



(11)

EP 4 559 647 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
28.05.2025 Bulletin 2025/22

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
B27H 3/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **24213125.8**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
B27H 3/02

(22) Date de dépôt: **14.11.2024**

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

(71) Demandeur: **Monnot LMT**
21200 Beaune (FR)

(72) Inventeur: **CASIER, Olivier**
21700 Nuits-Saint-Georges (FR)

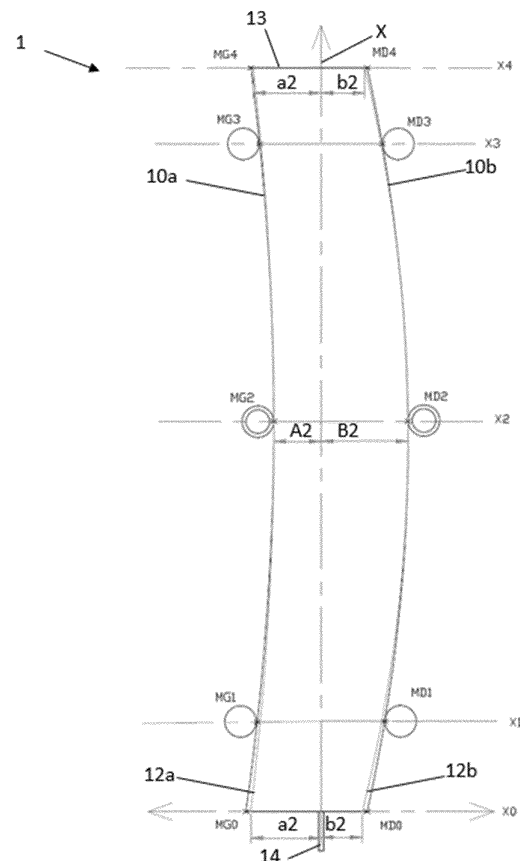
(74) Mandataire: **RVDB**
85 Place Marmottan
BP 30247
62405 Béthune Cedex (FR)

(30) Priorité: **24.11.2023 FR 2313053**

(54) **PROCÉDÉ DE DÉTERMINATION D'UN PROFIL D'USINAGE D'UNE DOUELLE ET MACHINE D'USINAGE ASSOCIÉE ET DOUELLE PRODUITE ET PROGRAMME D'ORDINATEUR ASSOCIÉ**

(57) La présente invention concerne un procédé de détermination d'un profil d'usinage (12a, 12b) d'une douelle à partir d'une lame de bois (1). A cet effet, des moyens informatiques obtiennent une première donnée représentative d'un profil de lame de bois (10a, 10b) et déterminent une deuxième donnée représentative dudit profil d'usinage (12a, 12b) en fonction de ladite première donnée, ledit profil d'usinage (12a, 12b) s'inscrivant dans ledit profil de lame de bois (10a, 10b) et présentant une largeur évoluant le long de ladite douelle. Ledit profil d'usinage (12a, 12b) présente une fibre moyenne (12c) de forme non rectiligne sur la largeur de ladite douelle, de sorte que ledit profil d'usinage (12a, 12b) suive ledit profil de lame de bois (10a, 10b), maximise la largeur de douelle et minimise les pertes de matière entre ladite lame de bois (1) et ladite douelle.

[Fig.2]



Description

Domaine technique

[0001] La présente invention est relative à l'usinage de merrains pour la fabrication de douelles, lesquelles servent à la fabrication de tonneaux ou fûts, ainsi que de cuves.

[0002] La présente invention concerne plus particulièrement un procédé de détermination d'un profil d'usinage des chants latéraux d'une douelle permettant de minimiser les pertes de matière associées à l'usinage, ainsi qu'une machine d'usinage mettant en oeuvre un tel procédé, notamment une machine d'usinage équipée de moyens d'usinage associés. La présente invention concerne également une douelle dont le profil d'usinage de ses chants latéraux permet de minimiser les pertes de matière associées à l'usinage, dite douelle incurvée, ainsi qu'un procédé de fabrication de tonneaux à partir d'une douelle incurvée.

[0003] La présente invention trouvera ainsi de nombreuses applications avantageuses dans le domaine du travail du bois et de la tonnellerie.

Etat de la technique

[0004] La coque d'un tonneau ou fût est fabriquée à partir de douelles, par exemple de l'ordre de trente douelles, et des cercles métalliques de diamètres différents. Les douelles sont disposées les unes à côté des autres de manière jointive à l'intérieur d'un cercle métallique d'extrémité sur un premier côté, ce qui permet de former un cône. Puis un ou deux cercles métalliques intermédiaires de diamètres croissants sont insérés en force autour des douelles sur ce premier côté, ce qui permet de constituer un édifice stable. Après cintrage de la partie évasée du cône par apport d'eau et de chaleur, et obtention de la forme du tonneau ou fût au moyen d'un câble ou de mâchoires permettant de rendre les douelles jointives également sur le second côté, des cercles métalliques sont enfoncés également autour des douelles sur ce second côté, ce qui permet de constituer définitivement la coque dudit tonneau. Deux fonds viennent ensuite fermer la coque du tonneau à ses deux bords périphériques d'extrémité.

[0005] En France, les douelles sont fabriquées par usinage de pièces de bois appelées merrains. Les merrains sont des planches obtenues par fendage de billons de chêne selon la direction des fibres et des rayons médullaires, afin d'en assurer l'étanchéité et la résistance mécanique. Ce type de bois de chêne est de première qualité et, donc, d'un coût élevé.

[0006] Les merrains présentent une forme générale sensiblement parallélogrammique voire trapézoïdale de longueur connue, mais de largeur variable car ils sont débités manuellement en fonction des dimensions des quartiers de tronc de chêne et des défauts présents dans le bois. Ces merrains peuvent présenter des courbures et

des gauchissements.

[0007] Aux Etats-Unis, l'usinage de douelles s'effectue à partir de bois scié. Les grumes de chêne sont sciées de manière successive en quartiers, puis en une pluralité de lames de bois. En particulier, ce sciage n'accompagne pas le fil du bois. Lorsque le bois sèche avant usinage, les nombreux fils coupés résultent en une courbure prononcée et fréquente des lames de bois. Un tel séchage résulte également en des courbures, bien que moins prononcées, pour les merrains fabriqués selon les méthodes françaises.

[0008] Les lames de bois ou merrains (ci-après désignées « lames de bois ») sont alors usinées sur leurs six faces en plusieurs étapes afin d'obtenir des douelles. Une première étape consiste à mettre à longueur la lame de bois par sciage double au niveau de ses deux bords extrêmes longitudinaux, ce qui permet à la lame de bois de disposer d'une longueur définie, alors que sa largeur est variable. Une seconde étape consiste en une opération de dolage selon laquelle la lame de bois est usinée en arrondi, avec une forme convexe, sur sa face extérieure servant à constituer la paroi extérieure de la coque du tonneau ou fût. Une troisième étape consiste en une opération de jointage selon laquelle la lame de bois est usinée avec un profil oblong dans le sens de sa longueur et avec un profil incliné dans le sens de sa largeur, sur ses deux chants latéraux qui seront en contact avec les douelles voisines lors de la constitution de la coque. Une quatrième étape consiste en une opération d'évidage selon laquelle la lame de bois est usinée en creux sur tout ou partie de la longueur et avec une forme concave, sur sa face intérieure constitutive de la paroi intérieure de la coque du tonneau ou fût.

[0009] Pour la fabrication de tonneaux ou fûts, la forme oblongue obtenue lors de l'opération de jointage se caractérise par trois zones, à savoir : deux « têtes » correspondant aux deux parties d'extrémités longitudinales de la douelle et un « bouge » correspondant à la partie centrale la plus enflée de la douelle.

[0010] Pour la fabrication de cuves à partir de douelles, en particulier de cuves tronconiques, la forme oblongue présente un pied, présentant une largeur maximale, à une première extrémité longitudinale, et une tête, présentant une largeur minimale, à une deuxième extrémité longitudinale opposée. En outre, les cuves tronconiques correspondent généralement à des contenants de dimensions importantes, par exemple présentant une contenance de 10 à 50 hectolitres. La fabrication de cuves tronconiques nécessite ainsi des lames de bois très longues, sur lesquelles toute courbure aura un impact très important.

[0011] Selon l'état de la technique, l'opération de jointage peut être obtenue sur différentes sortes de machines. Certaines machines sont mécaniques ; les profils oblongs sont obtenus par le pilotage de broches d'usinage au moyen d'une came. D'autres machines sont numériques ; les profils oblongs sont obtenus par le pilotage de broches d'usinage au moyen d'un automate

ou d'un ordinateur.

[0012] Les exigences de rendement de matière, en raison du coût du chêne de première qualité utilisé, obligent les tonneliers à veiller tout particulièrement à minimiser la quantité de bois consommée par usinage de chaque chant latéral de la lame de bois, en sorte d'utiliser le minimum de douelles pour la fabrication du tonneau, du ou fût ou de la cuve.

[0013] Le document FR3023742B1 cherche ainsi à réduire au maximum le copeau de matière lors de l'usinage des chants latéraux en proposant une mesure plus précise des chants latéraux du merrain. Une telle solution permet ainsi d'éviter les erreurs de mesure et de mieux tenir compte des variations de largeur et de géométrie du merrain.

[0014] Le Demandeur soumet cependant que cette solution permet uniquement d'obtenir une meilleure visualisation de la forme du merrain, sans réelle amélioration au niveau de la coupe elle-même.

[0015] En particulier, et comme énoncé ci-avant, les lames de bois présentent des formes et largeurs variables résultant de leur découpe manuelle ou sciage, ainsi que du séchage avant usinage, et sont notamment susceptibles de présenter des courbures ou gauchissements. La réalisation de la douelle, notamment le jointage, consiste uniquement à obtenir une forme de douelle s'inscrivant dans le profil de la lame de bois. Ainsi, si la lame de bois présente une forme se distinguant fortement du profil oblong recherché de la douelle, l'usinage du merrain résulte en des pertes de matière importantes. Le Demandeur estime ainsi à 20% la quantité de perte de matière résultant de la fabrication de douelles à partir de lames de bois présentant une flèche de chant (aussi appelée en anglais « crook »), c'est-à-dire une courbure rendant les chants latéraux concaves ou convexes. En outre, certaines lames de bois présentant une courbure trop importante sont considérées comme entièrement inutilisables pour la fabrication de douelles.

[0016] Il est également connu de réaliser une opération préalable à l'usinage de la lame de bois, dans laquelle celle-ci est « redressée » afin de corriger sa courbure, notamment en compressant la lame de bois selon une forme droite permettant un usinage idéal. Une telle opération est cependant très énergivore et n'est pas mise en oeuvre en pratique.

[0017] Le Demandeur soumet par conséquent qu'il n'existe à ce jour aucune solution alternative satisfaisante permettant d'obtenir des douelles à partir de lames de bois en minimisant la quantité de bois brut à ôter.

