② Date de dépôt : 14.01.20.

⑫③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *PETIT Patrick* —FR, *MOUROT
Patrick* FR et *BORDE Bruno* — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 16.07.21 Bulletin 21/28.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 15.04.22 Bulletin 22/15.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : *PETIT Patrick*, *MOUROT Patrick* et
BORDE Bruno.

⑦③ Titulaire(s) : *PETIT Patrick*, *MOUROT Patrick*,
BORDE Bruno.

⑦④ Mandataire(s) : Cabinet LAURENT ET CHARRAS.



Description

Titre de l'invention : Dispositif d'élagage automatisé et procédé d'élagage associé

Domaine de l'invention

- [0001] L'invention concerne un dispositif d'élagage automatisé, c'est-à-dire un dispositif permettant de couper de manière automatisée les branches d'un arbre, plus précisément les branches mortes ou vivantes disposées le long du tronc sous la cime de l'arbre.
- [0002] Au sens de l'invention, un dispositif d'élagage « automatisé » correspond à un dispositif d'élagage dans lequel la coupe des branches n'est pas réalisée de manière manuelle par un opérateur qui sélectionne chaque branche à couper et positionne un outil de coupe contre la branche sélectionnée. Un opérateur est néanmoins nécessaire pour positionner puis commander à distance le déplacement du dispositif d'élagage automatisé.
- [0003] Pratiquement toutes les essences d'arbres résineux peuvent être traitées avec l'invention, notamment le douglas, l'épicéa, le sapin, le pin et le mélèze, l'eucalyptus, le teck, et elle est également susceptible de convenir aux peupliers et aux feuillus précieux.

état de la technique

- [0004] L'élagage des arbres est couramment utilisé dans la sylviculture en vue de produire des bois de qualité. En effet, lors de la croissance, les branches sont englobées dans le bois et donnent des nœuds réduisant les qualités esthétiques et mécaniques du bois produit. De plus, l'élagage améliore la conformation des tiges en diminuant la décroissance. Il a aussi un impact positif sur le sol et la biodiversité car l'apport de lumière suite à l'élagage facilite la décomposition progressive des branches élaguées et restitue au sol des nutriments.
- [0005] Après la récolte, les caractéristiques mécaniques des bois obtenus dépendent directement du nombre et de la qualité de l'élagage. En effet, les branches mortes d'un arbre ne tombent jamais toutes seules et occasionnent, lors de la croissance de l'arbre, la présence de nœuds qui dégradent les caractéristiques mécaniques du bois.
- [0006] Pour obtenir un bois de grande qualité, il est classique d'effectuer un premier élagage des arbres jusqu'à 3 m de hauteur lorsque les arbres ont entre 10 et 15 ans. Trois à cinq ans après ce premier élagage, un second élagage est réalisé jusqu'à 6 m de hauteur. Pour finir, trois à cinq ans après le second élagage, un troisième élagage est réalisé jusqu'à 10 à 12 m de hauteur. Il est également courant de pratiquer un élagage de 0 à 6m puis de 6 à 12m. En variante, un élagage direct de 0 à 12 m est envisageable pour certains peuplements forestiers.

- [0007] La qualité de l'élagage dépend de la précision de la coupe effectuée. Si la branche est coupée trop près du tronc, une partie du tronc peut être entamée, posant des problèmes de cicatrisation pour l'arbre. Au contraire, si la branche est coupée à une distance trop importante du tronc, les résidus de la branche peuvent former un chicot qui provoquera la formation d'un nœud noir dans le bois. Ainsi, si la branche est coupée trop proche ou trop loin du tronc, la qualité du bois obtenu est dégradée. Pour obtenir un bois avec une qualité optimum, il convient de couper chaque branche après le bourrelet soutenant le départ de la branche du tronc.
- [0008] Pour ce faire, les professionnels de l'élagage utilisent classiquement un outil de coupe monté sur une perche d'élagage. L'outil de coupe peut correspondre à un coupe-branch, une scie, un sécateur électrique ou une tronçonneuse. Pour procéder à l'élagage, le professionnel positionne, depuis le sol, l'outil de coupe au ras du bourrelet de la branche à élaguer. Cependant, cette technique manuelle est particulièrement longue pour élaguer les différentes branches d'un arbre et elle ne permet pas d'atteindre avec précision les branches hautes, c'est-à-dire les branches s'étendant à plus de 5 m du sol. Il est possible de combiner ces outils d'élagage avec une échelle ou un écoureuil mais cela entraîne un coût de traitement et des risques beaucoup plus importants pour les professionnels.
- [0009] Pour obtenir un élagage plus rapide et sécurisé, plusieurs sociétés ont tenté de développer des dispositifs d'élagage automatisés. Par exemple, le produit « Clouston tree pruner » est décrit sur le brevet américain numéro US 5,983,966.
- [0010] Ce dispositif d'élagage automatisé comporte un châssis sur lequel est fixé un moteur et une réserve de gaz pour le serrage de la machine sur l'arbre. Le moteur est relié à deux pignons qui engrainent simultanément quatre roues montées sur le châssis. Ces roues permettent d'assurer la traction du dispositif d'élagage le long du tronc d'un arbre. En outre, le moteur engraine également une fraise rotative permettant de sectionner les branches de l'arbre lors de la montée du dispositif d'élagage automatisé. Pour permettre le maintien de ce dispositif d'élagage automatisé sur le tronc de l'arbre, une seconde partie amovible du dispositif d'élagage est destinée à encercler le tronc et à venir se fixer de part et d'autre du châssis. Cette partie amovible comporte deux roues libres destinées à former un contre-appui pour les quatre roues motorisées du châssis.
- [0011] Ainsi, lorsqu'un opérateur veut procéder à l'élagage d'un arbre, il doit positionner les quatre roues motorisées du châssis contre un tronc d'arbre et fixer la partie amovible pour enserrer le tronc de l'arbre. Lorsque le dispositif d'arrimage est enserré autour du tronc d'arbre, l'opérateur peut télécommander le déplacement du dispositif d'élagage et l'actionnement de la fraise.
- [0012] Cependant, ce dispositif est particulièrement instable lors de la montée. Cette in-

stabilité entraîne des difficultés de coupe pour la fraise et ne garantit pas une qualité de coupe constante sur toute la hauteur de l'arbre. Plus particulièrement, la fraise est souvent insuffisante pour couper un grand nombre de branches situées à une même hauteur d'un arbre, par exemple pour certaines essences de bois dans lesquelles les branches sont formées en couronnes. Il s'ensuit que le dispositif doit monter sur des branches dont la coupe est irrégulière. En outre, la manœuvre d'installation et d'extraction du dispositif sur le tronc d'un arbre est particulièrement délicate et dangereuse à réaliser. Elle requiert une ou deux personnes ou un autre dispositif pour maintenir le châssis lors de la fixation de la partie amovible. Durant cette opération, rien ne vient protéger l'opérateur de la fraise en cas chute par exemple.

