

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 044 094

②1 N° d'enregistrement national : **15 61367**

⑤1 Int Cl⁸ : **G 01 N 1/04 (2017.01)**

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 25.11.15.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 26.05.17 Bulletin 17/21.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES — FR.

⑦2 Inventeur(s) : COLAS KIMBERLY, JAOUEN FABIEN et LOPEZ ANABELLE.

⑦3 Titulaire(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES.

⑦4 Mandataire(s) : REGIMBEAU.

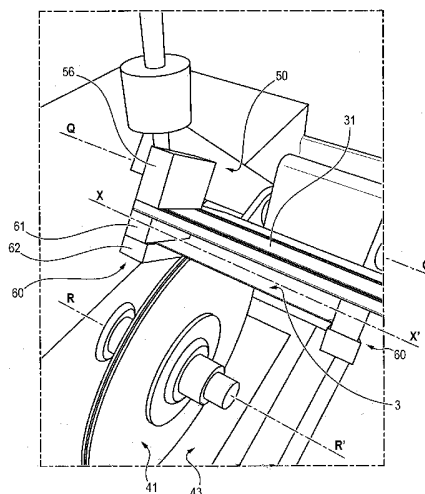
⑤4 **DISPOSITIF ET PROCEDE DE FABRICATION D'ECHANTILLON POUR SAT A PARTIR D'UNE PLAQUE FINE.**

⑤7 L'invention propose un dispositif de fabrication de bâtonnets (2) à partir d'un échantillon (3) en forme de plaque, pour éprouvette (1) d'étude de matériau, le dispositif comprenant :

- des moyens de maintien (30) comprenant un porte-échantillon (30) comprenant au moins un étau (60), configurés pour maintenir l'échantillon (3) par serrage de sorte que celui-ci s'étende selon une direction longitudinale (X-X'),

- une scie à disques (40), comprenant une série d'au moins deux disques parallèles (41a, 41b), l'entraxe (e) entre deux disques successifs de la série correspondant à une largeur (l) des bâtonnets (2), les disques étant montés sur un axe de rotation (R-R') parallèle à la direction longitudinale (X-X'),

- des moyens de déplacement (50), solidaires des moyens de maintien (30) et configurés pour approcher l'échantillon (3) des disques (41a, 41b) afin de permettre la découpe de l'échantillon (3).



FR 3 044 094 - A1



Dispositif et procédé de fabrication d'échantillon pour SAT à partir d'une
plaque fine

DOMAINE TECHNIQUE GENERAL

5

L'invention concerne le domaine de la préparation d'éprouvettes à partir d'échantillons d'un matériau d'intérêt pour réaliser des examens microstructuraux. Les éprouvettes concernées ont une forme généralement parallélépipédique, de dimensions de l'ordre du ou

10

inférieures au centimètre.
L'invention concerne aussi la préparation des éprouvettes à la fois pour des applications en chaud (matériau irradié) dans une cellule blindée, cellule adaptée aux conditions d'exploitation en milieu nucléaire, que pour des matériaux non irradiés.

15

Les éprouvettes permettent l'analyse de la structure atomique du matériau (acier, etc.) à l'aide d'une sonde atomique tomographique (SAT). Elles peuvent être issues de plaques, appelées ici échantillons, dans lesquels les formes désirées sont découpées. Les parallélépipèdes

20

ont une section carrée de quelques dixièmes de millimètres et une longueur de l'ordre du centimètre.

ETAT DE L'ART

25

L'invention concerne la première étape de fabrication des éprouvettes 1 (voir **figures 1a à 1c**) : la mise en forme parallélépipédique d'un bâtonnet 2 à partir d'un échantillon 3.

Une étape ultérieure de fabrication de l'éprouvette consistera à obtenir une pointe 4 du bâtonnet 2 la plus fine possible (l'effet de pointe pour la

30

SAT est d'autant plus fort que le rayon de courbure de la pointe est faible), par exemple en trempant le bâtonnet 2 dans une solution pour polissage électrolytique.

On notera que dans ce cas, afin d'obtenir une pointe 4 de la meilleure qualité possible, nécessaire pour une analyse par SAT, il est impératif que la section du bâtonnet 2 soit constante et homogène sur toute sa longueur L , et que sa section soit carrée (rapport largeur / hauteur = 1).

5

L'échantillon 1 est une plaque présentant une longueur L_p , une largeur l_p et une épaisseur e_p (voir **figure 1b**). L'épaisseur e_p est supposée inférieure à la largeur l_p et la longueur L_p .

Par exemple, la plaque est en alliage métallique (tel que du zirconium),
10 de dimensions 100x30x0,4 millimètres.

Il existe plusieurs techniques qui peuvent permettre un découpage des bâtonnets 2 depuis l'échantillon 3, mais aucune n'est pleinement satisfaisante.

15 Un usinage classique (fraisage par exemple) n'offre pas une précision suffisante et n'est particulièrement pas adapté aux petites dimensions des éprouvettes à réaliser. De plus, il occasionne une perte de matière importante.

Un découpage au laser brûle la surface découpée de l'éprouvette, qui
20 n'est plus correctement exploitable.

Une tronçonneuse à fil diamanté, avec deux bobines qui entraînent un fil dans un sens puis dans l'autre, permet de découper précises mais elle impose des étapes de maintenance de grande précision qui sont déjà délicates en dehors d'une cellule blindée (rechargement du fil, etc.). En
25 outre, le fil diamanté est délicat à mettre en place et n'est pas très résistant. Il peut aussi provoquer un échauffement de la plaque et endommager les échantillons qui ne sont plus pleinement exploitables par la suite.

Enfin, on connaît la tronçonneuse à disques diamantés, qui est
30 exploitable en cellule blindée. Mais avec une telle tronçonneuse la qualité de la découpe dans l'éprouvette n'est pas suffisante (délitement de la pièce, section non constante : de 0,1 à 0,3 mm de déviation sur 10 mm de coupe, etc.).

PRESENTATION DE L'INVENTION

L'invention vise à permettre de s'affranchir des limitations des techniques connues de découpage d'éprouvette.

L'invention propose un dispositif de fabrication de bâtonnets à partir d'un échantillon en forme de plaque, pour éprouvette d'étude de matériau, le dispositif comprenant :

- 10 - des moyens de maintien comprenant un porte-échantillon comprenant au moins un étau, configuré pour maintenir l'échantillon par serrage de sorte que celui-ci s'étende selon une direction longitudinale,
- une scie à disques, comprenant une série d'au moins deux disques parallèles, l'entraxe entre deux disques successifs de la série
- 15 correspondant à une largeur des bâtonnets, les disques étant montés sur un axe de rotation parallèle à la direction longitudinale,
- des moyens de déplacement, solidaires des moyens de maintien et configurés pour approcher l'échantillon des disques afin de permettre la découpe de l'échantillon.

20

Avantageusement, l'invention peut comprendre les caractéristiques suivantes, prises seules ou en combinaison :

- 25 - l'au moins un étau sont configurés pour maintenir la plaque par serrage selon une épaisseur de celle-ci,
- les moyens de maintien comprennent deux étaux qui sont espacés selon la direction longitudinale et dans lequel la scie à disques est configurée pour découper une portion de l'échantillon
- 30 située longitudinalement entre les deux étaux,
- lequel les moyens de maintien comprennent un rail s'étendant selon la direction longitudinale et comprenant deux glissières

parallèles s'étendant selon la direction longitudinale, et configurées pour permettre le maintien en place des deux étaux, dans lequel la position longitudinale des étaux le long du rail peut être changée,

5

- les étaux sont maintenus dans les glissières du rail par serrage d'un système de vis-écrou,

10

- les moyens de déplacement comprennent un bras auquel est attaché le porte-échantillon, ledit bras étant mobile en rotation autour d'un axe de rotation parallèle à l'axe de rotation des disques, de sorte que la rotation du bras permette le rapprochement de l'échantillon vers les disques de la scie à disques,

15

- le dispositif comprend en outre des moyens de translations configurés pour permettre une translation du porte-échantillon selon la direction longitudinale,

20

- les moyens de translations sont disposés sur le bras et permettent une translation de ce dernier selon l'axe de rotation,

- la scie est à disques diamantés,

25

- la scie comprend un flasque de maintien disposé entre deux disques adjacents pour éviter les déformations desdits disques,

- les moyens de déplacement comprennent un système de butée configuré pour limiter le déplacement du porte-échantillon en direction des disques, de sorte que l'échantillon puisse demeurer en un seul morceau après découpe,

30

- le système de butée est une vis réglable positionnée sur le bras.

L'invention propose aussi un ensemble comprenant un dispositif tel que décrit précédemment et un échantillon, ledit échantillon ayant une forme de plaque comprenant une longueur, une largeur et une épaisseur, ladite épaisseur étant inférieure à la largeur et la longueur, dans lequel la longueur s'étend selon la direction longitudinale et la plaque est maintenue en position dans le porte-échantillon par l'au moins un étau.