Résumé de l'invention

[0018] La présente invention vise à améliorer la situation actuelle décrite ci-dessus.

[0019] La présente invention vise plus particulièrement à remédier aux inconvénients ci-dessus en proposant une solution d'usinage de douelle à partir d'une lame

de bois qui détermine, en fonction de la lame de bois, le profil de douelle nécessitant le moins de perte de matière.

[0020] On comprend ici, comme énoncé ci-avant, que la lame de bois correspond à une pièce de bois destinée à être usinée pour la fabrication d'un tonneau, d'un fût ou d'une cuve. La lame de bois est par exemple obtenue par les procédés de fabrication de merrains ou à partir de bois scié sur quartier, comme décrit dans l'art antérieur, ou tout autre moyen connu de l'homme du métier.

[0021] A cet effet, l'objet de la présente invention concerne dans un premier aspect un procédé de détermination d'un profil d'usinage d'une douelle à partir d'une lame de bois, le procédé étant mis en oeuvre par au moins un processeur, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- obtention d'une première donnée représentative d'un profil de lame de bois ;
- détermination d'une deuxième donnée représentative du profil d'usinage en fonction de la première donnée, le profil d'usinage s'inscrivant dans le profil de lame de bois et présentant une largeur évoluant le long de la douelle.

[0022] On comprend ici que la première donnée est par exemple reçue depuis des moyens de mesure intégrés à ou en communication avec le processeur, ou encore depuis des moyens informatiques en communication avec le processeur, par exemple ayant déterminé la première donnée après traitement de mesures effectuées sur la lame de bois.

[0023] On considère ici et dans toute la description qui suit que les notions de longueur, largeur et d'épaisseur de la lame de bois et de la douelle seront comprises de sorte que, en prenant pour référence un tonneau assemblé à partir de douelles, la longueur de la douelle correspond à sa dimension la plus importante et s'étend selon la hauteur du tonneau, l'épaisseur de la douelle correspond à sa dimension la plus faible et s'étend selon l'épaisseur du tonneau et la largeur de la douelle correspond à sa dimension intermédiaire et s'étend selon la circonférence du tonneau. Ainsi, la longueur et la largeur définissent les faces (aussi appelées « plat ») de la douelle, la largeur et l'épaisseur définissent les bouts de la douelle, et la longueur et l'épaisseur définissent les chants (latéraux) de la douelle. Un tel raisonnement s'applique similairement en prenant pour référence une cuve tronconique assemblée à partir de douelles.

[0024] On comprend également que le profil d'usinage correspond au profil employé lors de l'opération de jointage telle que décrite ci-avant, c'est-à-dire l'usinage des chants latéraux de la douelle, en particulier de manière à définir le contour de la face de la douelle.

[0025] Tel que décrit ci-avant et connu dans l'art antérieur, le profil d'usinage est déterminé, pour une douelle adaptée à la fabrication de tonneaux, de sorte que la douelle présente un « bouge » correspondant à une partie centrale, selon sa direction longitudinale, et dont

la largeur est maximale, ainsi que deux « têtes » correspondant aux extrémités longitudinales de la douelle, et dont la largeur est minimale. La largeur des têtes est par exemple égale. Le profil d'usinage est également déterminé de sorte que la largeur de la douelle soit décroissante entre le bouge et les têtes, par exemple avec une diminution plus rapide de la largeur lorsque l'on s'éloigne du bouge.

[0026] Dans un deuxième cas de figure correspondant à une douelle adaptée à la fabrication de cuves tronconiques, le profil d'usinage est déterminé de sorte que la douelle présente un « pied » correspondant à une première extrémité longitudinale de la douelle, dont la largeur est maximale, et une « tête » correspondant à une deuxième extrémité longitudinale de la douelle, dont la largeur est minimale. Le profil d'usinage est également déterminé de sorte que la largeur de la douelle soit décroissante entre le pied et la tête, par exemple avec une diminution plus rapide de la largeur lorsque l'on s'éloigne du pied.

[0027] Le profil d'usinage correspond donc à un profil d'usinage des chants latéraux de la douelle. De même, la première donnée est représentative en particulier des chants latéraux du profil de lame de bois.

[0028] Avantageusement, le profil d'usinage présente une fibre moyenne de forme non rectiligne sur la largeur de la douelle, de sorte que le profil d'usinage suive le profil de lame de bois, maximise la largeur de douelle et minimise les pertes de matière entre la lame de bois et la douelle.

[0029] Par fibre moyenne au sens de la présente invention, on entend ici la fibre intermédiaire de la douelle selon sa largeur, c'est-à-dire une ligne suivant la longueur de la douelle et disposée à équidistance des chants latéraux de la douelle. Dans une douelle de l'art antérieur, dite « douelle droite », une telle fibre moyenne est rectiligne formant un axe de symétrie des chants latéraux, lesquels présentent une forme oblongue simple.

[0030] Le profil d'usinage n'est donc ainsi plus contraint par une forme rectiligne de fibre moyenne, permettant de l'adapter plus précisément au profil de lame de bois, notamment de manière à suivre la courbure de la lame de bois. Le profil d'usinage devient par conséquent principalement contraint par l'inscription, le long de la douelle, de la largeur de la douelle dans la largeur de la lame de bois.

[0031] De préférence, la fibre moyenne présente une forme incurvée. En d'autres termes, la fibre moyenne suit une ligne courbe. La fibre moyenne se distingue ainsi d'une ligne brisée, c'est-à-dire d'un ensemble de sections de fibre moyenne rectiligne.

[0032] On comprend également que le procédé selon l'invention ne vise pas à proposer une douelle de forme finale spécifique, mais au contraire une douelle dont le profil des chants latéraux s'adapte plus précisément au profil des chants latéraux de la lame de bois. Le profil d'usinage partage par exemple une largeur avec le profil

de lame de bois, correspondant à la portion longitudinale de la lame de bois pour laquelle il n'est pas nécessaire d'effectuer de coupe - un rabotage superficiel en surface suffisant - pour obtenir l'évolution de largeur recherchée le long de la douelle. En d'autres termes, le profil d'usinage idéal réduit uniquement la largeur de la lame de bois le long de son profil, en étant contrainte en une portion longitudinale, pour laquelle aucune réduction de la largeur n'est nécessaire. L'homme du métier comprend également que l'usinage des chants latéraux est déterminé de sorte que les chants latéraux soient inclinés selon l'épaisseur de la douelle, en d'autres termes que le profil d'une face « extérieure » de la douelle présente une plus grande largeur que la face « intérieure », reflétant ainsi l'évolution du périmètre d'un tonneau entre ses faces extérieure et intérieure. En pratique, l'usinage des chants latéraux de la lame de bois s'effectue donc selon toute sa longueur.

[0033] Grâce à la présente invention, les pertes de matière sont limitées en proposant un profil d'usinage dont les chants latéraux sont plus proches du profil des chants latéraux de la lame de bois. Bien évidemment, les pertes de matière associées à chaque lame de bois dépendent de son profil spécifique, et ne sont pas fixes d'une lame de bois à l'autre. Ainsi, si la présente invention parvient à des résultats similaires à l'art antérieur vis-à-vis de lames de bois présentant une courbure faible ou nulle, le Demandeur soumet que la présente invention permet un gain de matière entre 5 et 10% par rapport à l'art antérieur sur l'usinage de lames de bois courbées, et permet l'usinage en douelles de lames de bois précédemment inutilisables via les techniques connues de l'art antérieur (correspondant théoriquement à un gain de matière de 100% par rapport à une lame de bois intégralement mise au rebut).

[0034] Le Demandeur soumet en outre qu'une douelle obtenue par le procédé selon l'invention, c'est-à-dire une douelle incurvée telle que décrite ci-après, peut être employée dans un procédé de fabrication de tonneaux, fûts ou cuve, sans perte de matière ni dépense d'énergie supplémentaire.

[0035] Notamment, les opérations de cintrage décrites ci-avant en regard de la fabrication de tonneaux à partir de douelles, et également mises en oeuvre lors de la fabrication de cuves tronconiques à partir de douelles, résultent naturellement en un « redressement » d'une douelle incurvée lorsque celle-ci est juxtaposée avec d'autres douelles droites. Au contraire, lorsqu'un ensemble de douelles incurvées sont employées pour la fabrication d'un même tonneau, fût ou cuve, leur courbure est maintenue durant l'opération de cintrage, résultant en un tonneau « vrillé », sans pour autant impacter l'étanchéité ou la résistance mécanique du tonneau, fût ou cuve obtenu(e). Ainsi, le procédé selon la présente invention permet l'obtention d'une douelle incurvée directement utilisable dans les procédés de fabrication de tonneaux, fûts ou cuve, sans adaptation nécessaire, et en minimisant les pertes de matière.

[0036] Dans un mode de réalisation avantageux de l'invention, l'obtention comprend une étape de réception d'une information dimensionnelle associée à une pluralité de points du profil de lame de bois.

[0037] L'information dimensionnelle est par exemple reçue depuis des moyens de mesure en communication avec le processeur. Les moyens de mesure correspondent par exemple à une pluralité de galets disposés le long de la lame de bois, de chaque côté de celle-ci, par exemple trois ensembles de galets respectivement associés au bouge et aux têtes de la lame de bois, ou à toute autre section à proximité des têtes de la lame de bois. Bien évidemment, il est également possible de concevoir des moyens de mesure permettant la détermination d'un plus grand nombre de points du profil de lame de bois. On peut par exemple prévoir deux galets disposés respectivement sur les côtés latéraux de la lame de bois et se déplaçant sur toute sa longueur pour mesurer la largeur de la lame de bois, voire deux galets disposés respectivement sur les côtés latéraux de la lame de bois et mesurant la largeur de la lame de bois durant l'avancement de la lame de bois, placé entre les deux galets, sur toute sa longueur. On peut encore prévoir tout système de profilométrie optique, par palpation ou autre, et connu de l'homme du métier.

[0038] L'information dimensionnelle correspond par exemple à une mesure de largeur de la lame de bois en plusieurs points disposés selon la longueur de la lame de bois. Selon un autre exemple, l'information dimensionnelle correspond à une mesure de position d'un ensemble de points disposés le long des chants latéraux de la lame de bois. Le profil de la lame de bois peut être déterminé d'un tel ensemble de points par exemple par interpolation.

[0039] On comprend en outre que l'information dimensionnelle est principalement associée à une mesure de la largeur, ou tout du moins d'une disposition des points de la lame de bois selon un axe transversal de la lame de bois. En particulier, comme décrit ci-avant, la longueur des lames de bois est généralement connue en avance et ne nécessite pas de mesure supplémentaire.

[0040] De préférence, l'obtention comprend en outre une étape de modélisation du profil de lame de bois en fonction de l'information dimensionnelle.