[0013] La fraise pose également des problèmes de maintenance lorsqu'il est nécessaire de remplacer la fraise car il n'est pas possible de monter la fraise dans un mandrin. En effet, pour obtenir une qualité de coupe suffisante, la fraise présente classiquement un diamètre supérieur à 20mm et le mandrin adapté pour soutenir une fraise de ce diamètre présente un diamètre supérieur à 50mm qui pèse environ 1 kg. Or, le poids et le diamètre du mandrin impact le poids du dispositif ainsi que la distance de coupe.

[0014] Ainsi, comme les autres solutions existantes, ce dispositif d'élagage automatisé est lourd, peu maniable et présente un risque important de coincement lors de la montée le long du tronc de l'arbre. Compte tenu des dispositifs existants, la majeure partie des professionnels préfère utiliser des outils manuels.

[0015] Le problème technique de l'invention est donc de fournir un dispositif d'élagage automatisé plus efficace, plus sécuritaire, plus simple à mettre en œuvre et avec une qualité de coupe constante sur toute la hauteur de l'arbre.

Exposé de l'invention

[0016] Afin de résoudre ce problème technique, l'invention propose un dispositif d'élagage automatisé et ergonomique comportant au moins un ensemble d'au moins trois roues destinées à être régulièrement réparties sur une circonférence d'un tronc afin de maintenir le dispositif d'élagage avec au moins trois points de contact.

[0017] Pour adapter ce serrage aux variations de circonférence du tronc, deux roues de serrage de chaque ensemble sont montées mobiles sur des bras. Ces roues de serrage sont déplacées simultanément de sorte à maintenir une répartition régulière des roues du dispositif et adapter les efforts de serrage nécessaires pour maintenir le dispositif autour du tronc.

[0018] A cet effet, selon un premier aspect, l'invention concerne un dispositif d'élagage automatisé d'un tronc comportant : un châssis sur lequel est monté au moins une roue de traction destinée à venir au contact dudit tronc ; et au moins un outil de coupe s'étendant au-dessus de ladite au moins une roue de traction de sorte à couper les

branches dudit tronc disposées au-dessus dudit châssis.

- [0019] L'invention se caractérise en ce que ledit châssis comporte au moins deux bras sur lesquels sont montés au moins une roue de serrage de sorte à former, avec ladite au moins une roue de traction, au moins un ensemble de trois roues régulièrement réparties sur une circonférence dudit tronc permettant d'enserrer ledit dispositif d'élagage autour dudit tronc ; lesdites roues de serrage étant reliées à des moyens de déplacement motorisé configurés pour déplacer simultanément lesdites roues de serrage de sorte à maintenir une répartition régulière des roues dudit ensemble autour dudit tronc quelle que soit la circonférence dudit tronc.
- [0020] L'invention permet ainsi d'obtenir un dispositif d'élagage plus simple à manœuvrer et plus léger. Les roues de traction peuvent être déplacées par des navettes mobiles en translation le long de chaque bras ou par un ensemble de bielles.
- [0021] De préférence, ledit châssis comporte deux roues de traction superposées et quatre bras : deux bras disposés au niveau d'une roue supérieure de traction et deux bras disposés au niveau d'une roue inférieure de traction, chaque bras supportant au moins une roue de serrage de sorte à former deux ensembles de trois roues régulièrement réparties sur une circonférence dudit tronc.
- [0022] Ce mode de réalisation permet d'améliorer encore la stabilité du dispositif d'élagage. Les deux roues de traction peuvent être commandées par le même moteur ou par deux moteurs indépendants. De préférence, les déplacements autour du tronc suivent une trajectoire hélicoïdale. Pour ce faire, lesdites roues sont orientées avec un angle compris entre 5 et 40° par rapport à une longueur dudit châssis.
- [0023] Selon un mode de réalisation, au moins un bras est monté sur un axe dudit châssis de sorte que ledit châssis soit mobile entre trois positions : une position ouverte dans laquelle lesdits bras forment un angle compris entre 70 et 100 degrés, une position fermée dans laquelle lesdits bras forment un angle compris entre 50 et 70 degrés, et une position de transport dans laquelle lesdits bras forment un angle compris entre 10 et 40 degrés.
- [0024] Ainsi, pour accrocher le dispositif d'élagage sur un tronc, un opérateur peut déplacer le dispositif d'élagage dans la position ouverte afin que les roues de serrage ne bloquent pas le positionnement du dispositif d'élagage.
- [0025] Les roues de traction sont ensuite disposées contre le tronc et le châssis est déplacé dans la position fermée. Pour finir, l'opérateur peut commander le déplacement des roues de serrage jusqu'à ce que les deux ensembles de trois roues ensèrent le tronc.
- [0026] A l'inverse, lorsque l'élagage est terminé, l'opérateur peut retirer le dispositif d'élagage en éloignant les roues de serrage des roues de traction et en déplaçant le châssis dans la position ouverte pour aller élaguer un autre arbre. Lorsque tous les élagages sont terminés, l'opérateur peut ranger le dispositif d'élagage en le déplaçant

dans la position de transport pour limiter son encombrement. Dans cette position, les roues de serrage peuvent être configurées ou déplacées pour qu'elles ne butent pas les unes sur les autres.