Avantageusement l'épaisseur de l'échantillon est égale à l'entraxe entre deux disques consécutifs, de sorte que la découpe confère au bâtonnet une section carrée.

Avantageusement, l'ensemble est configurable ou configuré pour que la découpe selon la largeur de la plaque soit inférieure à ladite largeur.

Enfin l'invention propose un procédé de fabrication de bâtonnets, pour éprouvette d'étude de matériau, à partir d'un ensemble tel que décrit précédemment, le procédé comprenant des étapes de :

positionnement de l'échantillon dans le porte-échantillon à l'aide des moyens de maintien,

découpe des bâtonnets depuis l'échantillon par déplacement des moyens de déplacement en découpant partiellement l'échantillon dans le sens de sa largeur.

Le procédé peut aussi comprend les caractéristiques suivantes, prises seules ou en combinaison :

- le procédé comprend une étape préliminaire de calibrage, dans lequel le dispositif est calibré pour que l'échantillon demeure en un seul morceau après l'étape de découpe,
- le procédé comprend une étape supplémentaire de finalisation du bâtonnet à l'aide d'une découpe orthogonale aux coupes précédentes,

- le procédé comprend une étape supplémentaire d'élaboration de la pointe à une extrémité du bâtonnet pour former une éprouvette.

5 PRESENTATION DES FIGURES

D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés, sur lesquels :

- 10 - Les figures 1a, 1b, 1c, représentent respectivement une pointe d'une éprouvette une fois la fabrication de celle-ci achevée (figure 1a), un échantillon (figure 1b) en forme de plaque dans lequel vont être extraits les bâtonnets (figure 1c) qui donneront les éprouvettes 1
- 15 - La figure 2 représente un diagramme d'un procédé conforme à un mode de réalisation de l'invention,
 - La figure 3a représente une vue d'ensemble des moyens utilisés pour le procédé selon l'invention, sans le porte échantillon,
 - La figure 3b représente un détail d'une scie à double disque telle qu'utilisée dans un procédé conforme à l'invention,
- 20 - La figure 4 représente des moyens de maintien de l'échantillon,
 - Les figures 5 et 6 représentent le rail du porte-échantillon, avec ses glissières,
 - La figure 7 représente une vue du bras formant les moyens de déplacement,
- 25 - La figure 8 représente un agrandissement de la figure 3b,
 - La figure 9 représente une scie à deux disques, représentée à deux instants de coupe différents, avec une translation entre les deux coupes,
- 30 - La figure 10 représente l'échantillon en cours d'usinage. Il prend la forme d'un « peigne », avec les bâtonnets encore solidaire de l'échantillon qui reste en un seul morceau,

- Les figures 11 et 12 représentent des détails du dispositif avec l'échantillon mis en place et en cours de découpe.

5 DESCRIPTION DETAILLEE

En référence à nouveau aux **figures 1a à 1c**, et **2**, le dispositif et le procédé associé ont pour objet l'obtention de bâtonnets 2 issus d'une éprouvette en forme de plaque 3. Si la fabrication de la pointe 4 ne relève pas à proprement parler de ce dispositif et de ce procédé, la qualité de ladite pointe 4 dépend elle directement de la précision de fabrication des bâtonnets 2.

L'échantillon 3 a une forme de plaque généralement parallélépipédique de longueur $L_p = 100\text{mm}$, de largeur $l_p = 20$ à 30 mm et d'épaisseur $e_p = 0,1$ à $0,5\text{ mm}$. Ces dimensions sont données à titre d'exemple mais leur ordre de grandeur reste généralement similaire.

On souhaite extraire un maximum de bâtonnets parallélépipédiques de section carrée (largeur) l par l de la taille de l'épaisseur e_p de l'échantillon 3, c'est à dire de $0,1 \times 0,1$ à $0,5 \times 0,5\text{mm}$, voire moins, et de longueur L de 10 à 15 mm .

Dispositif

Pour effectuer la découpe, le dispositif inclut une scie à disques (figure 3a). La scie 40 comprend une série d'au moins deux disques parallèles 41a, 41b séparés d'un entraxe e le long d'un axe de rotation $R-R'$ (figure 3b). L'entraxe e entre deux disques successifs 41a, 41b de la série correspond à la dimension en largeur l (section carrée des échantillons 1) des bâtonnets 2 et aussi à l'épaisseur e_p de l'échantillon 3.

Le fait d'utiliser plusieurs disques parallèles 41a, 41b simultanément permet d'améliorer la qualité de la découpe et l'homogénéité de la

largeur l des bâtonnets 2 et donc *in fine* de l'éprouvette 1 (les surfaces opposées deux à deux sont parallèles).

5 Lors de la découpe, il est impératif de maintenir le plus immobile possible l'échantillon 3 en forme de plaque pour obtenir une découpe précise.

A cette fin, le dispositif comprend des moyens de maintien (**figure 4**).

Dans un mode de réalisation, ces moyens de maintien comprennent un porte-éprouvette 30 avec au moins un étau 60 configuré pour maintenir
10 l'échantillon 3 par serrage. Pour un meilleur maintien (de part et d'autre de la plaque 3), on privilégiera l'utilisation d'au moins deux étaux 60. Alternativement, un étau maintenant l'échantillon sur toute sa longueur (la longueur opposée à celle de la découpe) peut être prévu, ou au moins sur une partie de la longueur. Cette partie de la longueur
15 correspond préférentiellement sensiblement à la distance entre les deux découpes extrêmes sur l'échantillon 3. La description ci-dessous sera faite à l'aide de deux étaux, mais s'applique sans difficulté à la configuration avec un seul étau.

20 Le serrage permet une fixation rapide et sans dégradation ni usinage supplémentaire sur l'échantillon 3.

Le porte-échantillon 30 permet un montage de l'échantillon 3 de sorte que celui-ci s'étende selon une direction longitudinale X-X' parallèle à l'axe de rotation R-R' des disques 41a, 41b lors de la découpe sur la pluralité de disques.

25 Préférentiellement, afin d'optimiser la quantité de matière présente dans l'échantillon 3, la longueur L_p s'étend selon la direction X-X' lorsque ledit échantillon 3 est monté dans le porte-échantillon 30.

Néanmoins, dans le cas d'un échantillon 3 dont la largeur l_p est suffisante, il est possible que ce soit la largeur l_p qui s'étende selon la
30 direction X-X'.

Enfin, le dispositif comprend des moyens de déplacement 50 configurés pour approcher l'échantillon 3 des disques 41a, 41b afin de permettre la découpe de l'échantillon 3.

- 5 Une fois l'échantillon 3 installé dans le porte-échantillon 30, les moyens de déplacement 50 amènent l'échantillon 3 au contact des disques 41a, 41b tournant.

Dans les modes de réalisation décrits en détail ici et présentés sur les figures, la découpe se fait selon la largeur l_p de la plaque 3 (c'est-à-dire
10 dans le sens de la largeur).

La découpe selon la largeur l_p est néanmoins partielle, afin de garder une plaque 3 en un seul morceau (pour des raisons de maintien).

Typiquement, le ratio entre la longueur du bâtonnet 2 en cours de découpe et la largeur de la plaque 3 est compris entre 1/2 et 2/3.

15

A présent, ces différents éléments vont être décrits plus en détail selon des modes de réalisation.

En référence aux **figures 4 et 5**, le porte-échantillon 30 comprend un
20 rail 31 sur lequel sont montés les deux étaux 60. Le rail s'étend selon la direction longitudinale X-X'.

Au sein de ce rail 31, deux glissières parallèles 31a, 31b sont formées, s'étendant toutes deux selon la même direction X-X'. Ces glissières 31a, 31b permettent d'attacher fermement les étaux 60 à différents endroits,
25 de sorte que le dispositif est adapté pour maintenir des échantillons 3 de longueur L_p différente.

Plus précisément, chaque étau 60 est fixé aux deux glissières 31a, 31b, typiquement par un système de vis-écrou 63 qui permet un serrage simple et efficace. Des rondelles sont classiquement prévues pour la
30 répartition de l'effort.

Ainsi, après desserrage du système vis-écrou, il est possible de faire coulisser les étaux 60 le long des glissières 31a, 31b pour ajuster le dispositif à l'échantillon 3.

Comme représenté sur les figures, le rail 31 a la forme d'une plaque faisant fonction de rail de guidage et maintien pour les étaux 60.

Les étaux 60 sont quant à eux les éléments au contact de l'échantillon
5 3. Ils sont chacun constitués typiquement de deux mâchoires 61, 62 venant pincer l'échantillon 3 essentiellement selon sa largeur l_p . Comme sur tout type d'étau, les deux mâchoires 61, 62 sont mobiles en translation l'une par rapport à l'autre, par exemple grâce à un système de vis-écrou.