[0041] La modélisation du profil de lame de bois correspond par exemple à une interpolation, notamment une interpolation circulaire ou une interpolation polynomiale, à partir de l'ensemble de points mesurés de la lame de bois.

[0042] Dans un mode de réalisation, le profil de lame de bois et/ou le profil d'usinage sont modélisés par interpolation circulaire.

[0043] Dans un mode de réalisation additionnel, le profil de lame de bois et/ou le profil d'usinage sont modélisés par l'emploi d'équations polynomiales de degré supérieur ou égal à 2.

[0044] Le profil de lame de bois et le profil d'usinage sont par exemple tous deux modélisés de manière simi-

laire afin de faciliter la détermination du profil d'usinage. Les équations polynomiales et/ou l'interpolation circulaire peuvent être employées pour modéliser les chants latéraux de la lame de bois, du profil d'usinage, ainsi que pour modéliser la fibre moyenne.

[0045] De même, la fibre moyenne peut également être modélisée par interpolation circulaire et/ou selon une équation polynomiale de degré supérieur ou égal à 2.

[0046] L'homme du métier comprend que l'interpolation circulaire est couramment employée dans les techniques d'usinage par interpolation. La modélisation du profil d'usinage, en particulier, par interpolation circulaire, permet ainsi directement son exploitation dans le cadre d'un usinage à commande numérique, par exemple en réglant un fraisage des chants latéraux de la lame de bois.

[0047] Le Demandeur soumet en outre que l'emploi d'équations polynomiales de degré égal à 2 correspond, pour les solutions mettant en oeuvre une équation polynomiale, à la solution la plus simple pour modéliser un profil de lame de bois et/ou d'usinage présentant une forme courbée, et donc tenant compte de la courbure de la lame de bois, sans présenter d'oscillations. L'emploi d'équations polynomiales de degré supérieur est cependant également envisageable, en fonction de la quantité d'informations disponibles pour la modélisation, permet éventuellement une modélisation plus précise de la forme réelle de la lame de bois et par conséquent l'obtention d'un profil de douelle plus optimisé résultant en une perte de matière réduite.

[0048] On comprend en outre que l'emploi de polynômes de second degré minimum est indispensable pour parvenir à des formes de douelle présentant l'évolution de largeur recherchée.

[0049] Dans un mode de réalisation supplémentaire, le procédé comprend en outre une réception d'une troisième donnée représentative d'un objectif de forme de la douelle, la deuxième donnée étant déterminée en outre en fonction de la troisième donnée.

[0050] De préférence, la troisième donnée comprend une information représentative d'un ratio entre deux largeurs de la douelle, la deuxième donnée étant déterminée en outre en fonction du ratio.

[0051] En accord avec la description ci-avant, le ratio correspond selon un premier exemple à un ratio entre une largeur de bouge de la douelle et une largeur aux extrémités de la douelle. Selon un deuxième exemple, le ratio correspond à un ratio entre une largeur de pied et une largeur de tête de la douelle.

[0052] On comprend ici que, si chaque douelle présente nécessairement une largeur de bouge supérieure à la largeur des têtes, ou une largeur de pied supérieur à la largeur de tête, le ratio entre ces largeurs peut être plus ou moins important, impactant la courbure finale du tonneau ou de la cuve. Ce ratio est, de même, également impacté par la longueur de la douelle. Ainsi, de même que la longueur de la douelle, le ratio correspond à un

paramètre permettant la détermination du profil de douelle, lequel est susceptible de changer en fonction d'objectifs ultérieurs sur la forme du tonneau ou de la cuve, c'est-à-dire que le profil de douelle dépend de la forme recherchée du tonneau, du fût ou de la cuve. Chaque tonneau, fût ou cuve est par exemple associé à un ratio spécifique, correspondant à sa courbure propre.

[0053] En d'autres termes, chaque tonneau, fût ou cuve présente des caractéristiques physiques, la troisième donnée comprenant des informations représentatives de caractéristiques physiques nécessaires pour que la douelle puisse servir à la fabrication d'un tonneau, d'un fût ou d'une cuve donnée. La troisième donnée comprend par exemple également une information représentative de forme de la douelle, permettant de déterminer si le profil de douelle correspond à celui d'une douelle pour tonneau, présentant un bouge et deux têtes, ou à celui d'une douelle pour cuve tronconique, présentant un pied et une tête.

[0054] Dans encore un mode de réalisation, le procédé comprend en outre une étape de transmission de la deuxième donnée à destination de moyens d'usinage.

[0055] On comprend ici que le procédé est conçu de manière à générer un signal électronique apte à commander des moyens d'usinage, ou apte à être interprétés par des moyens de commande des moyens d'usinage.

[0056] Dans un autre mode de réalisation, le procédé comprend en outre une étape d'usinage de la lame de bois pour la fabrication de la douelle en fonction de la deuxième donnée, via des moyens d'usinage.

[0057] On comprend ici que le procédé selon l'invention correspond à un procédé plus large de fabrication de douelle, lequel comporte des étapes de détermination du profil des chants latéraux de douelle avant son usinage. Le procédé comporte par exemple d'autres opérations d'usinage de la lame de bois, notamment de manière à reproduire l'ensemble des étapes connues de l'homme du métier et décrites en regard de l'art antérieur, dans lesquelles l'opération de jointage est effectuée en fonction de la deuxième donnée.

[0058] Selon un deuxième aspect, la présente invention concerne un programme d'ordinateur comportant des instructions pour la mise en oeuvre du procédé selon le premier aspect de la présente invention, lorsque ces instructions sont exécutées par un processeur.

[0059] Selon un troisième aspect, la présente invention concerne un support d'enregistrement lisible par un ordinateur sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour l'exécution des étapes du procédé selon le premier aspect de l'invention.

[0060] D'une part, le support d'enregistrement peut être n'importe quel entité ou dispositif capable de stocker le programme. Par exemple, le support peut comporter un moyen de stockage, tel qu'une mémoire ROM, un CD-ROM ou une mémoire ROM de type circuit microélec-

tronique, ou encore un moyen d'enregistrement magnétique ou un disque dur.

[0061] D'autre part, ce support d'enregistrement peut également être un support transmissible tel qu'un signal électrique ou optique, un tel signal pouvant être acheminé via un câble électrique ou optique, par radio classique ou hertzienne ou par faisceau laser autodirigé ou par d'autres moyens. Le programme d'ordinateur selon la présente invention peut être en particulier téléchargé sur un réseau de type Internet.

[0062] Alternativement, le support d'enregistrement peut être un circuit intégré dans lequel le programme d'ordinateur est incorporé, le circuit intégré étant adapté pour exécuter ou pour être utilisé dans l'exécution du procédé en question.

[0063] Selon un quatrième aspect, la présente invention concerne une machine d'usinage d'une lame de bois pour la fabrication d'une douelle. En outre, la machine comprend des moyens informatiques configurés pour la mise en oeuvre du procédé selon le premier aspect de la présente invention, ainsi que des moyens d'usinage asservis aux moyens informatiques.

[0064] On comprend ici que les moyens informatiques sont configurés pour communiquer avec ou commander les moyens d'usinage, et que la machine est configurée pour usiner une lame de bois pour la fabrication d'une douelle en fonction de la deuxième donnée via les moyens d'usinage.

[0065] Les moyens informatiques comprennent par exemple une unité de balise configurée pour obtenir une première donnée représentative d'un profil de lame de bois, et une unité de traitement configurée pour déterminer une deuxième donnée représentative du profil d'usinage en fonction de la première donnée.

[0066] Bien évidemment, la machine d'usinage peut comprendre une pluralité d'autres éléments connus de l'homme du métier pour la fabrication de douelles, permettant d'accomplir une pluralité, voir l'ensemble des étapes d'usinage de lames de bois pour la fabrication de douelles.

[0067] Selon un cinquième aspect, la présente invention concerne une douelle pour fabrication de tonneaux, la douelle présentant un profil de douelle définissant une fibre moyenne de forme non rectiligne dans le sens de la largeur de la douelle.

[0068] On comprend ici que la douelle présente un profil de douelle qui est de préférence déterminé par le procédé selon le premier aspect de la présente invention. La douelle est par exemple obtenue par l'exécution du procédé selon le premier aspect de la présente invention et/ou par la machine d'usinage selon le quatrième aspect de la présente invention. La douelle correspond ainsi à une douelle incurvée, c'est-à-dire à une douelle dont la fibre moyenne suit une trajectoire courbe.

[0069] Selon un sixième aspect, la présente invention concerne un procédé de fabrication de tonneau ou de cuve à partir d'une pluralité de douelles, dans lequel la pluralité de douelles comprend au moins une douelle

présentant un profil de douelle définissant une fibre moyenne de forme non rectiligne dans le sens de la largeur de la douelle, dite douelle incurvée.

[0070] On comprend ici que le procédé de fabrication de tonneau ou de cuve correspond à un procédé connu de l'homme du métier, par exemple le procédé tel que décrit en regard de l'art antérieur ou tout autre procédé connu de l'état de la technique, le procédé de fabrication de tonneau ou de cuve étant mis en oeuvre à partir d'un ensemble de douelles dont au moins une douelle incurvée. Comme énoncé ci-avant, en fonction du nombre de douelles incurvées et de douelles droites employées pour la fabrication du tonneau ou de la cuve, l'opération de cintrage résulte alternativement en un redressement de la ou les douelle(s) incurvée(s), leur faisant adopter la forme d'une douelle droite et résultant en un tonneau ou une cuve d'apparence indissociable à ceux de l'art antérieur, ou à l'adoption d'une courbe plus ou moins prononcée sur l'ensemble des douelles, résultant en un tonneau ou une cuve d'apparence « vrillée » mais présentant les mêmes propriétés physiques que ceux de l'art antérieur.

[0071] Ainsi, par les différentes caractéristiques techniques fonctionnelles et structurelles ci-dessus, le Demandeur propose un procédé de détermination d'un profil d'usinage de douelle et une machine d'usinage permettant un rendement augmenté en adaptant l'usinage à la forme de la lame de bois utilisée, résultant en une douelle incurvée, laquelle peut être employée sans difficulté dans les procédés classiques de fabrication de tonneaux.