- [0027] Pour s'assurer du maintien du dispositif d'élague, lesdits bras peuvent comporter des capteurs d'efforts. En mesurant l'effort de contre-réaction appliqué sur les roues de serrage des bras, il est possible de déterminer si le dispositif d'élague est solidement maintenu sur le tronc d'arbre ou non, et de couper la commande de déplacement des roues de serrage lorsqu'une valeur seuil d'effort de contre-réaction est atteinte. Par exemple, les bras peuvent être déplacés par des poignées commandées disposées de chaque côté du châssis.
- [0028] Il est possible de limiter la consommation énergétique nécessaire pour maintenir le dispositif dans la position fermée en utilisant au moins une bielle de liaison entre les bras, ladite bielle présentant un point stable dans ladite position fermée. Cette bielle est préférentiellement assujettie à un contacteur de position permettant d'atteindre un angle de serrage sensiblement équivalent à 60 degrés entre les deux bras avant de déplacer les roues le long des bras.
- [0029] En outre, pour limiter le risque d'ouverture intempestive des bras en phase de travail, il est possible d'utiliser des moyens de liaison entre les extrémités des bras. Par exemple, il est possible de fixer une chaîne, une sangle ou un levier de verrouillage aux extrémités des bras, après le déplacement en position fermée du châssis. Selon un mode de réalisation, ledit châssis comporte un levier de verrouillage monté, de manière amovible, au moins deux bras de sorte à sécuriser ledit châssis dans ladite position fermée en entourant ledit tronc.
- [0030] Pour améliorer la sécurité de l'opérateur, ledit châssis comporte préférentiellement un carter de sécurité mobile entre deux positions : une position de coupe dans laquelle ledit carter de sécurité ne recouvre pas ledit au moins un outil de coupe et une position de transport dans laquelle ledit carter de sécurité recouvre ledit au moins un outil de coupe ; ledit carter de sécurité étant déplacé en position de transport lorsque ledit châssis est en position ouverte ou en position de transport.
- [0031] Afin d'obtenir un élagage précis des branches, ledit au moins un outil de coupe est monté sur une platine dont les déplacements sont coordonnés avec les déplacements desdites roues de serrage de sorte à maintenir une distance sensiblement constante entre ledit tronc et ledit au moins un outil de coupe quelle que soit la circonférence dudit tronc. Ainsi, les déplacements de cette platine peuvent ajuster la distance de coupe entre l'outil de coupe et le tronc pour couper chaque branche après le bourrelet soutenant le départ de la branche du tronc.
- [0032] De préférence, ledit au moins un outil de coupe correspond à une fraise engrainée par un moteur. Cet outil de coupe permet d'obtenir une coupe nette sur les branches sans

arrachement des fibres du bois et facilitant la cicatrisation en limitant les problèmes de présence de nœuds noirs non adhérents.

- [0033] La motorisation du dispositif d'élague peut être thermique ou électrique et un ou plusieurs moteurs peuvent être utilisés pour déplacer les roues de traction, les roues de serrage et la fraise en fonction de besoin. En fonctionnement normal, les déplacements de la fraise et des roues de traction sont effectués en même temps et un seul moteur peut être utilisé. Pour ce faire, des dispositifs de transmission et d'embrayage sont nécessaires.
- [0034] En variante, il peut être recherché des déplacements avec une plus forte puissance, par exemple pour extraire le dispositif d'élague d'une situation de blocage dans les branches, et la fraise peut être désactivée dans ce contexte. En outre, la fraise et les roues peuvent avoir des motorisations indépendantes. De la même manière, les deux roues de traction peuvent également avoir des moteurs indépendants afin de modifier l'orientation du dispositif d'élague pour pallier à une situation de blocage.
- [0035] La fraise présente préférentiellement un diamètre supérieur à 20mm. Etant donné qu'il est complexe de monter une telle fraise dans un mandrin en raison de la distance disponible avec le tronc, un mode de réalisation propose de monter la fraise avec tout le bloc d'entraînement de la fraise de manière amovible sur le dispositif d'élague afin qu'une opération de maintenance sur la fraise soit facilitée par l'extraction du bloc d'entraînement contenant la fraise.
- [0036] L'ensemble des moteurs peuvent être télécommandés. En variante, certains moteurs peuvent être commandés directement par des capteurs montés sur le châssis et d'autres moteurs peuvent être télécommandés.
- [0037] Par exemple, selon un mode de réalisation, ledit châssis comporte une jupe de contact instrumentée par un capteur de déplacement commandant ledit moteur de sorte à obtenir un fonctionnement de ladite fraise lorsque des branches appuies sur ladite jupe de contact. Ce mode de réalisation permet de commander automatiquement la fraise lorsqu'une branche est détectée au-dessus du dispositif d'élague.
- [0038] Selon un second aspect, l'invention concerne un procédé d'élague au moyen d'un dispositif d'élague selon le premier aspect de l'invention, ledit procédé comportant les étapes suivantes :
- déplacement dudit dispositif d'élague, dans une position ouverte, de sorte à mettre au contact ladite au moins une roue de traction contre un tronc ;
 - fermeture desdits bras depuis ladite position ouverte jusqu'à atteindre une position fermée ;
 - activation desdits moyens de déplacement motorisé desdites roues de serrage jusqu'à ce que lesdites roues de serrage et ladite au moins une roue de traction maintiennent ledit dispositif d'élague autour dudit tronc ;

- fermeture d'un levier de verrouillage dudit châssis ;
- activation de ladite au moins une roue de traction de sorte à déplacer ledit dispositif d'élagage sur une trajectoire hélicoïdale autour dudit tronc ; et
- lorsqu'une jupe de contact dudit dispositif d'élagage détecte la présence d'une branche, embrayage dudit au moins un outil de coupe.

[0039] Ce procédé peut également être contrôlé pour activer l'outil de coupe lorsque le dispositif d'élagage dépasse une hauteur minimum afin de protéger l'opérateur ou en identifiant la position angulaire de départ du dispositif d'élagage afin de ramener le dispositif d'élagage dans la même position angulaire à la fin de l'élagage.

brève description des figures

[0040] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et réalisée en relation avec les dessins annexés, dans lesquels des références identiques désignent des éléments identiques ou analogues, et dans lesquels :

- [0041] [fig.1] la [fig.1] est une vue de dessous d'un dispositif d'élagage selon un mode de réalisation de l'invention monté sur un tronc de faible circonférence ;
- [0042] [fig.2] la [fig.2] est une vue de dessous du dispositif de la [fig.1] monté sur un tronc de forte circonférence ;
- [0043] [fig.3] la [fig.3] est une vue de dessous du dispositif de la [fig.1] dans une étape d'arrimage du dispositif d'élagage ;
- [0044] [fig.4] la [fig.4] est une vue de côté d'un bras du dispositif de la [fig.1] ;
- [0045] [fig.5] la [fig.5] est une vue de dessus partielle du dispositif de la [fig.1] ;
- [0046] [fig.6] la [fig.6] est une vue en perspective partielle du dispositif de la [fig.1] ; et
- [0047] [fig.7] la [fig.7] est une vue de face partielle du dispositif de la [fig.1].

description détaillée de l'invention

[0048] Les figures 1 à 7 illustrent un dispositif d'élagage automatisé **10** d'un tronc **11** selon un mode de réalisation de l'invention. Par exemple, le tronc **11** peut correspondre à un arbre résineux, tel qu'un douglas, un épicéa, un sapin, un pin ou un mélèze. Le tronc **11** peut également être celui d'un peuplier ou d'un feuillu précieux.