10 Une des deux mâchoires 61, 62 est solidaire du rail 31.

Sur la **figure 4**, il s'agit du même écrou pour serrer les deux mâchoires 61, 62 et pour maintenir l'étau 60 au rail 31 par le biais d'une des deux mâchoires 61, 62.

15 Les glissières 31a, 31b ont une longueur comprise entre 100 et 300 mm, de sorte que le dispositif peut s'adapter à des échantillons ayant une longueur L_p similaire.

La **figure 6** illustre différentes dimensions du prototype de rail 31 fonctionnel qui a été réalisé.

20

Afin de permettre le déplacement de l'échantillon 3 vers la scie 40, le porte-échantillon 30 est attaché aux moyens de déplacement. Une vis de fixation (non représentée sur les figures) est présente sur le porte-échantillon 30. Sur la **figure 4**, ladite vis de fixation est solidaire d'un
25 étau 60. Sur la figure 12, ladite vis est solidaire d'un élément de fixation 56.

Dans un mode de réalisation présenté en **figures 4, 7** (sans le porte-échantillon 30) **et 8**, les moyens de déplacement comprennent un bras
30 50 monté en rotation à une extrémité selon un axe de rotation Q-Q' grâce à un orifice 51, ce qui lui permet d'être mobile et d'amener l'échantillon 3 au contact de la scie 40.

Le porte-échantillon 30 est donc monté sur le bras 50 de sorte que la direction longitudinale X-X' et l'axe de rotation Q-Q' soient parallèles.

Pour faciliter le déplacement en rotation du bras 50, une surcharge peut
5 être appliquée.

Cette surcharge est comprise entre 100 et 150g, par exemple 125g.

Sur le bras 50 se trouve au moins un point d'attache 52, 53 pour solidariser le porte-échantillon 30.

10 Ce point d'attache 52, 53 a par exemple la forme d'un orifice de forme complémentaire à la vis de fixation (par exemple hexagonale ou triangulaire).

Ce point d'attache 52, 53 peut être serré grâce à deux mâchoires 54, 55 mobiles l'une par rapport à l'autre qui forment chacune une partie de
15 l'orifice. Les mâchoires 54, 55 constituent préférablement une partie de l'arbre 50.

Le dispositif comprend en outre des moyens de translation 44 pour permettre un déplacement de l'échantillon 3 le long de la direction
20 longitudinale X-X', afin d'effectuer plusieurs découpes successives.

Dans un mode de réalisation, les moyens de translation permettent la translation du bras 50 le long de son axe de rotation Q-Q'.

Par exemple, l'arbre 50 est monté sur une vis micrométrique 44 située sur l'axe de rotation Q-Q'. La vis micrométrique 44 permet de déplacer
25 en translation l'arbre 50 selon l'axe de rotation Q-Q'.

Selon un mode de réalisation représenté sur les figures, la rotation des disques 41a, 41b se fait selon un axe R-R' parallèle à l'axe de rotation Q-Q' de l'arbre 50, qui sont orthogonaux au plan de coupe P.

30

On définit au moins un plan de coupe P, qui est un plan dans lequel est compris un des disques 41a, 41b. Le plan de coupe P est orthogonal à la direction longitudinal et à l'axe de rotation Q-Q'.

Avantageusement, sur la scie 40, un flasque de maintien 42, jouxtant lesdits disques 41a, 41b selon l'axe R-R' est prévu et permet d'assurer la précision de la découpe en évitant que les disques ne se déforment. La stabilité des disques 41a, 41b est d'autant plus importante que
5 l'extension radiale du flasque 42 est élevée. On peut par exemple prévoir un flasque 42 pour deux disques 41a, 41b, ledit flasque 42 étant positionné entre les deux disques 41a, 41b, et ayant une dimension correspondant à l'entraxe e désirée.

Un réservoir de liquide de refroidissement 43, typiquement de l'eau, dans lequel trempe une partie des disques 41a, 41b, est installé (**figure 3a**). Le liquide permet aussi la lubrification.
10

La rotation des disques est typiquement comprise entre 250-600 tr/min. Dans les expériences menées, la tronçonneuse était une Labcut 150 à
15 500 tr/min.

Il est possible de prévoir une scie 40 comprenant plus de disques 41a, 41b, afin d'effectuer la découpe en une seule fois et ne pas avoir à utiliser les moyens de translation 45. La configuration de ces disques le long de l'axe de rotation R-R' peut prendre deux formes (voir **figure 9**) :
20

- La distance D entre deux couples de disques (un couple permettant de faire un bâtonnet) 41a, 41b est constante et égale à l'entraxe e entre deux des disques 41a, 41b dudit couple, de sorte que N disques permettent de faire N-1 bâtonnets,
25
- La distance D entre deux couples de disques 41a, 41b est supérieure à l'entraxe e, de sorte que 2N disques permettent de faire N bâtonnets. Cette configuration crée davantage de chute mais laisse une portion de l'échantillon 3 entre deux bâtonnets pour absorber les différentes contraintes (déformation, échauffement, etc.).
30

Par exemple, si les échantillons 3 ont une longueur L_p standard de 150mm et une épaisseur e_p 0,5 mm (c'est-à-dire que l'on souhaite des bâtonnets de section carré de 0,5 par 0,5 mm), on peut prévoir sans difficultés deux couples de disques 41a, 41b espacés chacun de 5 mm.

5

Aux dimensions requises pour les éprouvettes 1, il est nécessaire de tenir compte de l'épaisseur du disque : la distance entre deux disques successifs 41a, 41b se mesure entre les deux surfaces en vis-à-vis des disques respectifs 41a, 41b.

10

Dans un mode de réalisation, les disques 41a, 41b sont en céramique.

Dans un autre mode de réalisation, les disques 41a, 41b sont en céramique et alliage de cuivre.

Ils peuvent aussi comprendre un périmètre diamanté.

15 Les disques dont le diamètre se rapproche de celui de l'entraxe e présentent des meilleures qualités de coupe.

20 Comme indiqué précédemment, dans la mesure où les moyens de maintien 50 tiennent l'échantillon 3 sensiblement par ses deux extrémités dans le sens de la longueur L_p , il est préférable que la découpe ne se fasse pas sur toute la largeur l_p , ce qui diviserait l'échantillon 3 en plusieurs parties qui ne seraient plus correctement maintenues (voir **figure 10, 11, 12**), même si chaque extrémité est préférablement maintenu par un étau.

25 A cette fin, un système de butée peut être prévu pour limiter le déplacement du porte-échantillon 30 vers la scie 40. Dans la mesure où la longueur des bâtonnets 2 n'est pas une donnée nécessitant une précision élevée, l'arrêt de la découpe peut aussi se faire à l'œil par un contrôle manuel du dispositif.

30 La découpe se fait ainsi uniquement depuis un des deux bords et sur une longueur inférieure à la largeur l_p de l'échantillon 3.

Par exemple pour le bras 50, une vis 45 de réglage de basculement du bras 50 est arrimée à la scie 40 et traverse transversalement le bras 50. Cette dernière permet de limiter la course du bras 50 en rotation.

Alternativement, ce système de butée peut-être indépendant du bras et
5 consister simplement en un élément de blocage du dispositif sur lequel vient en butée le porte-éprouvette 30

Enfin, un ressort 46 permet de remonter le bras 50 hors position de coupe, par défaut.

10 Dans les modes de réalisation présentés sur les figures et notamment les **figures 11 et 12**, la découpe se fait par un contact quasiment tangentiel entre l'échantillon 3 et les disques 41a, 41b afin de garder l'échantillon 3 en position horizontale. Néanmoins, le dispositif
15 fonctionne d'une façon similaire pour toute rotation du porte-échantillon autour de la direction longitudinale X-X' pour laquelle l'échantillon 3 peut encore être mise au contact des disques 41a, 41b.

A titre d'exemple, comparativement à la **figure 4**, le porte-échantillon peut être disposé à 90°, de sorte que la découpe se fasse par un contact selon l'épaisseur e_p de l'échantillon 3.

20

Le dispositif tel que décrit permet de réaliser des bâtonnets 2 dans l'échantillon 3 qui soient de section carré, mais qui sont toujours solidaires de l'échantillon 3 par une extrémité. En effet, il est préférable que l'échantillon 3 reste en un seul morceau pendant la découpe (voir
25 **figures 10 et 11**), formant une sorte de « peigne ».

Afin de séparer les bâtonnets de l'échantillon 3, une dernière découpe, orthogonale à la précédente, doit être effectuée.

Pour cela, le dispositif peut prévoir une autre vis de fixation qui autorise la solidarisation du porte-échantillon 30 au bras 50 orthogonalement à la
30 position décrite précédemment, c'est-à-dire de sorte que la direction longitudinale X-X' soit cette fois-ci orthogonale aux axes de rotation R-R' et Q-Q', et donc parallèle au plan de coupe P. Cette autre vis de fixation

(non représentée sur les figures) a typiquement une forme complémentaire à un des points d'attache 52, 53.