Brève description des figures

[0072] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description des exemples de réalisation particuliers et non limitatifs de la présente invention ci-après, en référence aux figures 1 à 10 annexées et sur lesquelles :

[Fig.1]

La figure 1 illustre schématiquement un profil d'usinage d'une douelle droite à partir d'une première lame de bois, selon l'art antérieur ;

[Fig.2]

La figure 2 illustre schématiquement un profil d'usinage d'une douelle incurvée à partir d'une première lame de bois conforme à la figure 1, selon un exemple de réalisation ;

[Fig.3]

La figure 3 illustre une modélisation d'un profil d'usinage d'une douelle droite à partir d'une deuxième lame de bois, selon l'art antérieur ;

[Fig.4]

La figure 4 illustre une modélisation d'un profil d'u-

sinage d'une douelle incurvée à partir d'une deuxième lame de bois conforme à la figure 3, selon un exemple de réalisation ;

[Fig.5]

La figure 5 illustre une modélisation d'un profil d'usinage d'une douelle droite à partir d'une troisième lame de bois, selon l'art antérieur ;

[Fig.6]

La figure 6 illustre une modélisation d'un profil d'usinage d'une douelle incurvée à partir d'une troisième lame de bois conforme à la figure 5, selon un exemple de réalisation ;

[Fig.7]

La figure 7 illustre une modélisation d'un profil d'usinage d'une douelle droite à partir d'une quatrième lame de bois, selon l'art antérieur ;

[Fig. 8]

La figure 8 illustre une modélisation d'un profil d'usinage d'une douelle incurvée à partir d'une quatrième lame de bois conforme à la figure 7, selon un exemple de réalisation ;

[Fig.9]

La figure 9 illustre schématiquement un dispositif configuré pour déterminer un profil d'usinage d'une douelle à partir d'une lame de bois, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention ;

[Fig. 10]

La figure 10 illustre un organigramme des différentes étapes d'un procédé de détermination d'un profil d'usinage d'une douelle à partir d'une lame de bois, selon un exemple de réalisation particulier et non limitatif de la présente invention.

Description détaillée

[0073] Un procédé de détermination d'un profil d'usinage des chants latéraux d'une douelle, une machine d'usinage de lames de bois pour l'obtention de douelles, et un procédé de fabrication de tonneau vont maintenant être décrits dans ce qui va suivre en référence conjointement aux figures 1 à 10. Des mêmes éléments sont identifiés avec des mêmes signes de référence tout au long de la description qui va suivre.

[0074] Comme indiqué dans le préambule de la description, les solutions actuelles de fabrication de douelles à partir de lames de bois résultent en des pertes de matière importantes, en particulier lorsque la lame de bois présente des courbures.

[0075] Un des objectifs de la présente invention est de proposer un nouveau profil d'usinage des chants latéraux d'une douelle, adapté à la fabrication de tonneaux,

fûts, cuves ou autre, et dont la fabrication limite les pertes de matière. Dans la suite de la description, lorsque cela n'est pas précisé, le terme profil se réfère à la forme des chants latéraux, que ce soit pour la lame de bois ou pour la douelle.

[0076] Ceci est rendu possible dans les exemples décrits ci-après, lesquels considèrent l'usinage des chants latéraux d'une douelle à partir d'une pluralité de formes de lames de bois, lors de l'opération de jointage correspondant à l'usinage des chants latéraux de la lame de bois.

[0077] On comprendra que ces exemples ne sont pas limitatifs et que le procédé selon l'invention peut être adapté à toute forme de lame de bois. Le procédé selon l'invention peut également être intégré au sein d'un procédé plus large de fabrication de douelles, incorporant d'autres étapes connues de l'homme du métier, notamment des étapes de sciage, de dolage et d'évidage.

[0078] Selon l'exemple des figures 1, 3, 5 et 7, l'opération de jointage d'une lame de bois 1, 1', 1", 1''' présentant un profil de lame de bois 10a, 10b comprend l'usinage d'un profil oblong 11a, 11b s'inscrivant dans le profil de lame de bois 10a, 10b, c'est-à-dire l'usinage des chants latéraux de la lame de bois de manière à former deux chants symétriques courbés, dont la largeur décroît entre le bouge et les têtes, la symétrie des profils oblong 11a, 11b étant définie par rapport à une fibre moyenne rectiligne 11c. Cette opération de jointage résulte en la formation de douelles dites droites, lesquelles présentent une fibre moyenne rectiligne 11c.

[0079] Cet usinage des chants latéraux résulte naturellement en une perte de matière, laquelle est d'autant plus prononcée lorsque la lame de bois 1, 1', 1", 1''' présente une forme notablement différente d'une douelle droite. En particulier, la lame de bois 1, 1', 1", 1''' peut présenter une courbure plus ou moins prononcée, résultant de son débitage manuel, et l'inscription d'une douelle droite dans un profil courbé implique des pertes de matière conséquentes.

[0080] Ainsi, selon l'exemple de la figure 1 associé à une douelle pour fabrication de tonneaux, la lame de bois 1 est alignée selon l'axe longitudinal X formant un axe de symétrie de la douelle à usiner, et le profil oblong 11a, 11b est défini vis-à-vis de l'axe longitudinal X avec un premier chant latéral 11a présentant une distance latérale au bouge A1 et une distance latérale aux têtes a1, ainsi qu'un deuxième chant latéral 11b présentant une distance latérale au bouge B1 et une distance latérale aux têtes b1, de sorte que $a1 = b1$, $A1 = B1$, $a1 < A1$, $b1 < B1$ et $a1 + b1 < A1 + B1$. On comprend en outre que, dans le cadre d'une douelle pour fabrication de cuves tronconiques, on obtient le même ensemble de contraintes entre les distances latérales au pied (remplaçant les distances latérales au bouge) et les distances latérales en tête.

[0081] Afin de proposer une solution à ce problème, on prévoit un procédé de détermination d'un profil d'usinage d'une douelle, par exemple le procédé 3 de la figure 10. Le procédé 3 est par exemple mis en oeuvre par une

machine d'usinage d'une lame de bois pour la fabrication de douelles, la machine d'usinage comprenant des moyens informatiques configurés pour la mise en oeuvre du procédé 3.

[0082] Comme illustré dans la figure 9, de tels moyens informatiques sont par exemple regroupés avantageusement dans un dispositif électronique 2, par exemple un calculateur (ci-après désigné « calculateur »). Le calculateur 2 est par exemple configuré pour transmettre et recevoir des données à l'intérieur d'un réseau de communication. Les éléments du calculateur 2, individuellement ou en combinaison, peuvent être intégrés dans un unique circuit intégré, dans plusieurs circuits intégrés, et/ou dans des composants discrets. Le calculateur 2 pour être réalisé sous la forme de circuits électroniques et de modules logiciels.

[0083] Le calculateur 2 comprend un (ou plusieurs) processeur(s) configuré(s) pour exécuter des instructions pour la réalisation des étapes du procédé et/ou pour l'exécution des instructions du ou des logiciels embarqués dans le calculateur 2. Le processeur peut inclure de la mémoire intégrée, une interface d'entrée/sortie, et différents circuits connus de l'homme du métier. Le calculateur 2 comprend en outre au moins une mémoire 20 correspondant par exemple à une mémoire volatile et/ou non volatile et/ou comprend un dispositif de stockage de mémoire qui peut comprendre de la mémoire volatile et/ou non volatile, telle que EEPROM, ROM, PROM, RAM, DRAM, SREAM, flash, disque magnétique ou optique.

[0084] Le code informatique du ou des logiciels embarqués comprenant les instructions à charger et exécuter par le processeur est par exemple stocké sur la mémoire 20 du calculateur 2.

[0085] Selon une variante de réalisation, le calculateur 2 est configuré pour la mise en oeuvre d'un procédé de détermination d'un profil d'usinage d'une douelle à partir d'une lame de bois s'inscrivant dans un procédé plus large.

[0086] Le procédé selon l'invention s'inscrit par exemple dans un procédé de communication avec des moyens d'usinage de la douelle. Le procédé est par exemple mis en oeuvre par un dispositif électronique distinct d'une machine d'usinage et configuré pour communiquer avec la machine d'usinage. Selon un autre exemple, le procédé selon l'invention s'inscrit dans un procédé d'usinage de douelle à partir d'une lame de bois, dans lequel les données déterminées au cours du procédé selon l'invention, en particulier la deuxième donnée décrite ci-après, sont employées en tant que donnée d'entrée pour l'usinage de la douelle.

[0087] Dans une première opération 31, le calculateur 2 obtient une première donnée représentative d'un profil de lame de bois 10a, 10b. En d'autres termes, la première donnée permet de caractériser les chants latéraux de la lame de bois 1, 1', 1", 1'''.

[0088] La première opération 31 comprend par exemple une réception d'une information dimensionnelle as-

sociée à une pluralité de points du profil de lame de bois 10a, 10b, c'est-à-dire un paramètre, par exemple une position selon un axe latéral, associée à une pluralité de points de mesure. Cette pluralité de points du profil de lame de bois 10a, 10b sera par exemple calculée au moyen d'un dispositif de mesurage décrit dans le brevet FR3023742B1.

[0089] Selon l'exemple des figures 1 et 2, la lame de bois 1 est disposée vis-à-vis d'une machine d'usinage via un taquet 14 et aligné de manière à s'étendre selon un axe longitudinal X. Les bords extrêmes longitudinaux 13 de la lame de bois 1 sont communément déjà sciés de sorte que la lame de bois 1 s'étende selon une longueur prédéfinie, notamment lors de sa mise à longueur par sciage double telle que connue de l'art antérieur.

[0090] L'information dimensionnelle est alors reçue depuis des moyens de mesure MG0, MD0, MG1, MD1, MG2, MD2, MG3, MD3, MG4, MD4 (ou MG, MD dans leur ensemble), associés aux chants latéraux de la lame de bois et disposés selon une pluralité de positions longitudinales X0, X1, X2, X3, X4. Les moyens de mesure forment ici cinq ensembles disposés selon cinq positions longitudinales. En raison de la difficulté de mesure au niveau des positions longitudinales extrêmes X0 et X4, on prévoit également une variante comprenant trois ensembles MG1, MD1, MG2, MD2, MG3, MD3, comprenant par exemple des galets en contact avec la lame de bois 1 associés à des moyens de mesure de la position des galets. Bien évidemment, on comprend qu'il est possible de concevoir une pluralité de moyens de mesure. Il reste avantageux de disposer un premier ensemble de moyens de mesure MG2, MD2 au niveau du bouge X2 de la lame de bois, c'est-à-dire communément à mi-longueur de la lame de bois, et un deuxième ensemble de moyens de mesure MG1, MD1, MG3, MD3 à proximité des têtes de la lame de bois 1, c'est-à-dire aussi près que possible des positions extrêmes longitudinales X0, X4 de la lame de bois 1.

[0091] Selon l'exemple de la figure 9, l'information dimensionnelle est reçue par une unité de balise 21 du calculateur 2, par exemple une unité de balise 21 en communication avec les moyens de mesure MG, MD. Le calculateur 2 est par exemple en communication filaire ou non filaire avec les moyens de mesure MG, MD.

[0092] Après réception de l'information dimensionnelle, le calculateur 2 détermine ainsi le profil de lame de bois 10a, 10b. Le profil de lame de bois 10a, 10b est par exemple déterminé par une unité de traitement 22 intégrée au calculateur 2, l'unité de traitement 22 correspondant par exemple à un processeur intégré.