[0049] Pour maintenir efficacement le dispositif d'élagage **10** autour du tronc **11** lors de la traction de celui-ci, l'invention propose d'utiliser au moins trois roues **13-14, 20-23** régulièrement réparties autour du tronc **11**. Ainsi, tel qu'illustré sur les figures 1 et 2, le dispositif **10** présente un châssis **12** comportant deux roues de traction **13-14** superposées. Ces roues de traction **13-14** sont montées sur des profilés formant la partie centrale du châssis **12**, par exemple au moyen d'un palonnier. Deux bras **16-17** s'étendent de cette partie centrale avec un angle compris entre 50 et 70 degrés lorsque le châssis **12** est monté autour d'un tronc **11** dans une position fermée.

- [0050] Le bras de gauche 16 est monté sur un axe 26 alors que le bras de droite 17 est monté de manière fixe au moyen d'une pièce de fixation 27. De préférence, tel qu'illustré sur la [fig.4], chaque bras présente deux profilés 40-42 et deux traverses 43-44 fixées entre les profilés 41-42 pour obtenir une structure parallélépipédique. Les profilés 41-42 comportent une glissière permettant la translation d'une navette 18-19. Chaque navette 18-19 porte deux roues 20-23 destinées à enserrer le châssis 12 autour du tronc 11. En outre, des moyens de translation 24-25 permettent de déplacer chaque navette 19-20 de chaque bras 16-17.
- [0051] Ces moyens de translation **24-25** peuvent correspondre à une vis sans fin coopérant avec un écrou monté sur la navette **19-20**. Les deux vis sans fin sont entraînées par un ou plusieurs moteurs de sorte que les déplacements des deux navettes **18-19** soient synchronisés afin d'obtenir une répartition constante des roues autour du tronc **11** quelle que soit la circonférence du tronc **11**.
- [0052] Par exemple, lorsque le tronc 11 présente un faible diamètre, tel qu'illustré sur la [fig.1], les roues inférieures 21 et 23 sont déplacées proches de la roue de traction inférieure 14 alors que, dans le cas de la [fig.2], lorsque le diamètre du tronc 11 est important, les roues inférieures 21 et 23 sont déplacées à une plus grande distance de la roue inférieure de traction 14.
- [0053] Tel qu'illustré sur la [fig.4], les roues 20-23 de chaque bras 16-17 sont pas alignées dans la longueur L des bras 16-17 mais sont orientées avec un angle α compris entre 5 et 40 degrés par rapport à la longueur L. Cette orientation des roues de serrage 20-23 est équivalente pour les roues de traction 13-14 par rapport à la partie centrale du châssis 12 et permettent d'obtenir un déplacement hélicoïdal du dispositif 10 autour du tronc 11.
- [0054] Le déplacement des roues de serrage **20-23** contre le tronc **11** est réalisé jusqu'à obtenir un effort de serrage prédéterminé. Cet effort de serrage peut être mesuré par un capteur d'efforts, c'est-à-dire un capteur de déformation ou de déplacement.
- [0055] Par ailleurs, le serrage du châssis **12** est également facilité par un levier de verrouillage **29** installé aux extrémités des bras **16-17** lorsque le dispositif **10** est monté contre le tronc **11**. Pour ce faire, le profilé inférieur **42** est relié par un axe **28** et par un axe **31** à un levier de verrouillage **29** qui est destiné à coopérer avec un crochet **30** ménagé à l'extrémité du profilé inférieur **42** du bras **17**. En variante, deux leviers de verrouillage peuvent être utilisés au niveau des profilés inférieurs ou supérieurs ou le levier de verrouillage **29** peut être monté uniquement au niveau des profilés supérieurs **41** des deux bras **16-17**.
- [0056] Les axes **26, 28, 31** permettent d'écarter le levier de verrouillage **29** et le bras de gauche **16** du dispositif **10** pour extraire celui-ci d'un tronc d'arbre **11**. Le dispositif **10** est alors dans une position ouverte et il peut se replier sur lui-même pour faciliter le

transport. De la même manière, pour arrimer le dispositif **10** autour d'un tronc d'arbre **11**, un opérateur doit placer les roues de traction **13-14** contre le tronc d'arbre et commander le déplacement simultané des roues de serrage **20-23** jusqu'à ce que celles-ci permettent le maintien du dispositif **10** contre le tronc **11**. Avant ou après le déplacement des roues de serrage **20-23**, l'opérateur peut fermer le levier de verrouillage **29**.