Préférentiellement, pour simplifier l'identification, les deux vis ont des formes différentes, chacun étant complémentaire de l'un des points
5 d'attache 52, 53.

Dans un mode de réalisation alternatif, il s'agit de la scie 40 qui vient au contact de l'échantillon 3. Par conséquent, le porte-échantillon 30 est fixe alors que la scie 40 est montée solidaire d'un bras équivalent au
10 bras 50.

Procédé

Suite à la présentation du dispositif, un procédé de découpe à l'aide
15 dudit dispositif va être décrit.

Comme indiqué précédemment, pour la découpe à la scie, il est nécessaire que l'échantillon 3 soit fermement maintenu.

Dans une première étape E1, l'échantillon 3 est positionné par serrage dans les moyens de maintien, notamment en ouvrant l'au moins un étau
20 60 et en les refermant.

Dans une deuxième étape E2, les moyens de déplacement amènent l'échantillon 3 au contact des disques 41a, 41b pour la découpe. En particulier, le bras 50 bouge en rotation autour de l'axe Q-Q'.

Le mouvement peut être effectué manuellement par un opérateur, ou
25 par télémanipulation à l'aide d'un télémanipulateur, voire être entièrement motorisé.

Pour fabriquer les bâtonnets 2 depuis l'échantillon 3 il est nécessaire d'effectuer deux coupes : la section carré qui nécessite une coupe, puisque l'épaisseur e_p de la plaque correspond à l'entraxe entre deux
30 disques 41a, 41b consécutifs, et la longueur qui nécessite une autre coupe.

Selon un premier mode de réalisation, dans une troisième étape E3, l'échantillon est démonté et dans une quatrième étape E4, une dernière découpe est effectuée orthogonalement aux coupes précédentes, c'est à dire le long de la direction longitudinale X-X' pour donner au bâtonnet 2 la longueur L exacte souhaitée et pour le détacher de l'échantillon 3.

En effet, l'étape de découpe E2 permet de découper les bâtonnets selon la longueur mais ils sont toujours maintenus à l'échantillon 3 par une extrémité.

Selon un autre mode de réalisation, dans une troisième étape E3bis, le porte-échantillon 30 est démonté puis remonté sur le bras 50 de sorte que la direction longitudinale X-X' soit cette fois-ci orthogonale à l'axe de coupe R-R'. De cette façon, dans une quatrième étape E4bis, un des disques 41a, 41b va venir séparer les bâtonnets 2 de l'échantillon 3.

L'ajustement de la position de l'échantillon 3 et ainsi de la longueur L des bâtonnets 2 se fait avantageusement à l'aide des moyens de translation, comme la vis micrométrique 44.

On choisit naturellement un disque en position extrême pour effectuer la découpe.

Selon le nombre de disques 41a, 41b utilisés, une seule manipulation peut suffire pour obtenir le nombre de bâtonnets 2 souhaités au final.

Autrement, à l'aide de la vis micrométrique 44, on décale le bras 50 selon l'axe Q-Q' d'une distance correspondant à la largeur l souhaitée des bâtonnets 2 et on répète l'étape de coupe.

Ainsi, dans une étape E2', l'échantillon 3 est déplacé en translation selon la direction longitudinale X-X', de sorte que la position de l'échantillon 3 par rapport au plan de coupe P change. Cette étape est effectuée typiquement en déplaçant le bras 50 le long de son axe de rotation Q-Q', par exemple à l'aide de la vis micrométrique 44.

Dans une étape E2'', une découpe comme à l'étape E2 est effectuée.

Préférentiellement, le procédé comprend une étape de calibrage E0 durant laquelle le système de butée est ajusté pour que l'échantillon 3 reste en un seul morceau après l'étape de découpe E2, et aussi pour que les bâtonnets aient la longueur L désirée.

5

Le procédé décrit permet d'obtenir un nombre plus important de bâtonnets 2 par échantillon 3. Or, les analyses à l'aide de la SAT requièrent une pluralité d'éprouvettes 1 pour effectuer les mesures plusieurs fois. Les avantages de l'invention se répercutent ainsi

10
directement sur la qualité de l'analyse du matériau.

Enfin, dans une étape E5, la pointe 4 est réalisée sur les bâtonnets 2 pour permettre la réalisation des éprouvettes 1 qui seront testés.

15
Toutes les étapes du procédé ont été optimisées pour être réalisables à l'aide d'un télémanipulateur en cellule blindée.

Revendications

1. Dispositif de fabrication de bâtonnets (2) à partir d'un échantillon
5 (3) en forme de plaque, pour éprouvette (1) d'étude de matériau, le dispositif comprenant :
 - des moyens de maintien (30) comprenant un porte-échantillon (30) comprenant au moins un étau (60), configurés pour maintenir l'échantillon (3) par serrage de sorte que celui-ci
10 s'étende selon une direction longitudinale (X-X'),
 - une scie à disques (40), comprenant une série d'au moins deux disques parallèles (41a, 41b), l'entraxe (e) entre deux disques successifs de la série correspondant à une largeur (l) des bâtonnets (2), les disques étant montés sur un axe de rotation
15 (R-R') parallèle à la direction longitudinale (X-X'),
 - des moyens de déplacement (50), solidaires des moyens de maintien (30) et configurés pour approcher l'échantillon (3) des disques (41a, 41b) afin de permettre la découpe de l'échantillon (3).
20
2. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les moyens de maintien comprennent deux étaux (60) qui sont espacés selon la direction longitudinale (X-X') et dans lequel la scie à disques (40) est configurée pour découper une
25 portion de l'échantillon (3) située longitudinalement entre les deux étaux (60).
3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les moyens de maintien (30, 50) comprennent un rail
30 (31) s'étendant selon la direction longitudinale (X-X') et comprenant deux glissières (31a, 31b) parallèles s'étendant selon la direction longitudinale, et configurées pour permettre le maintien en place de l'au moins un étau (60), dans lequel la

position longitudinale de l'au moins un étai (60) le long du rail (31) peut être changée.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les moyens de déplacement (50) comprennent un bras (50) auquel est attaché le porte-échantillon (30), ledit bras (50) étant mobile en rotation autour d'un axe de rotation (Q-Q') parallèle à l'axe de rotation des disques (R-R'), de sorte que la rotation du bras (50) permette le rapprochement de l'échantillon (3) vers les disques (41a, 41b) de la scie à disques (40).
5
10
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre des moyens de translations (44) configurés pour permettre une translation du porte-échantillon (30) selon la direction longitudinale (X-X').
15
6. Dispositif selon les deux revendications précédentes, dans lequel les moyens de translations (44) sont disposés sur le bras (50) et permettent une translation de ce dernier selon l'axe de rotation (Q-Q').
20
7. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel la scie (40) est à disques (41a, 41b) diamantés.
- 25 8. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel la scie (40) comprend un flasque de maintien (42) disposé entre deux disques adjacents (41a, 41b) pour éviter les déformations desdits disques (41a, 41b).
- 30 9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les moyens de déplacement (50) comprennent un système de butée (45) configuré pour limiter le déplacement du porte-échantillon (30) en direction des disques (41a, 41b), de

sorte que l'échantillon (3) puisse demeurer en un seul morceau après découpe.

- 5 10. Ensemble comprenant un dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes et un échantillon (3), ledit échantillon (3) ayant une forme de plaque comprenant une longueur (L_p), une largeur (l_p) et une épaisseur (e_p), ladite épaisseur étant inférieure à la largeur (l_p) et la longueur (L_p), dans lequel la longueur (L_p) s'étend selon la direction longitudinale (X-X') et la plaque (3) est maintenue en position dans le porte-échantillon (3) par l'au moins un étau (60).
- 10 11. Ensemble selon la revendication 10, dans lequel l'épaisseur (e_p) de l'échantillon (3) est égale à l'entraxe (e) entre deux disques consécutifs (41a, 41b), de sorte que la découpe confère au bâtonnet (2) une section carrée.
- 15 12. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 10 à 11, configurable ou configuré pour que la découpe selon la largeur (l_p) de la plaque (3) soit inférieure à ladite largeur (l_p).
- 20 13. Procédé de fabrication de bâtonnets (2), pour éprouvette (1) d'étude de matériau, à partir d'un ensemble selon l'une des revendications 10 à 12, le procédé comprenant des étapes de :
- 25 (E1) positionnement de l'échantillon (3) dans le porte-échantillon à l'aide des moyens de maintien (30),
(E2) découpe des bâtonnets (2) depuis l'échantillon (3) par déplacement des moyens de déplacement (50) en découpant partiellement l'échantillon (3) dans le sens de sa largeur (l_p).
- 30 14. Procédé selon la revendication précédente, comprenant les étapes suivantes :

(E2') translation de l'échantillon (3) selon la direction longitudinale (X-X'),

5 (E2'') découpe des bâtonnets (2) depuis l'échantillon (3) par déplacement des moyens de déplacement (30, 50) en découpant partiellement l'échantillon (3) dans le sens de sa largeur (l_p).