[0093] Optionnellement, le calculateur 2, par exemple l'unité de traitement 22, effectue une modélisation du profil de lame de bois 10a, 10b en fonction de l'information dimensionnelle. En particulier, le profil de lame de bois 10a, 10b est avantageusement modélisé par l'emploi d'équations polynomiales, c'est-à-dire que chaque chant latéral du profil de lame de bois 10a, 10b est représenté par une équation polynomiale. Selon un autre

exemple, le profil de lame de bois 10a, 10b est modélisé par interpolation circulaire, c'est-à-dire que chaque chant latéral du profil de lame de bois 10a, 10b est modélisé comme la courbure d'un cercle de centre et de rayon donnés. Les figures 3 à 8 illustrent ainsi une pluralité de lames de bois 1', 1'', 1''' dont la courbure est modélisée via un couple d'équations polynomiales ou par interpolation circulaire. Le calculateur 2 effectue par exemple une interpolation polynomiale ou circulaire à partir de la pluralité de points caractérisés ci-avant. On comprend ici que, pour représenter adéquatement la courbure de la lame de bois 1, 1', 1'', 1''', il est nécessaire de mesurer la position d'au moins trois points de chaque chant latéral, de manière à obtenir des polynômes de degré supérieur ou égal à 2.

[0094] Selon une autre variante, l'unité de balise 21 reçoit directement la première donnée comprenant une information représentative d'un profil de lame de bois 10a, 10b, par exemple par communication avec des moyens de mesure intégrant des moyens de calcul configurés pour déterminer le profil de lame de bois 10a, 10b.

[0095] Il serait possible de prévoir une autre variante prévoyant un déplacement relatif entre un jeu de deux galets disposés chacun sur un chant latéral de la lame de bois et ladite lame de bois, de sorte que le jeu de galets se déplace relativement sur la longueur de la lame de bois, permettant ainsi de calculer les coordonnées exactes des positions des chants latéraux de la lame de bois sur toute sa longueur, lesdites coordonnées étant transmises au calculateur 2 qui dispose ainsi directement du profil de lame de bois 10a, 10b, constituant la première donnée.

[0096] Dans une deuxième opération 32, le calculateur 2, par exemple l'unité de traitement 22, détermine une deuxième donnée représentative d'un profil d'usinage 12a, 12b en fonction de la première donnée.

[0097] La détermination de la deuxième donnée correspond donc à l'établissement d'un profil d'usinage 12a, 12b s'inscrivant dans le profil de lame de bois 10a, 10b, le profil d'usinage 12a, 12b permettant d'obtenir une douelle. Dans l'exemple des figures 1 à 8, on prévoit l'usinage d'une douelle pour la fabrication de tonneaux. Dans un tel exemple, le profil d'usinage 12a, 12b nécessite de présenter une largeur décroissante entre le bouge X2 et les extrémités longitudinales X0, X4, de manière à permettre le cintrage ultérieur de la douelle résultant en un tonneau plus large à mi-hauteur qu'aux extrémités. Selon un autre exemple d'usinage d'une douelle pour la fabrication de cuves tronconiques, le profil d'usinage 12a, 12b nécessite de présenter une largeur décroissante entre une première extrémité longitudinale X0 (correspondant au « pied ») et une deuxième extrémité longitudinale X4 (correspondant à la « tête »).

[0098] Bien évidemment, d'autres paramètres connus de l'homme du métier peuvent également influencer sur la détermination du profil d'usinage. Optionnellement, le calculateur 2, par exemple l'unité de balise 21, reçoit

une troisième donnée représentative d'un objectif de forme de la douelle, la deuxième donnée étant déterminée en outre en fonction de la troisième donnée. La troisième donnée comprend par exemple une information représentative du type de douelle à usiner, par exemple une douelle pour la fabrication de tonneaux selon les figures 1 à 8 ou encore une douelle pour la fabrication de cuves tronconiques. La troisième donnée comprend par exemple également un ratio entre deux largeurs de la douelle, par exemple entre une largeur de bouge et une largeur aux extrémités de la douelle, ou tout autre paramètre permettant de préciser à quel point la largeur de la douelle doit évoluer le long de son axe longitudinal. Dans le cadre d'une douelle pour la fabrication de cuves tronconiques, ce ratio correspond par exemple à un ratio entre une largeur de pied et une largeur de tête de la douelle, c'est-à-dire un ratio entre la largeur de la douelle selon ses deux extrémités.

[0099] En accord avec la variante précédente, la détermination du profil d'usinage 12a, 12b comprend par exemple une modélisation des chants latéraux de la douelle via des équations polynomiales, ou encore par interpolation circulaire, notamment de manière à faciliter la comparaison entre le profil de lame de bois 10a, 10b et le profil d'usinage 12a, 12b, via des représentations similaires.

[0100] L'homme du métier comprend ici que l'interpolation circulaire correspond à décrire un chant latéral comme un arc de cercle de rayon R et dont le centre est donné par un couple de coordonnées (x0, y0), le chant latéral étant représenté par une fonction f(x)=y de sorte que :

[Math 1]

$$R = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2}$$

[0101] En accord avec le concept sous-jacent de l'invention et comme illustré dans les figures 4, 6 et 8, le profil d'usinage 12a, 12b est déterminé avec une fibre moyenne 12c non rectiligne dans le sens de la largeur de la douelle, c'est-à-dire sans contrainte sur l'obtention d'une forme oblongue finale. La fibre moyenne 12c est par exemple elle aussi modélisée via une équation polynomiale, par interpolation circulaire, ou via tout autre moyen permettant d'en déterminer une courbure dans le sens de la largeur de la douelle. En d'autres termes, et comme illustré dans la figure 2 également associée à une douelle pour fabrication de tonneaux, l'axe longitudinal X ne forme plus un axe de symétrie de la douelle à usiner, et le profil d'usinage 12a, 12b est défini vis-à-vis de l'axe longitudinal X avec un troisième chant latéral 12a présentant une distance latérale au bouge A2 et une distance latérale aux têtes a2, ainsi qu'un quatrième chant latéral 12b présentant une distance latérale au bouge B2 et une distance latérale aux têtes b2, de sorte que A2+B2

> a2+b2 mais sans contrainte directe entre a2 et A2, b2 et B2, a2 et b2 ou A2 et B2. Il est également possible, selon encore une variante, de définir un profil d'usinage 12a, 12b de sorte que les distances latérales aux têtes ne soient pas identiques, pourvu que la largeur totale respecte les autres contraintes. On comprend en outre que, dans le cadre d'une douelle pour fabrication de cuves tronconiques, on obtient la même contrainte entre les distances latérales au pied (remplaçant les distances latérales au bouge) et les distances latérales en tête, les autres contraintes étant également affranchies.

[0102] Bien évidemment, quelles que soient les contraintes, la détermination du profil d'usinage 12a, 12b vise à minimiser les pertes de matières, c'est-à-dire à produire la douelle la plus large possible. La conception à fibre moyenne 12c non rectiligne selon l'invention permet ainsi de diminuer le nombre de contraintes sur le profil d'usinage 12a, 12b et de parvenir à des douelles plus larges que dans l'art antérieur à partir d'une lame de bois donnée.

[0103] Les figures 1 à 8 illustrent ainsi les résultats comparatifs, pour quatre formes de lames de bois 1, 1', 1", 1"', entre un profil oblong 11a, 11b tel que connu de l'art antérieur et un profil d'usinage 12a, 12b obtenu selon l'invention. Notamment, la première lame de bois 1 illustre une coïncidence presque parfaite entre le profil de lame de bois 10a, 10b et le profil d'usinage 12a, 12b, résultant en des pertes de matière quasi nulles en dépit de la courbure de la première lame de bois 1.

[0104] Pour la deuxième lame de bois 1' (figures 3 et 4), le profil d'usinage 12a, 12b présente une largeur au niveau du bouge supérieure de 4mm vis-à-vis du profil oblong 11a, 11b.

[0105] Pour la troisième lame de bois 1" (figures 5 et 6), le profil d'usinage 12a, 12b présente une largeur au niveau du bouge sensiblement égale à celle du profil oblong 11a, 11b, la troisième lame de bois 1" présentant une faible courbure résultant en une fibre moyenne 12c non rectiligne très proche de la fibre moyenne rectiligne 11c.

[0106] Pour la quatrième lame de bois 1"' (figures 7 et 8), le profil d'usinage 12a, 12b présente une largeur au niveau du bouge supérieure de 4,7mm vis-à-vis du profil oblong 11a, 11b.

[0107] Cette conception permet ainsi d'améliorer grandement le rendement en bois de l'opération de jointage vis-à-vis des lames de bois courbées tout en conservant les mêmes performances en cas d'absence de courbure de la lame de bois.

[0108] Comme énoncé ci-avant, le procédé selon l'invention s'inscrit optionnellement dans un autre procédé plus large.

[0109] Selon une première variante, le calculateur 2, par exemple l'unité de balise 21, transmet la deuxième donnée dans une troisième opération 33 à destination de moyens d'usinage 24, c'est-à-dire à destination de tout moyen de la machine d'usinage associé à et/ou permettant l'usinage de la lame de bois selon le profil d'usinage

12a, 12b. De tels moyens d'usinage 24 correspondent par exemple à des broches d'usinage. Le calculateur 2 correspond par exemple à un dispositif distant de la machine d'usinage et configuré pour communiquer avec la machine d'usinage, notamment avec un automate ou ordinateur de la machine d'usinage.

[0110] Selon une deuxième variante, le calculateur 2, par exemple un circuit de commande 23 intégré, commande directement l'usinage de la lame de bois 1, 1', 1", 1''' dans une quatrième opération 34, pour la fabrication de la douelle. En d'autres termes, le circuit de commande 23 est configuré pour commander directement les moyens d'usinage 24. Le calculateur 2 correspond par exemple à un dispositif intégré dans la machine d'usinage, par exemple dans un automate ou ordinateur de la machine d'usinage.

[0111] Une telle machine d'usinage pourra être comparable à celle décrite dans le brevet FR3023742B1, par exemple.

[0112] Le procédé selon l'invention permet ainsi l'obtention, avec un minimum de pertes de matière, d'une douelle pour fabrication de tonneaux, laquelle présente un profil de douelle 12a, 12b définissant une fibre moyenne 12c de forme non rectiligne. Une telle douelle peut être considérée comme une douelle incurvée, par opposition aux douelles droites connues de l'homme du métier et communément employées pour l'assemblage de tonneaux, fûts ou autres.