- [0057] Lorsque le dispositif **10** est correctement arrimé, un ou plusieurs moteurs **33** peuvent entraîner le déplacement du dispositif **10** autour du tronc **11** suivant une trajectoire hélicoïdale. Au cours de ces déplacements, un outil de coupe **15** est destiné à couper les branches du tronc **11**.
- [0058] De préférence, l'outil de coupe **15** correspond à une fraise mais, d'autres outils de coupe peuvent être utilisés sans changer invention, par exemple une chaîne de tronçonneuse. Tel qu'illustré sur la figure 5, cette fraise **15** est montée sur une platine **36** mobile par rapport à la partie centrale du châssis **12** de sorte à maintenir une distance constante entre la fraise **15** et le tronc **11** quel que soit la circonférence du tronc **11**. Ainsi, les déplacements en translation des navettes **18-19** entraînent préférentiellement le déplacement de la platine **36** portant la fraise **15**.
- [0059] Cette fraise **15** est entraînée en rotation par un moteur **34** par l'intermédiaire d'un embrayage **35**. Le moteur **34** et l'embrayage **35** sont montés au niveau du bras de droite **17** du châssis **12**. De préférence, l'embrayage **35** correspond un embrayage étagé permettant d'obtenir une vitesse de rotation de la fraise **15** entre 5 et 7000 tr/m. Cet embrayage **35** est préférentiellement un embrayage magnétique piloté en fonction de la position d'une jupe de contact **40** disposée sur le châssis **12**. Cette jupe de contact **40** permet de détecter la présence des branches pour commander l'embrayage afin que la fraise **15** n'entre en rotation que lorsque des branches sont détectées par la jupe de contact **40**. Pour ce faire, cette jupe de contact **40** présente une forme semi-circulaire avec une lèvre destinée à détecter les branches et à protéger la machine. En variante, la fraise **15** peut être mise en rotation constante à partir du moment où le dispositif **10** a dépassé une hauteur prédéterminée, par exemple 3 m. En outre, la jupe de contact **40** peut intégrer un carter de sécurité venant recouvrir la fraise **15** lors du transport.
- [0060] Pour gérer les commandes des moteurs **33-34**, le dispositif comporte préférentiellement une carte électronique permettant de commander les différents moteurs **33-34** pour automatiser la traction et la découpe des branches du tronc **11**. Cette carte électronique peut comporter des moyens de communication sans fil afin que l'opérateur puisse commander ces moteurs **33-34** depuis une télécommande. En complément ou en variante, la carte électronique peut automatiser certaines actions. Par exemple, la carte électronique peut détecter la circonférence du tronc **11** au cours du temps en fonction de la position des roues de serrage **20-23** et arrêter la montée lorsqu'une valeur seuil

inférieure de circonférence est mesurée. La carte électronique peut également intégrer d'autres moyens de contrôle du dispositif **10**, tels qu'une boussole, un accéléromètre et un gyroscope. Ainsi, la carte électronique peut être configurée pour déplacer le dispositif avec une orientation spécifique par rapport au tronc **11** à l'issue de l'élagage.

- [0061] Lors de l'élagage, la carte électronique peut stocker des informations relatives à l'arbre sur lequel l'élagage est réalisé, telles que la position spécifique de l'arbre obtenue par une puce de géo positionnement, la hauteur élaguée, le nombre de couronnes de l'arbre, la date à laquelle l'élagage est réalisé... En transmettant ces informations à une base de données centralisée, il est possible d'obtenir une gestion plus efficace de l'élagage des arbres d'une parcelle ou d'un ensemble de parcelles.
- [0062] En outre, l'invention permet également d'obtenir un dispositif **10** plus léger que les dispositifs existants et permettant d'obtenir une coupe propre et nette au niveau des bourrelets de chaque branche de sorte à obtenir une cicatrisation efficace à l'issue de l'élagage

Revendications

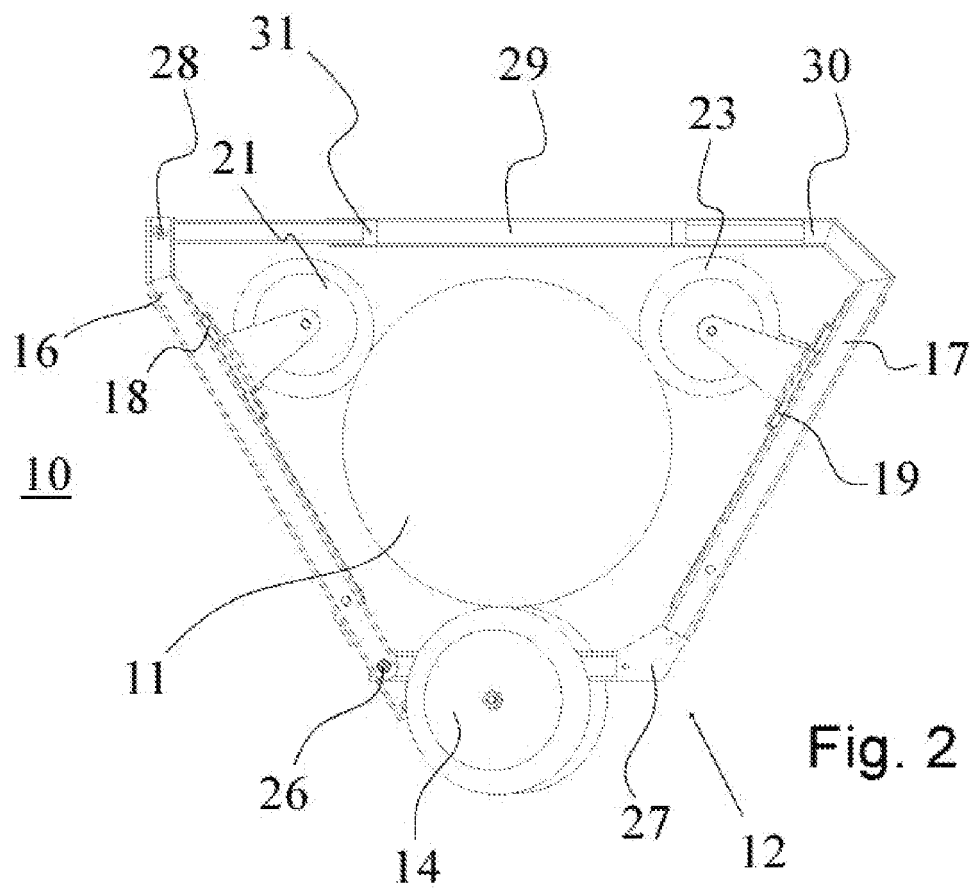
- [Revendication 1] Dispositif d'élagage automatisé (10) d'un tronc (11) comportant :
- un châssis (12) sur lequel est monté au moins une roue de traction (13-14) destinée à venir au contact dudit tronc (11) ; et
 - au moins un outil de coupe (15) s'étendant au-dessus de ladite au moins une roue de traction (13-14) de sorte à couper les branches dudit tronc (11) disposées au-dessus dudit châssis (12);
- caractérisé en ce que** ledit châssis (12) comporte au moins deux bras (16-17) sur lesquels sont montés au moins une roue de serrage (20-23) de sorte à former, avec ladite au moins une roue de traction (13-14), au moins un ensemble de trois roues régulièrement réparties sur une circonférence dudit tronc (11) permettant d'enserrer ledit dispositif d'élagage (10) autour dudit tronc (11) ; lesdites roues de serrage (20-23) étant reliées à des moyens de déplacement motorisé (24-25) configurés pour déplacer simultanément lesdites roues de serrage (20-23) de sorte à maintenir une répartition régulière des roues (13-14, 20-23) dudit ensemble autour dudit tronc (11) quelle que soit la circonférence dudit tronc (11) ;
- au moins un bras (16-17) étant monté sur un axe (26) dudit châssis (12) de sorte que ledit châssis (12) soit mobile entre trois positions : une position ouverte dans laquelle lesdits bras (16-17) forment un angle compris entre 70 et 100 degrés, une position fermée dans laquelle lesdits bras (16-17) forment un angle compris entre 50 et 70 degrés, et une position de transport dans laquelle lesdits bras (16-17) forment un angle compris entre 10 et 40 degrés.
- [Revendication 2] Dispositif d'élagage selon la revendication 1, **dans lequel** ledit châssis (12) comporte deux roues de traction (13-14) superposées et quatre bras (16-17) : deux bras disposés au niveau d'une roue supérieure de traction (13) et deux bras disposés au niveau d'une roue inférieure de traction (14), chaque bras (16-17) supportant au moins une roue de serrage (20-23) de sorte à former deux ensembles de trois roues régulièrement réparties sur une circonférence dudit tronc (11).
- [Revendication 3] Dispositif d'élagage selon la revendication 1 ou 2, **dans lequel** lesdites roues (13-14, 20-23) sont orientées avec un angle (α) compris entre 5 et 40° par rapport à une longueur (L) dudit châssis (12).
- [Revendication 4] Dispositif d'élagage selon la revendication 1, **dans lequel** ledit châssis (12) comporte un levier de verrouillage (29) monté, de manière