10 15. Procédé selon l'une quelconque des revendications de procédé précédentes, comprenant une étape préliminaire de calibrage, dans lequel le dispositif est calibré pour que l'échantillon (3) demeure en un seul morceau après l'étape de découpe (E2, E2'').

15 16. Procédé selon l'une quelconque des revendications de procédé précédentes, comprenant une étape supplémentaire de finalisation du bâtonnet à l'aide d'une découpe orthogonale aux coupes précédentes.

20 17. Procédé selon l'une quelconque des revendications de procédé précédentes, comprenant une étape supplémentaire d'élaboration de la pointe à une extrémité du bâtonnet (2) pour former une éprouvette (1).

1/11

FIG. 1a

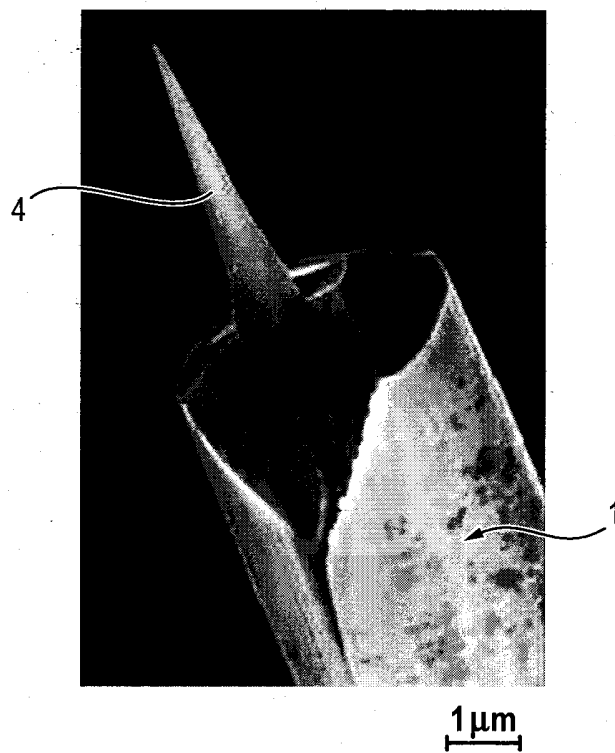


FIG. 1b

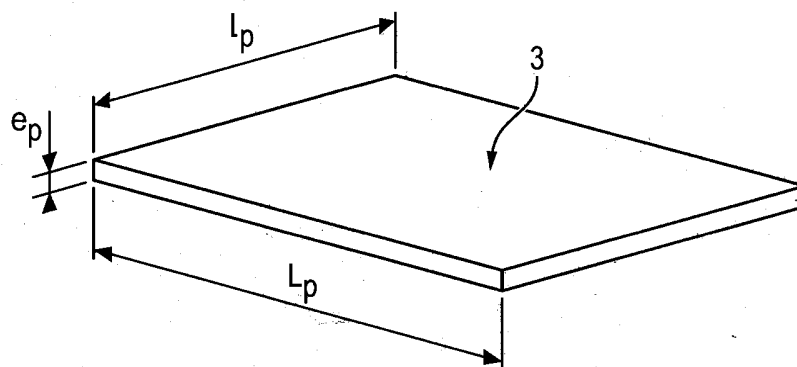
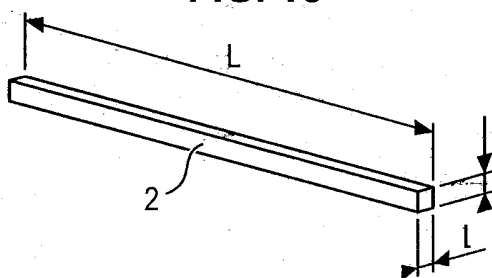
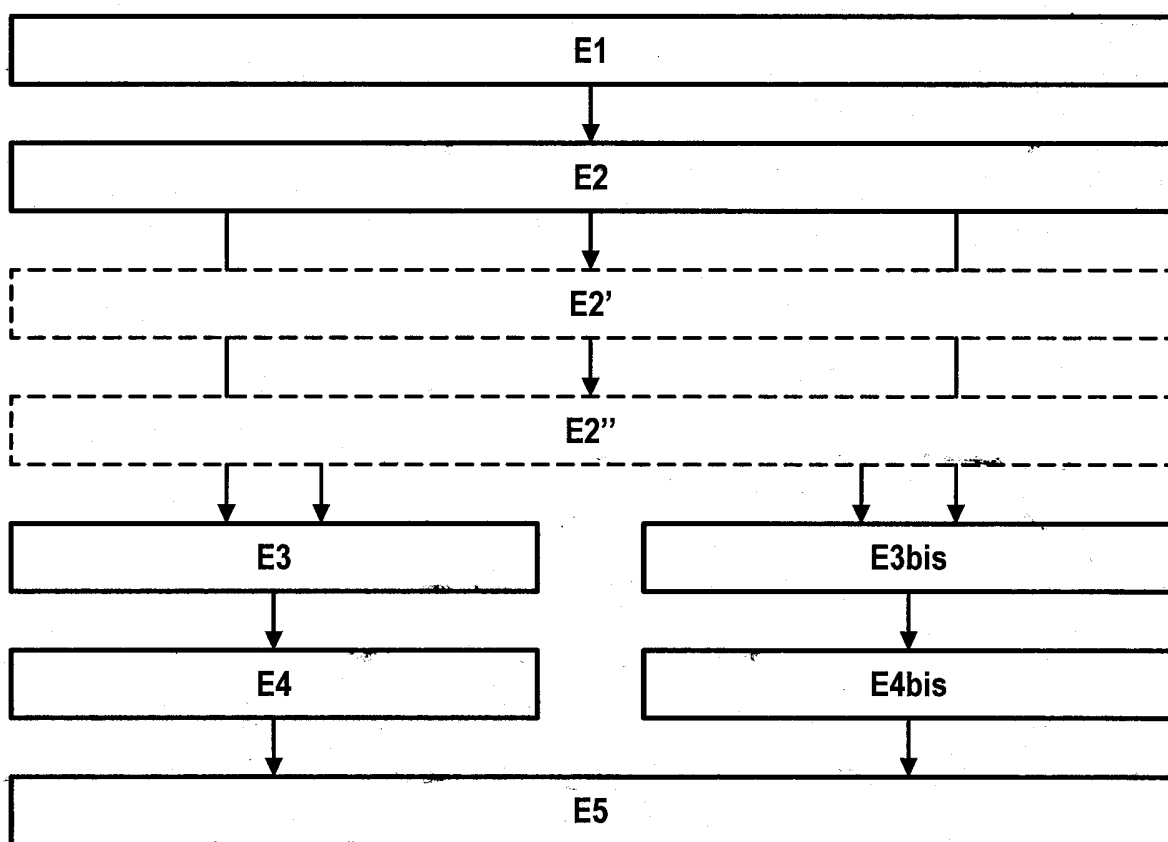