[0113] Il apparaît alors que cette douelle incurvée peut être directement employée dans un procédé de fabrication de tonneau, de fûts ou de cuve. Un tel procédé comprend, comme énoncé en regard de l'art antérieur, une opération de cintrage au cours de laquelle les douelles sont comprimées de manière à adopter la forme du tonneau, notamment de manière à présenter une forme arquée, ou flèche de face, c'est-à-dire que les deux faces des douelles deviennent respectivement concave et convexe. Or, cette étape de cintrage contribue également à déformer les douelles selon leurs chants. Selon la disposition et la répartition entre les douelles droites et incurvées avant le cintrage, c'est-à-dire en fonction du nombre de douelles droites par rapport au nombre de douelles incurvées, le cintrage résulte alternativement en un redressement des douelles incurvées, résultant en un tonneau identique à l'art antérieur, ou à l'adoption d'une courbure sur l'ensemble des douelles, résultant en un tonneau (ou une cuve) « vrillé » dont les douelles sont courbées, le tonneau (ou la cuve) présentant cependant les mêmes propriétés d'étanchéité et de résistance mécanique que les tonneaux de l'art antérieur.

[0114] Ainsi, il est possible de concevoir un procédé de fabrication de tonneau ou de cuve à partir d'une pluralité de douelles, la pluralité de douelles comprenant une ou plusieurs douelles incurvées. Un tel procédé de fabrication de tonneau ou de cuve comprend notamment une étape de cintrage telle que décrite ci-avant.

[0115] Ainsi, on comprendra que la présente invention prévoit un procédé de détermination d'un profil d'usinage

d'une douelle à partir d'une lame de bois, ainsi qu'une machine d'usinage découpant une douelle à partir d'un tel profil d'usinage, lequel permet d'obtenir une douelle incurvée permettant un rendement amélioré par rapport aux douelles droites de l'art antérieur. Une telle douelle incurvée peut par la suite être employée pour la fabrication de tonneaux, notamment à la suite d'une opération de compression permettant de lui appliquer un profil droit.

[0116] Il devra être observé que cette description détaillée porte sur un exemple de réalisation particulier de la présente invention, mais qu'en aucun cas cette description ne revêt un quelconque caractère limitatif à l'objet de l'invention ; bien au contraire, elle a pour objectif d'ôter toute éventuelle imprécision ou toute mauvaise interprétation des revendications qui suivent.

[0117] Il devra également être observé que les signes de références mis entre parenthèses dans les revendications qui suivent ne présentent en aucun cas un caractère limitatif ; ces signes ont pour seul but d'améliorer l'intelligibilité et la compréhension des revendications qui suivent ainsi que la portée de la protection recherchée.

Revendications

1. Procédé de détermination d'un profil d'usinage (12a, 12b) des chants latéraux d'une douelle à partir d'une lame de bois (1, 1', 1", 1'''), ledit procédé étant mis en oeuvre par au moins un processeur, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- obtention (31) d'une première donnée représentative d'un profil de lame de bois (10a, 10b), en particulier représentative des chants latéraux de ladite lame de bois ;

- détermination (32) d'une deuxième donnée représentative dudit profil d'usinage (12a, 12b) en fonction de ladite première donnée, ledit profil d'usinage (12a, 12b) s'inscrivant dans ledit profil de lame de bois (10a, 10b) et présentant une largeur évoluant le long de ladite douelle, **caractérisé en ce que** ledit profil d'usinage (12a, 12b) présente une fibre moyenne (12c) de forme non rectiligne sur la largeur de ladite douelle, ladite fibre moyenne (12c) suivant la longueur de ladite douelle et étant disposée à équidistance desdits chants latéraux de ladite douelle, de sorte que ledit profil d'usinage (12a, 12b) suive ledit profil de lame de bois (10a, 10b), maximise la largeur de douelle et minimise les pertes de matière entre ladite lame de bois (1, 1', 1", 1''') et ladite douelle.

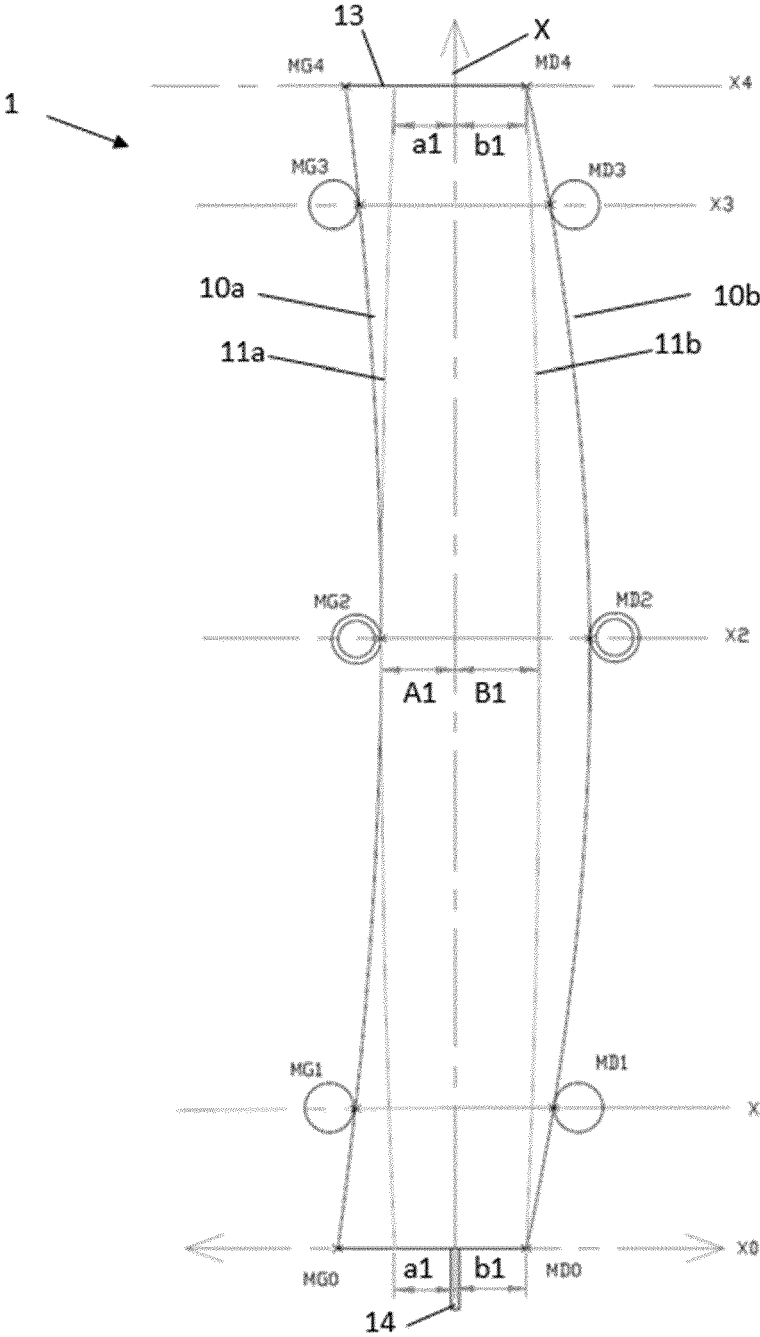
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel ladite obtention (31) comprend une étape de réception d'une information dimensionnelle associée à une pluralité de points dudit profil de lame de bois

- (10a, 10b).
3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel ladite obtention (31) comprend en outre une étape de modélisation dudit profil de lame de bois (10a, 10b) en fonction de ladite information dimensionnelle. 5
 4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel ledit profil de lame de bois (10a, 10b) et/ou ledit profil d'usinage (12a, 12b) sont modélisés par interpolation circulaire. 10
 5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel ledit profil de lame de bois (10a, 10b) et/ou ledit profil d'usinage (12a, 12b) sont modélisés par l'emploi d'équations polynomiales de degré supérieur ou égal à 2. 15
 6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, lequel comprend en outre une réception d'une troisième donnée représentative d'un objectif de forme de ladite douelle, ladite deuxième donnée étant déterminée en outre en fonction de ladite troisième donnée. 20 25
 7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel la troisième donnée comprend une information représentative d'un ratio entre deux largeurs de ladite douelle, ladite deuxième donnée étant déterminée en outre en fonction dudit ratio. 30
 8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, lequel comprend en outre une étape de transmission (33) de ladite deuxième donnée à destination de moyens d'usinage (24). 35
 9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, lequel comprend en outre une étape d'usinage (34) de ladite lame de bois (1, 1', 1", 1''') pour la fabrication de ladite douelle en fonction de ladite deuxième donnée, via des moyens d'usinage. 40
 10. Programme d'ordinateur comportant des instructions pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, lorsque ces instructions sont exécutées par un processeur. 45
 11. Support d'enregistrement lisible par un ordinateur sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour l'exécution des étapes du procédé selon l'une des revendications 1 à 9. 50 55
 12. Machine d'usinage d'une lame de bois (1, 1', 1", 1''') pour la fabrication d'une douelle, ladite machine comprenant des moyens informatiques configurés

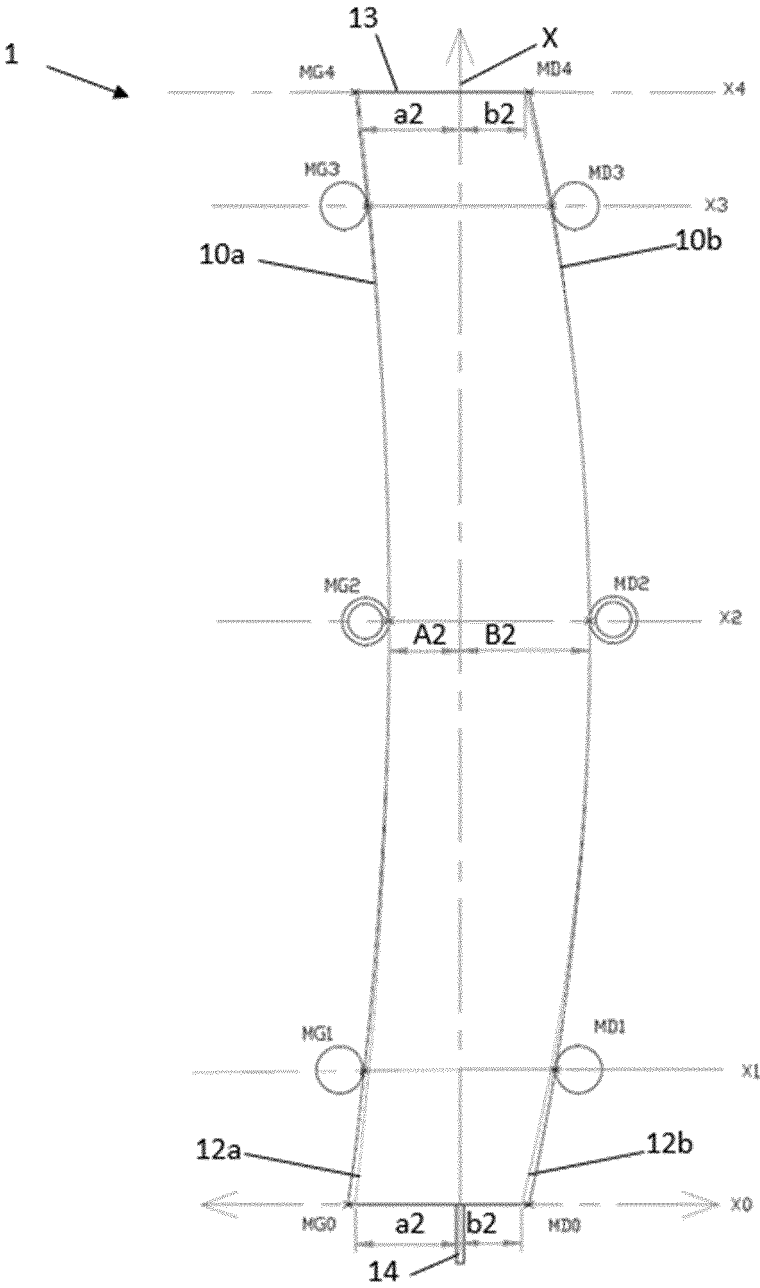
pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, ainsi que des moyens d'usinage asservis auxdits moyens informatiques.