- amovible, sur au moins deux bras (16-17) de sorte à sécuriser ledit châssis (12) dans ladite position fermée en entourant ledit tronc (11).
- [Revendication 5] Dispositif d'élague selon la revendication 1 ou 4, **dans lequel** ledit châssis (12) comporte un carter de sécurité mobile entre deux positions : une position de coupe dans laquelle ledit carter de sécurité ne recouvre pas ledit au moins un outil de coupe (15) et une position de transport dans laquelle ledit carter de sécurité recouvre ledit au moins un outil de coupe (15) ; ledit carter de sécurité étant déplacé en position de transport lorsque ledit châssis (12) est en position ouverte ou en position de transport.
- [Revendication 6] Dispositif d'élague selon l'une des revendications 1 à 5, **dans lequel** ledit au moins un outil de coupe (15) est monté sur une platine (36) dont les déplacements sont coordonnés avec les déplacements desdites roues de serrage (20-23) de sorte à maintenir une distance sensiblement constante entre ledit tronc (11) et ledit au moins un outil de coupe (15) quelle que soit la circonférence dudit tronc (11).
- [Revendication 7] Dispositif d'élague selon l'une des revendications 1 à 6, **dans lequel** ledit au moins un outil de coupe (15) correspond à une fraise engrenée par un moteur (34).
- [Revendication 8] Dispositif d'élague selon la revendication 7, **dans lequel** ledit châssis (12) comporte une jupe de contact (40) instrumentée par un capteur de déplacement commandant ledit moteur (34) de sorte à obtenir un fonctionnement de ladite fraise (15) lorsque des branches appuies sur ladite jupe de contact (40).
- [Revendication 9] Procédé d'élague au moyen d'un dispositif d'élague (10) selon l'une des revendications 1 à 8, ledit procédé comportant les étapes suivantes :
 - déplacement dudit dispositif d'élague (10), dans une position ouverte, de sorte à mettre au contact ladite au moins une roue de traction (13-14) contre un tronc (11) ;
 - fermeture desdits bras (16-17) depuis ladite position ouverte jusqu'à atteindre une position fermée ;
 - activation desdits moyens de déplacement motorisé (24-25) desdites roues de serrage (20-23) jusqu'à ce que lesdites roues de serrage (20-23) et ladite au moins une roue de traction (13-14) maintiennent ledit dispositif d'élague (10) autour dudit tronc (11) ;
 - fermeture d'un levier de verrouillage dudit châssis (12) ;
 - activation de ladite au moins une roue de traction (13-14) de sorte à déplacer ledit dispositif d'élague (10) sur une trajectoire hélicoïdale

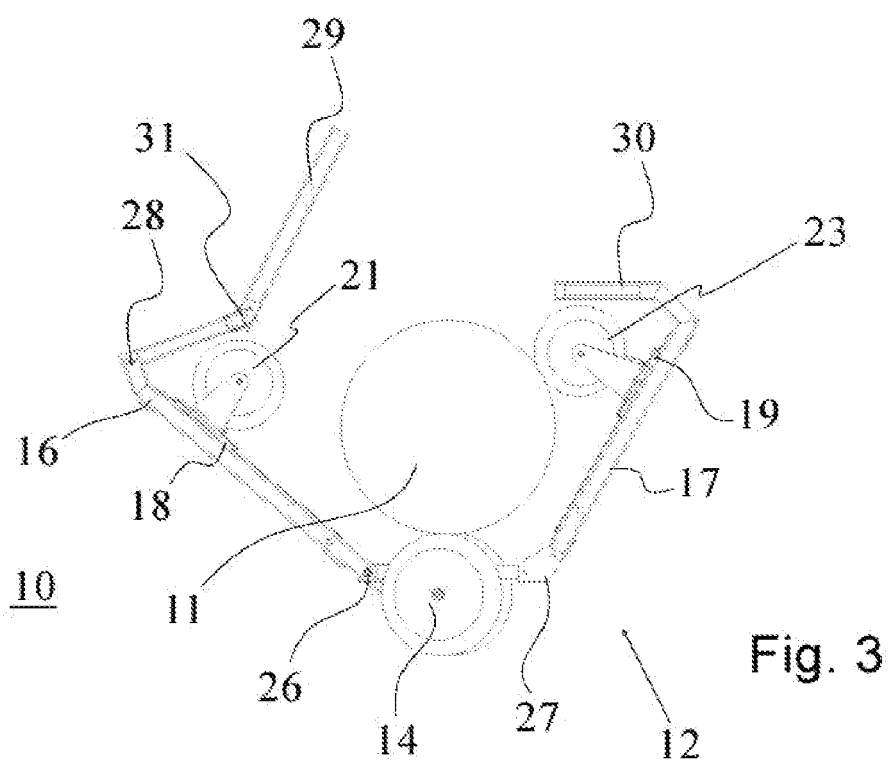
autour dudit tronc (11) ; et

- lorsqu'une jupe de contact (40) dudit dispositif d'élagage (10) détecte la présence d'une branche, embrayage dudit au moins un outil de coupe (15).