FIG. 1c



2/11

FIG. 2



3/11

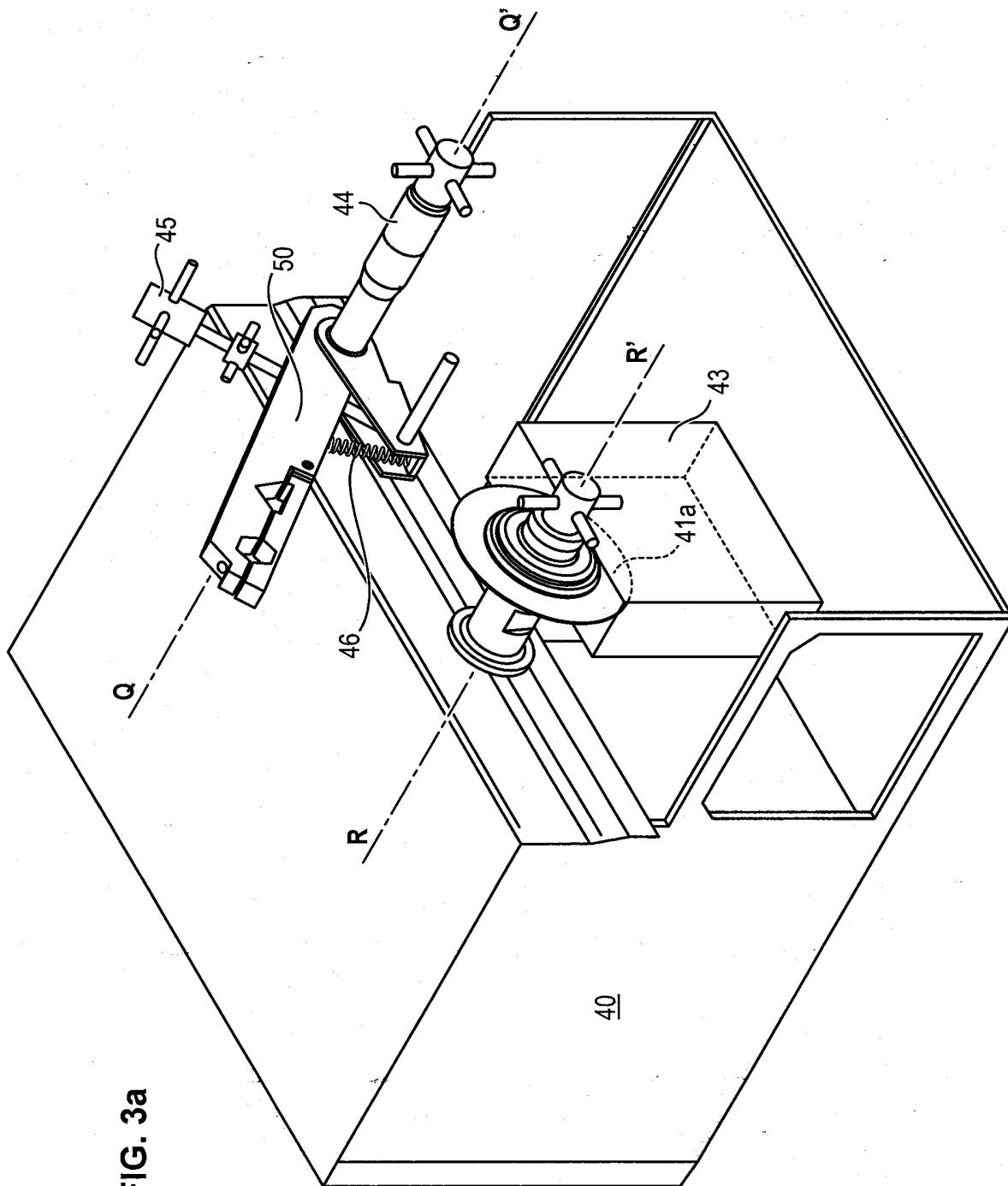
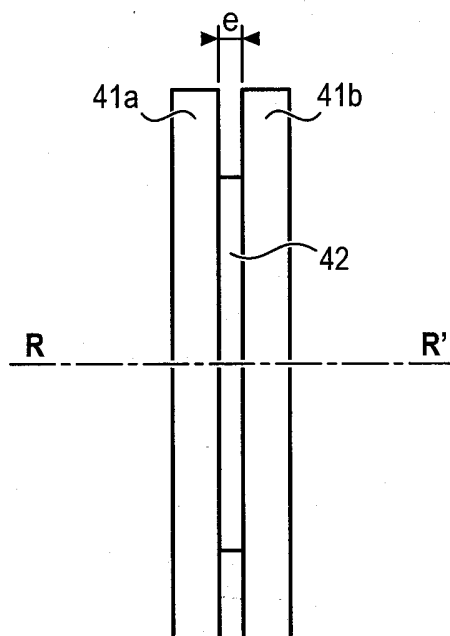


FIG. 3a

4/11

FIG. 3b



5/11

FIG. 4

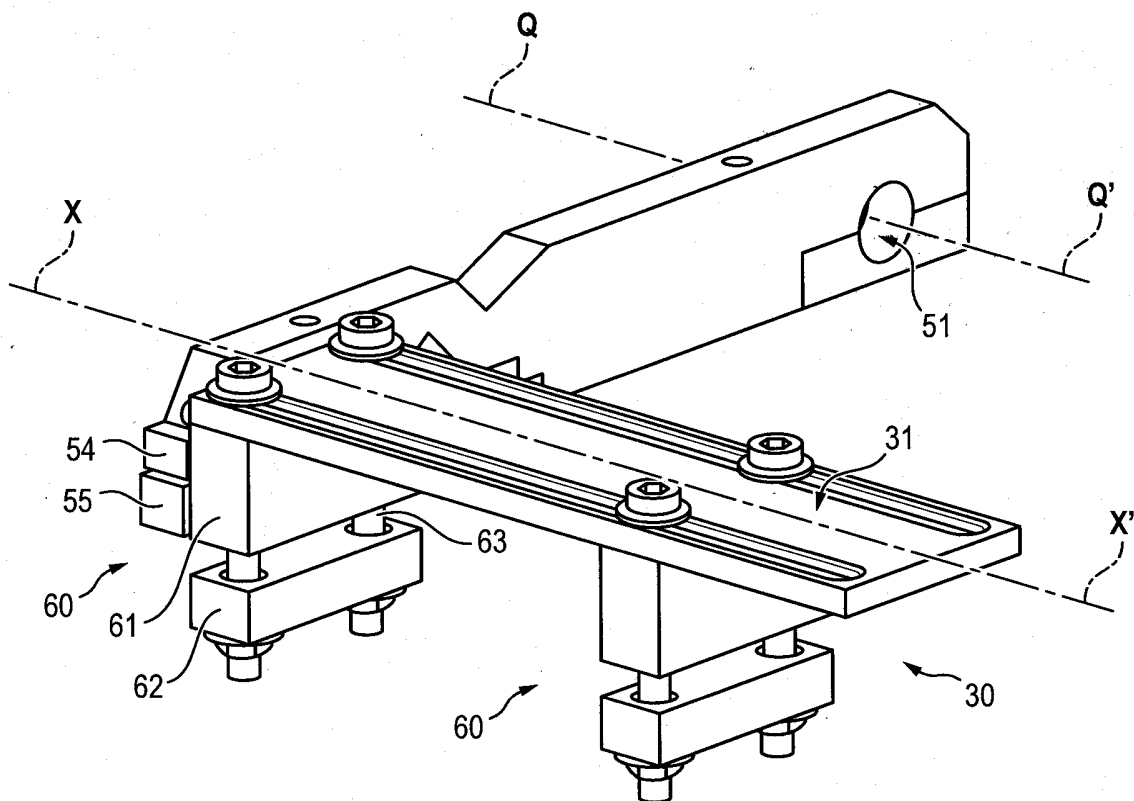
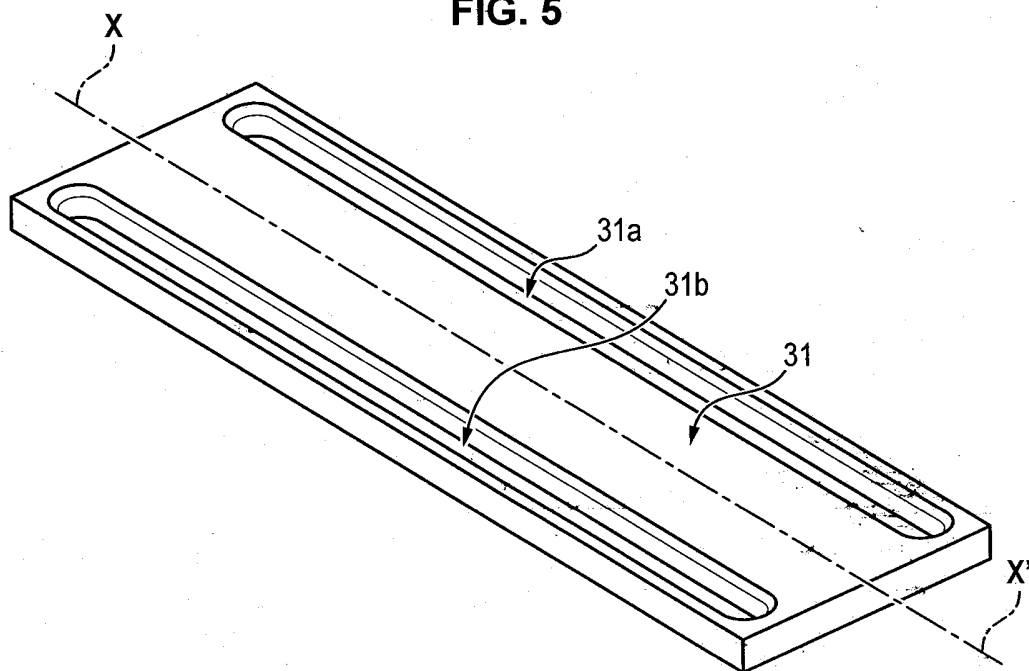
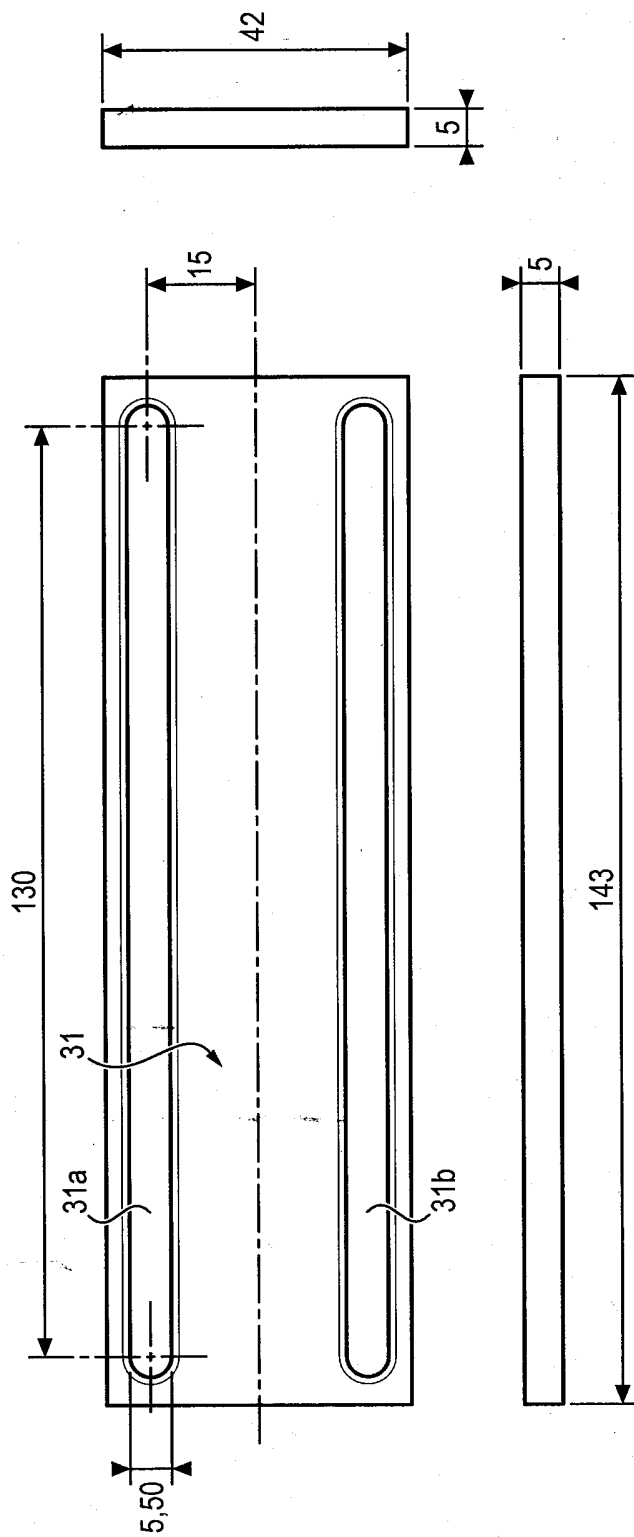