13. Douelle pour fabrication de tonneaux, **caractérisée en ce que** ladite douelle présente un profil de douelle (12a, 12b) définissant une fibre moyenne (12c) de forme non rectiligne sur la largeur de ladite douelle, ladite fibre moyenne (12c) suivant la longueur de ladite douelle et étant disposée à équidistance desdits chants latéraux de ladite douelle.
14. Procédé de fabrication de tonneau ou de cuve à partir d'une pluralité de douelles, dans lequel ladite pluralité de douelles comprend au moins une douelle présentant un profil de douelle (12a, 12b) définissant une fibre moyenne (12c) de forme non rectiligne sur la largeur de ladite douelle, dite douelle incurvée, ladite fibre moyenne (12c) suivant la longueur de ladite douelle et étant disposée à équidistance desdits chants latéraux de ladite douelle.

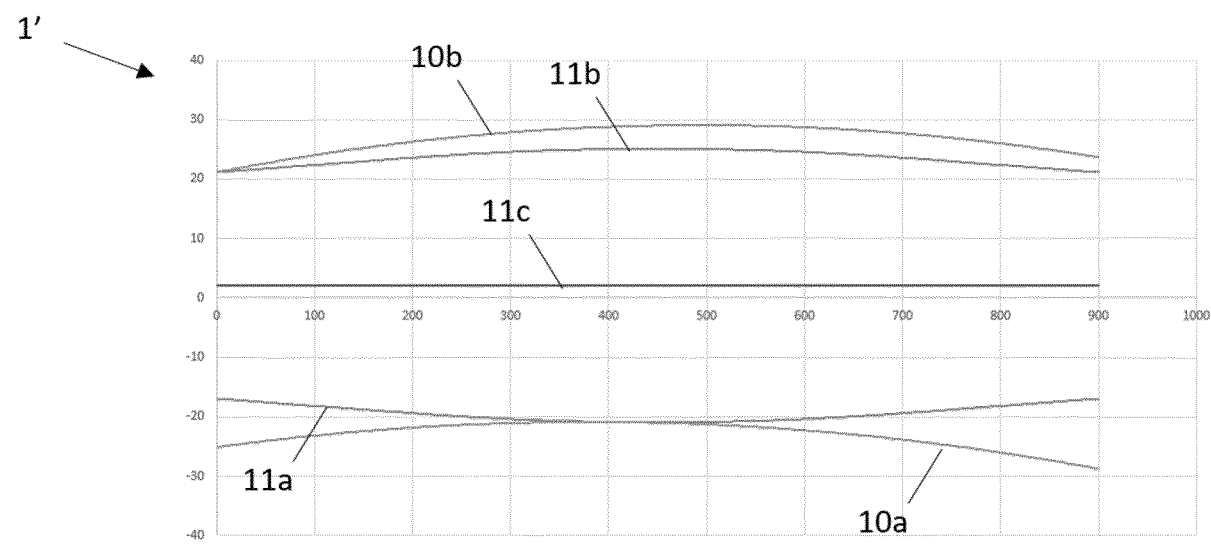
[Fig.1]



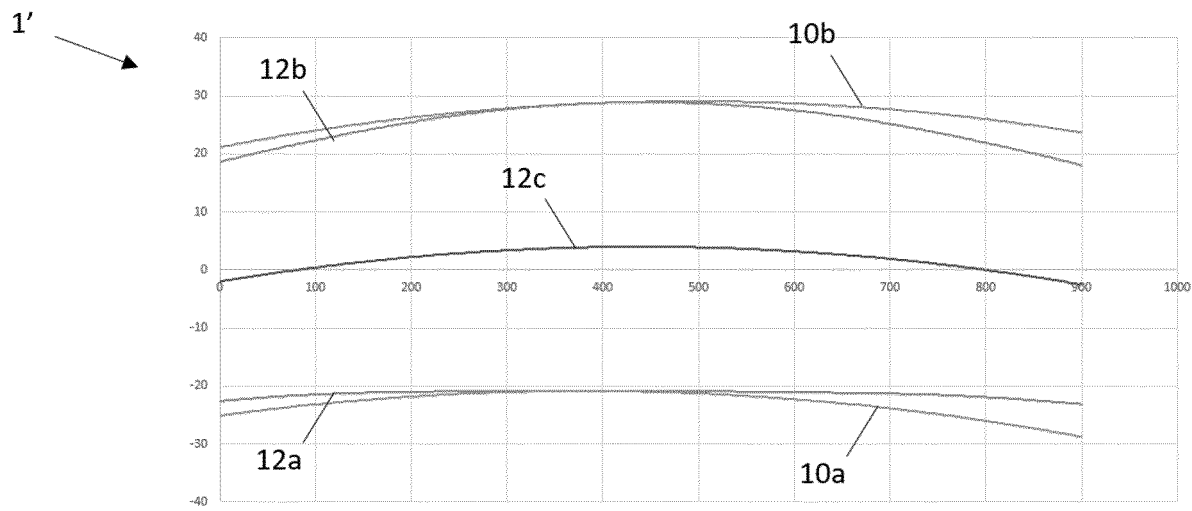
[Fig.2]



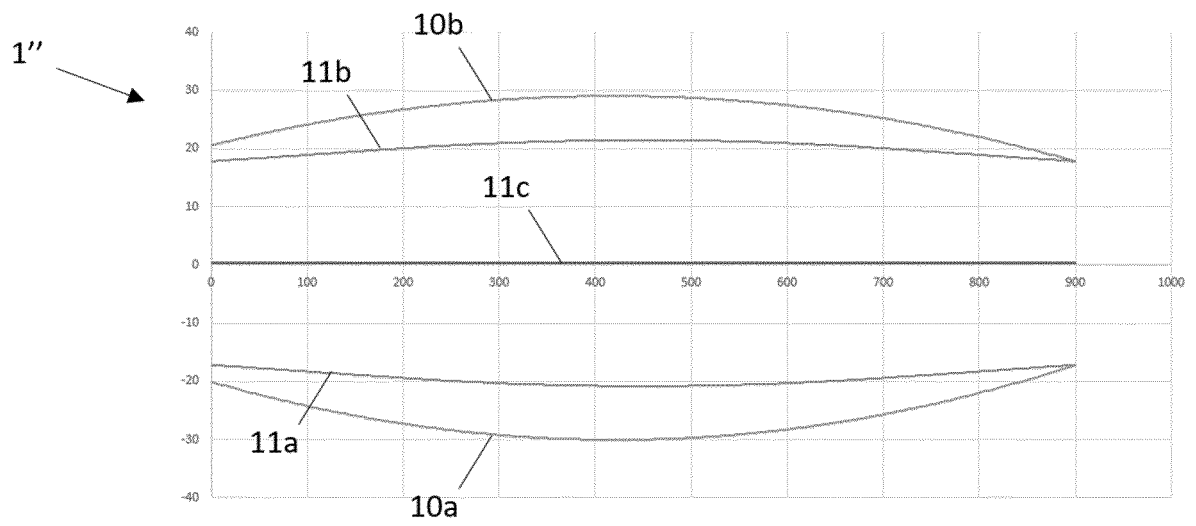
[Fig.3]



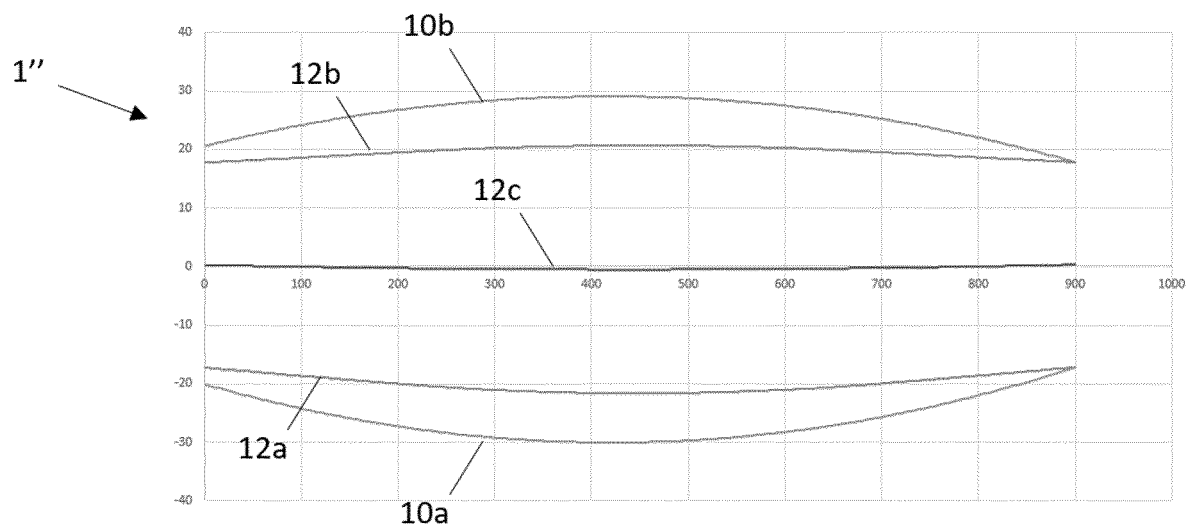
[Fig.4]