[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]

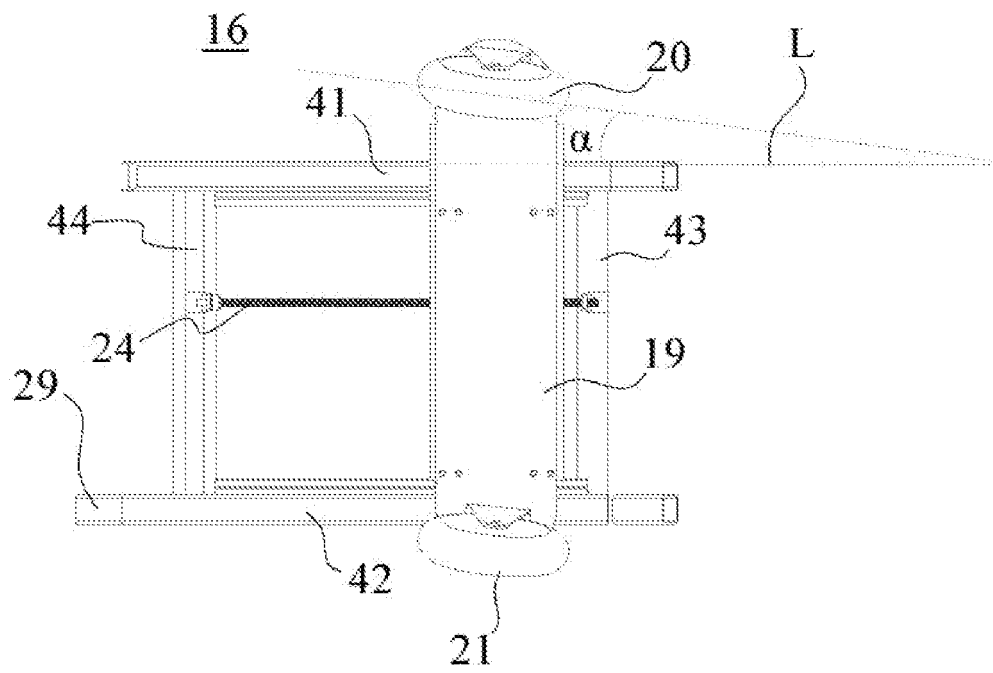


Fig. 4

[Fig. 5]

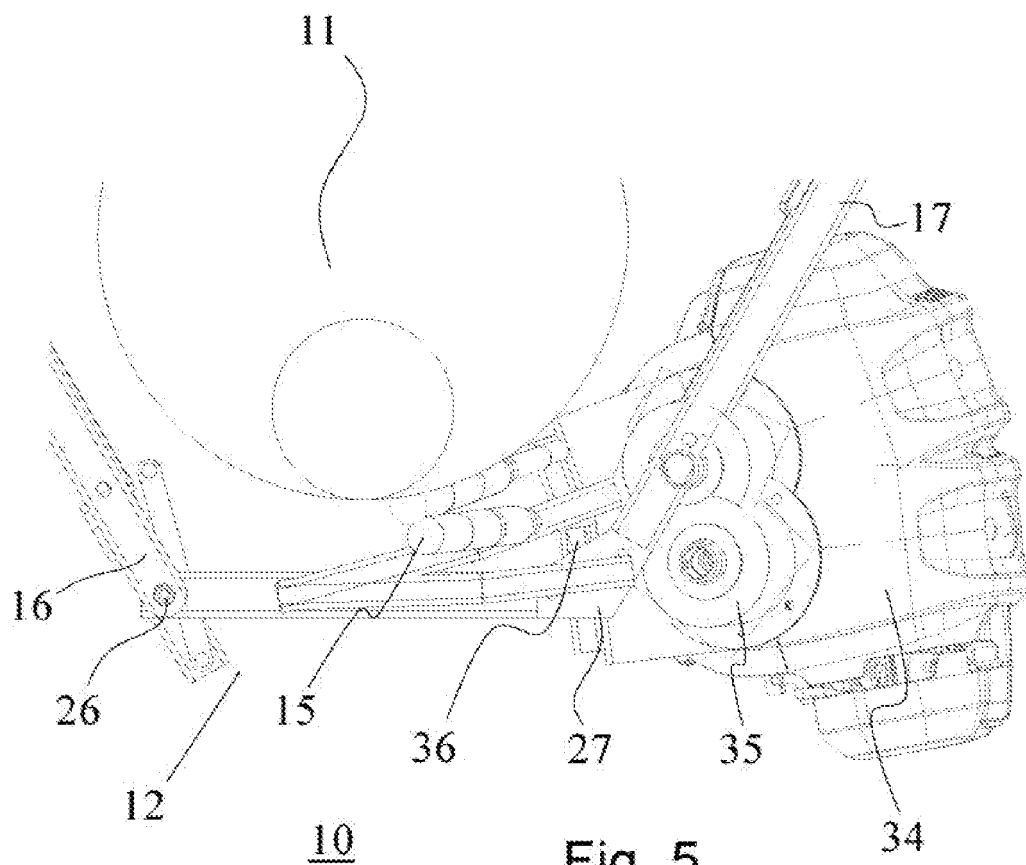
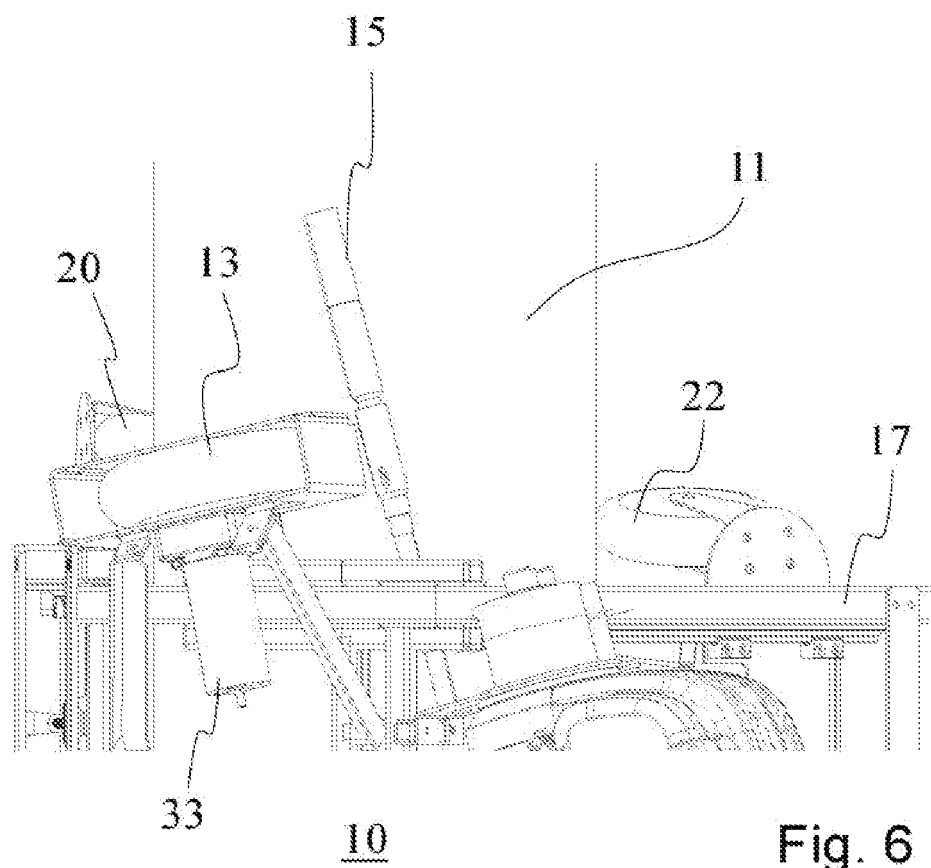