FIG. 5



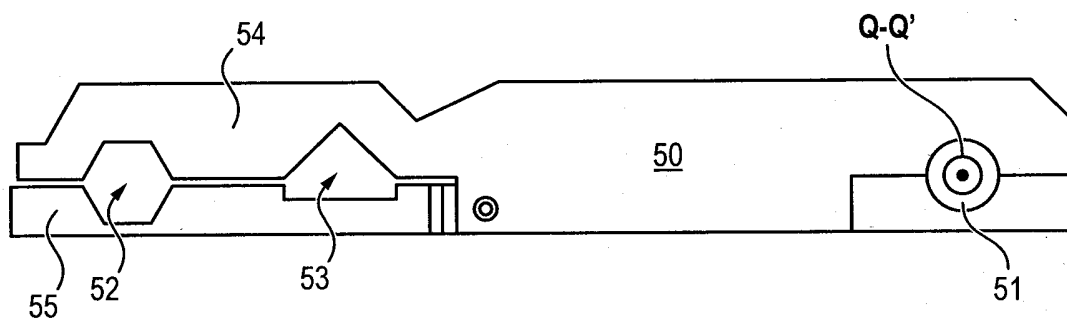
6/11

FIG. 6



7/11

FIG. 7



8/11

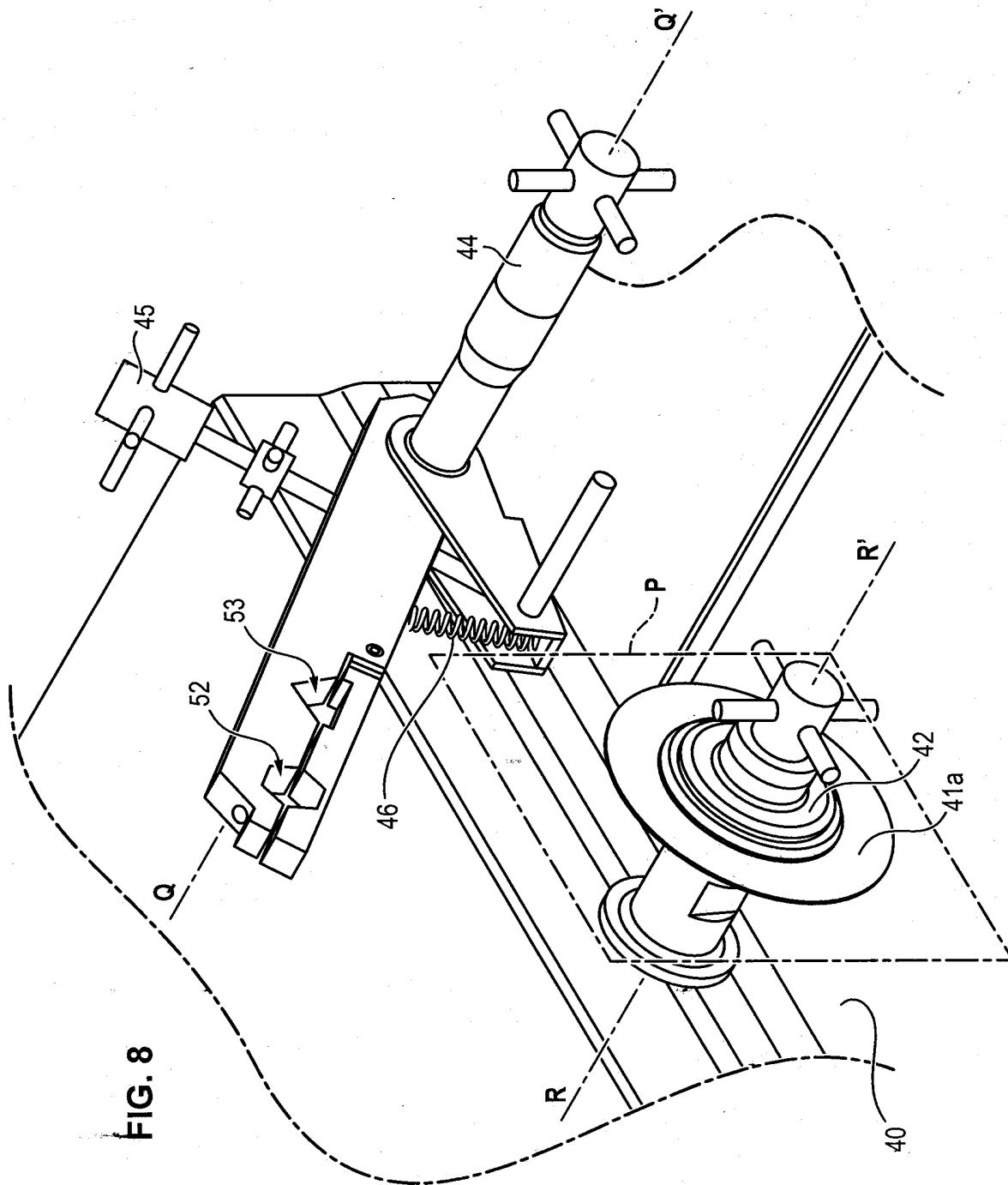
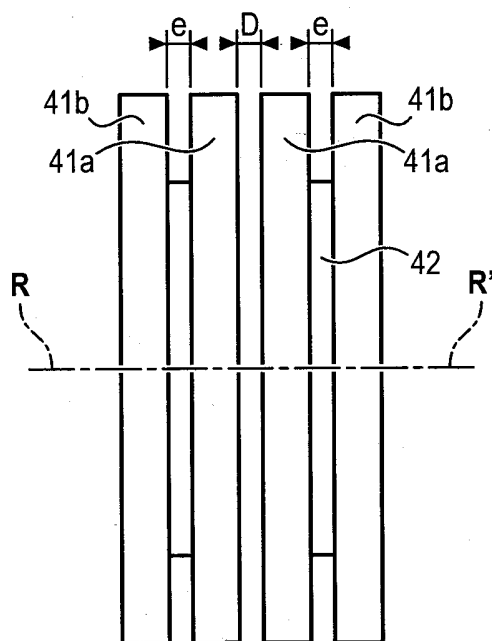