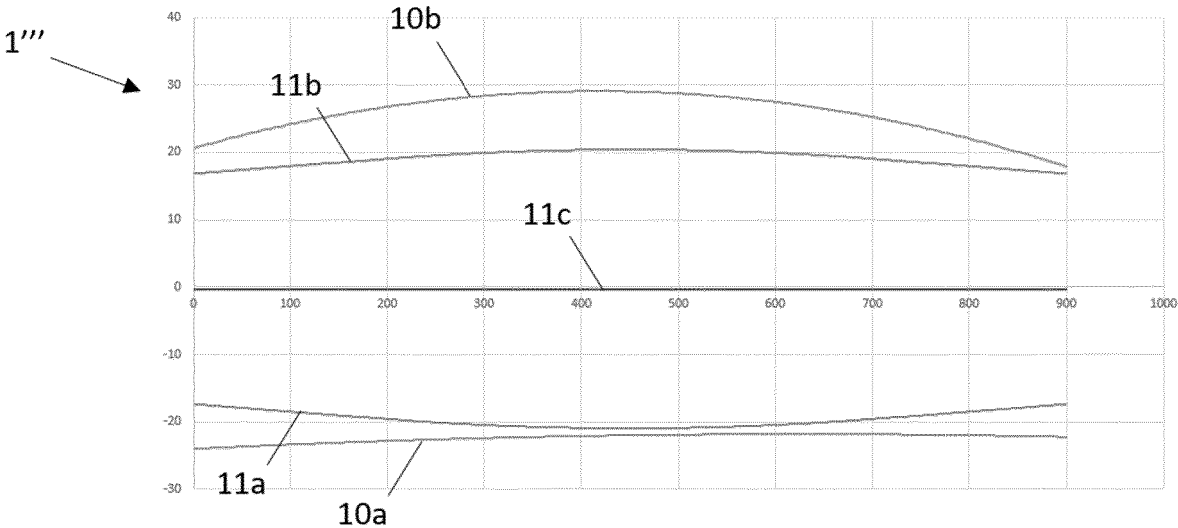
[Fig.5]



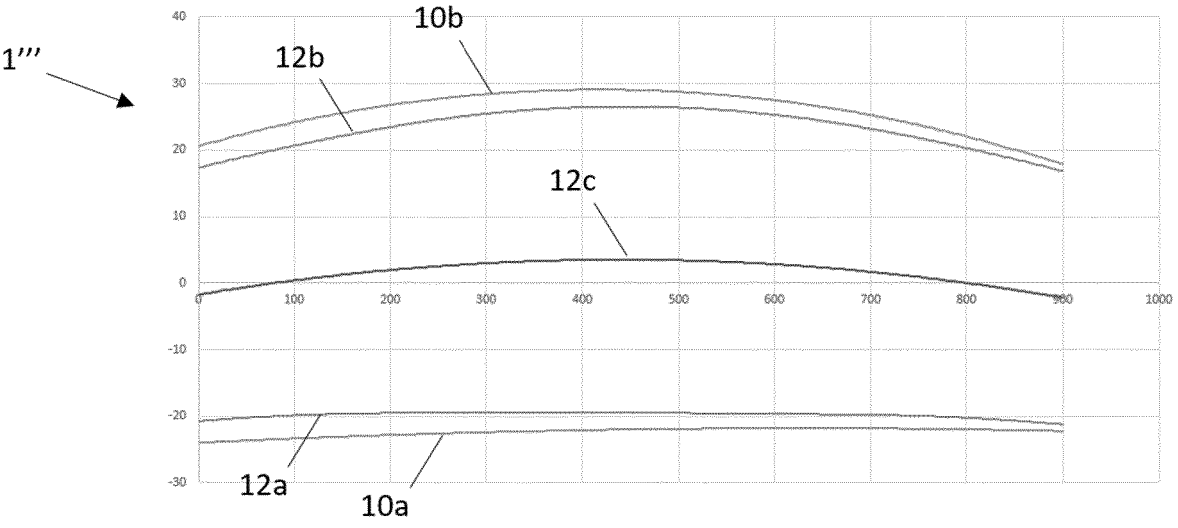
[Fig.6]



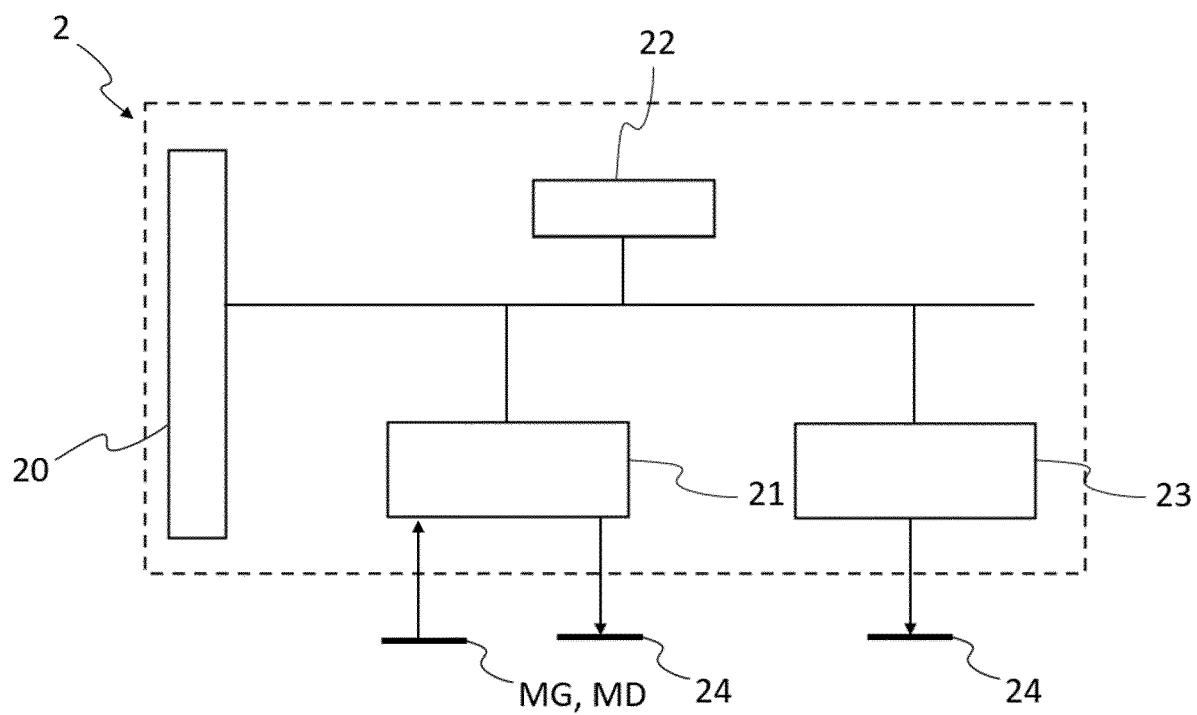
[Fig.7]



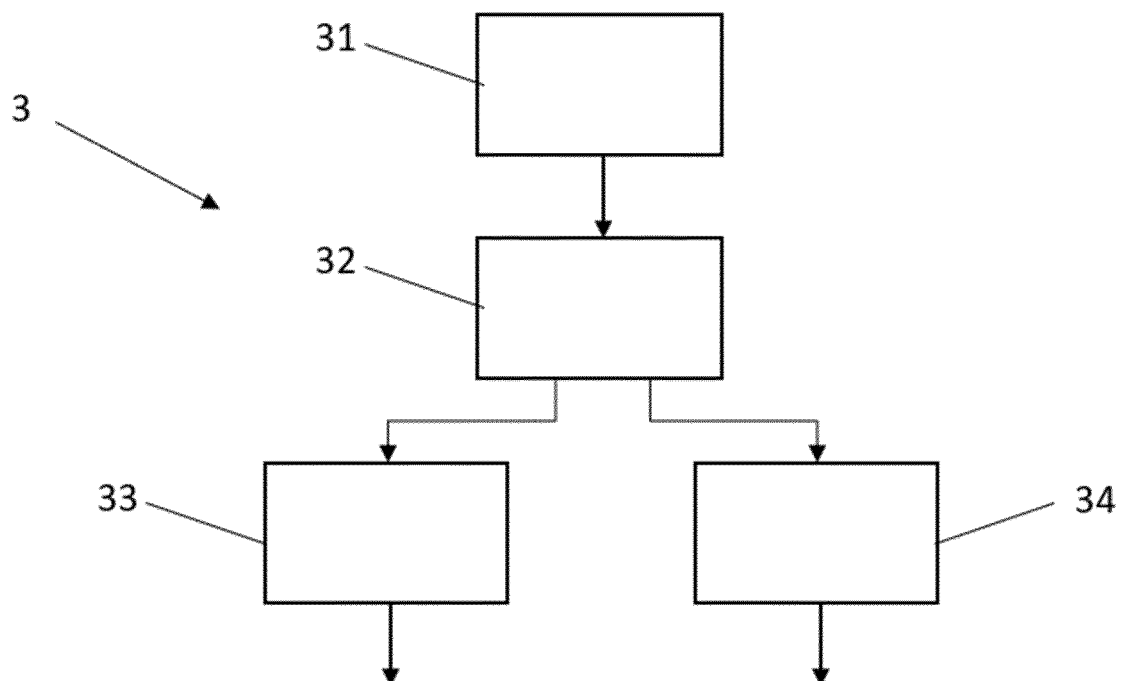
[Fig.8]



[Fig.9]



[Fig.10]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 24 21 3125

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)
X A	US 2018/178405 A1 (BOSWELL JAMES BRADLEY [US] ET AL) 28 juin 2018 (2018-06-28) * alinéa [0040] * * figures *	1-3,5,6, 8-14 4,7	INV. B27H3/02
X A	FR 3 023 742 B1 (SOC DES ETABLISSEMENTS RAOUL MONNOT [FR]) 26 août 2016 (2016-08-26) * revendications * * figures 4, 8 *	1-3,5,6, 8-14 4,7	
X A	CA 2 275 836 C (MCNEIL DWAIN [CA]) 16 septembre 2008 (2008-09-16) * alinéa [0003] * * figure 8 *	1,5,8,9, 13,14 2-4,6,7, 10-12	
X A	FR 325 555 A (ANTHON & SOEHNE SOC [FR]) 2 mai 1903 (1903-05-02) * le document en entier *	1,5,8,9, 13,14 2-4,6,7, 10-12	
X A	US 335 074 A (EDWARD M JEWETT, EDWARD MICHAEL) 26 janvier 1886 (1886-01-26) * le document en entier *	1,5,8,9, 13,14 2-4,6,7, 10-12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) B27H
X A	US 2022/040880 A1 (BOSWELL JAMES BRADLEY [US] ET AL) 10 février 2022 (2022-02-10) * alinéas [0035], [0037], [0042] * * figures *	1-3,5,6, 8-14 4,7	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 15 janvier 2025	Examineur Hamel, Pascal
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 24 21 3125

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.

15-01-2025

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2018178405 A1	28-06-2018	EP 3342570 A1	04-07-2018
		ES 2834723 T3	18-06-2021
		US 2018178405 A1	28-06-2018
FR 3023742 B1	26-08-2016	AUCUN	
CA 2275836 C	16-09-2008	AUCUN	
FR 325555 A	02-05-1903	AUCUN	
US 335074 A	26-01-1886	AUCUN	
US 2022040880 A1	10-02-2022	EP 3954518 A1	16-02-2022
		ES 2980769 T3	03-10-2024
		US 2022040880 A1	10-02-2022

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

- FR 3023742 B1 [0013] [0088] [0111]