Fig. 5

[Fig. 6]



[Fig. 7]

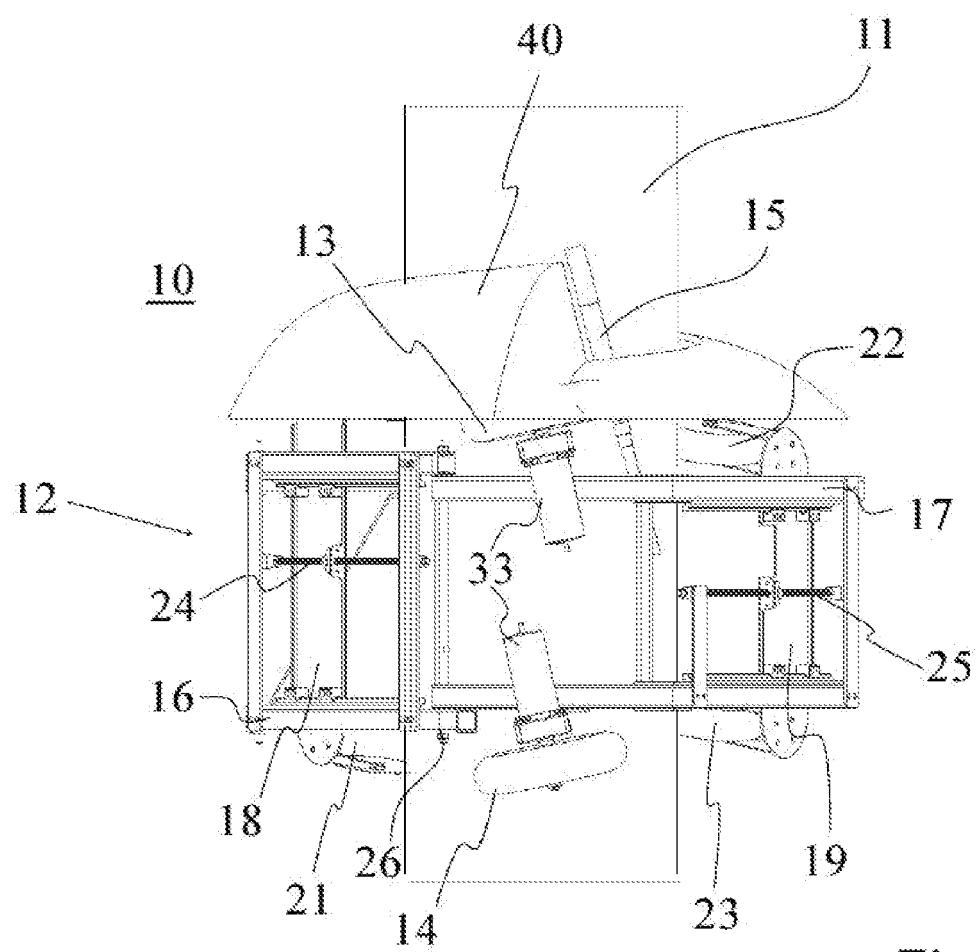


Fig. 7

RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

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

DE 12 41 184 B (ALEX MOOSMAYER DIPL PHYS)
24 mai 1967 (1967-05-24)

FR 2 701 807 A1 (KORMANN ROGER [CH])
2 septembre 1994 (1994-09-02)

FR 1 427 073 A (HANS HEID)
4 février 1966 (1966-02-04)

FR 1 469 748 A (FICHTEL & SACHS AG)
17 février 1967 (1967-02-17)

DE 23 09 843 A1 (AUGUST RABENEICK GMBH)
29 août 1974 (1974-08-29)

FR 2 701 628 A1 (CEMAGREF [FR])
26 août 1994 (1994-08-26)

FR 2 781 977 A1 (EMD SARL [FR])
11 février 2000 (2000-02-11)

EP 1 026 940 A1 (OUVRY MICHEL [FR])
16 août 2000 (2000-08-16)

EP 0 200 805 A1 (KAAZ MACHINERY COMPANY LIMITED [JP])
12 novembre 1986 (1986-11-12)

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

NEANT

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

NEANT