FIG. 8

9/11

FIG. 9



10/11

FIG. 10

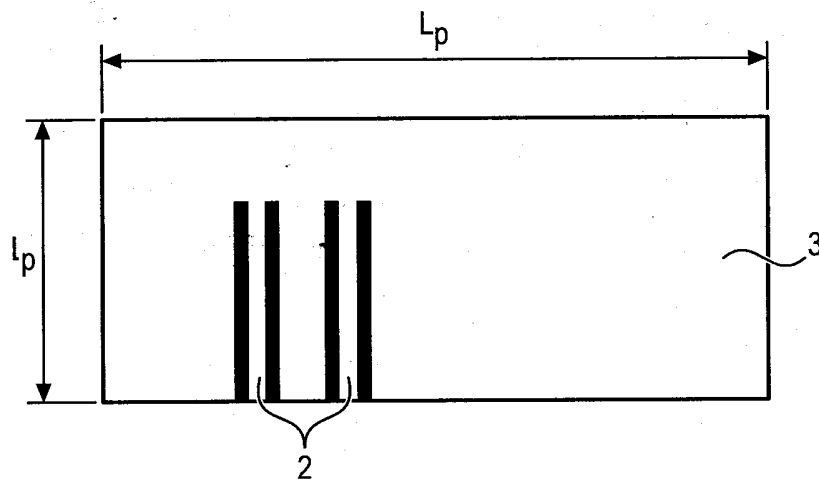
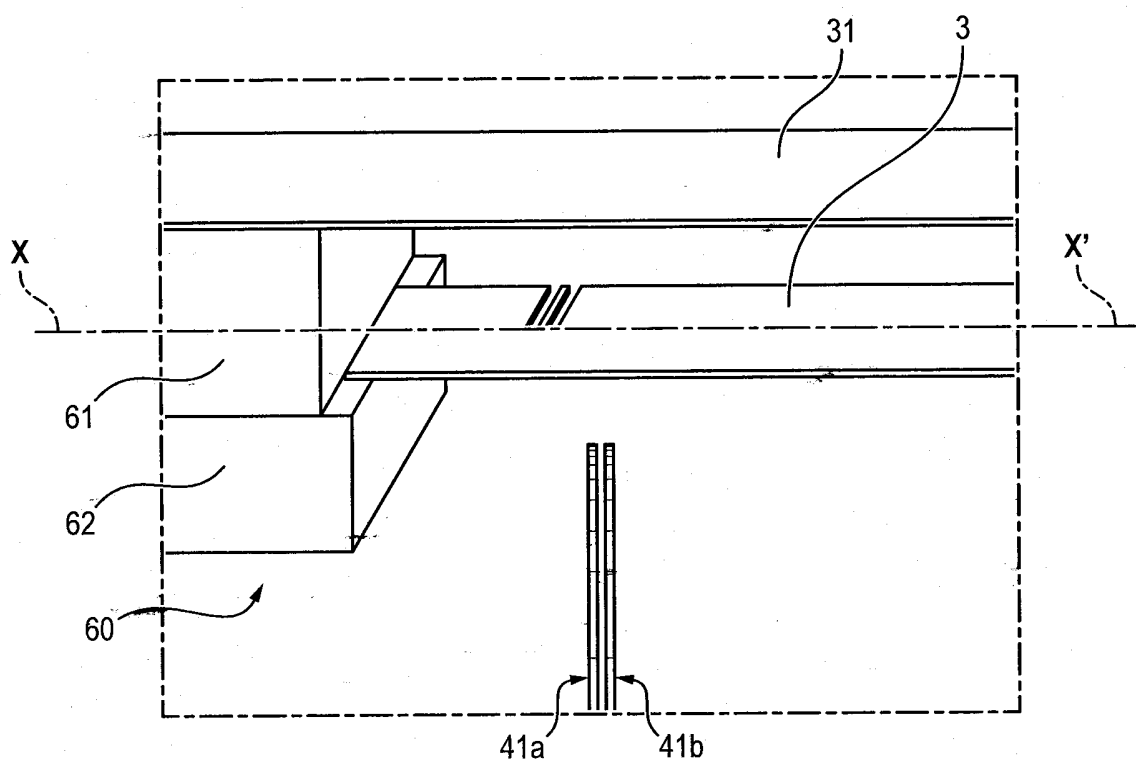
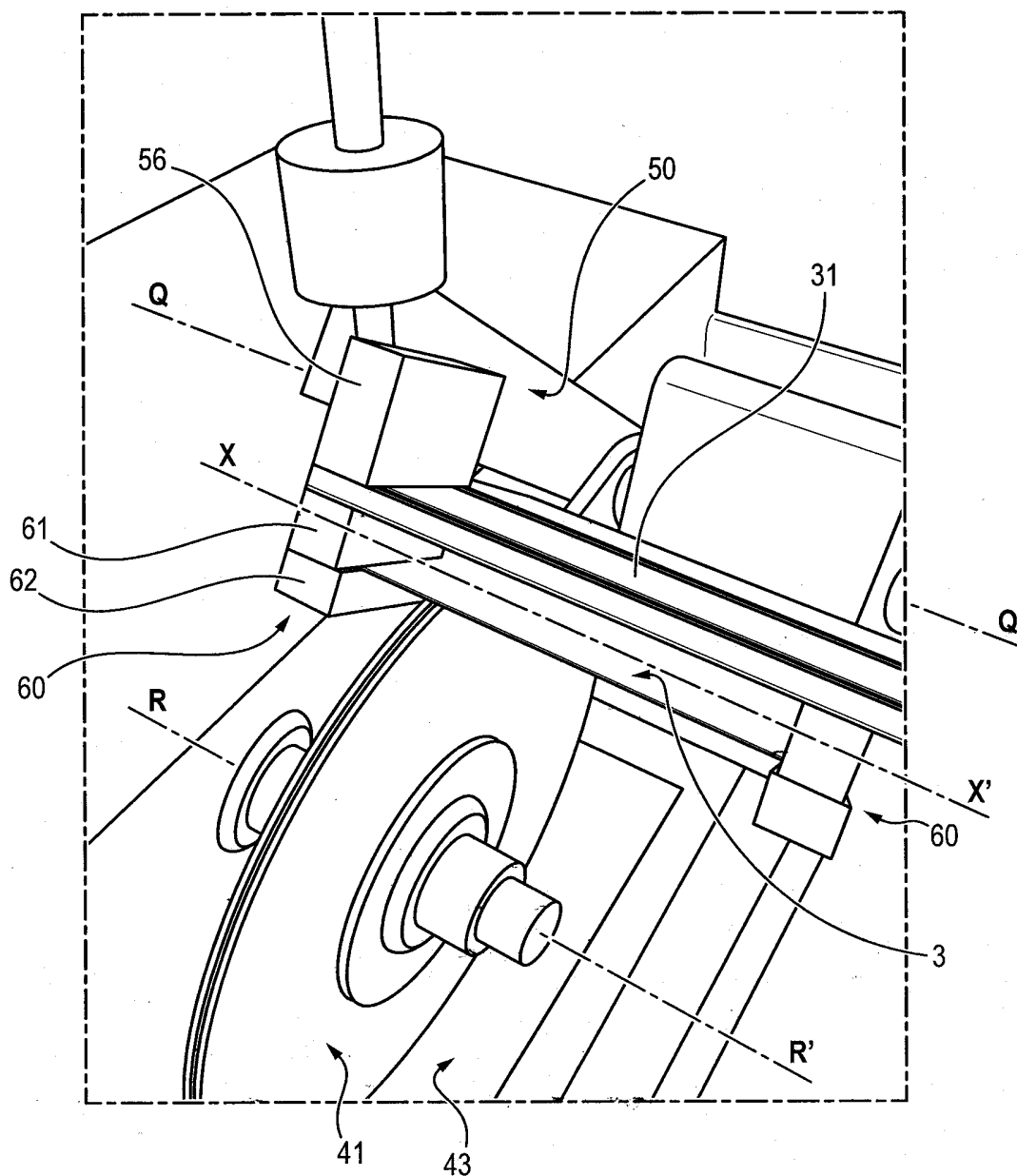


FIG. 11



11/11

FIG. 12



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 821490
FR 1561367

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 4 934 199 A (AVILA STEVEN J [US] ET AL) 19 juin 1990 (1990-06-19) * colonne 3, ligne 4 - ligne 16; figures 1-5,11 * * colonne 5, ligne 14 - ligne 19 * * colonne 5, ligne 55 - colonne 6, ligne 4; figures 16,17 * -----	1-17	G01N1/04
X	DE 29 09 128 A1 (WIRTH CO KG MASCH BOHR) 11 septembre 1980 (1980-09-11) * page 8, ligne 2 - page 9, ligne 24; figures 1,2 * -----	1-17	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G01N
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		6 septembre 2016	Eidmann, Gunnar
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1561367 FA 821490**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 06-09-2016

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4934199	A	19-06-1990	AUCUN	

DE 2909128	A1	11-09-1980	AUCUN	
