

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication :

3 087 688

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national :

18 60063

⑤① Int Cl⁸ : **B 23 Q 3/00** (2018.01), B 23 Q 15/22, B 25 J 18/04,
B 25 J 13/00

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ DISPOSITIF DE DEPLACEMENT ET/OU D'ORIENTATION DE MANIERE COORDONNEE D'UN OUTIL SUIVEUR, PROCEDE DE PONCAGE D'UNE PIECE UTILISANT LEDIT DISPOSITIF ET POSTE DE PONCAGE POUR LA MISE EN ŒUVRE DUDIT PROCEDE.

②② Date de dépôt : 31.10.18.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 01.05.20 Bulletin 20/18.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 18.12.20 Bulletin 20/51.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : AIRBUS OPERATIONS Société par actions simplifiée — FR.

⑦② Inventeur(s) : LAUDRAIN YANN-HENRI et MARTIN SEBASTIEN.

⑦③ Titulaire(s) : AIRBUS OPERATIONS Société par actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : ALLICI.

FR 3 087 688 - B1



Description

Titre de l'invention : Dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée d'un outil suiveur, procédé de ponçage d'une pièce utilisant ledit dispositif et poste de ponçage pour la mise en œuvre dudit procédé

[0001] La présente demande se rapporte à un dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée d'un outil suiveur, à un procédé de ponçage d'une pièce utilisant ledit dispositif ainsi qu'à un poste de ponçage pour la mise en œuvre dudit procédé.

5 [0002] Pour certains outils portatifs, comme par exemple un outil de ponçage, il est nécessaire, en plus de la fonction de ponçage, de réaliser simultanément une fonction complémentaire d'aspiration pour limiter la propagation des poussières.

[0003] Selon une première solution, un outil portatif peut être équipé d'un accessoire d'aspiration pour réaliser la fonction complémentaire d'aspiration. Cette solution
10 n'est pas pleinement satisfaisante car elle rend l'outil portatif moins maniable et l'alourdit, ce qui tend à augmenter la pénibilité de l'opération de ponçage.

[0004] Selon une deuxième solution, la fonction complémentaire d'aspiration est réalisée par un outil portatif complémentaire distinct de l'outil portatif. Selon cette
15 deuxième solution, l'outil portatif est manipulé par un premier opérateur et l'outil portatif complémentaire par un deuxième opérateur. Cette solution n'est pas satisfaisante car elle requiert deux opérateurs, ce qui tend à augmenter le coût de production.

[0005] La présente invention vise à remédier à tout ou partie des inconvénients de l'art antérieur.

20 [0006] A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée d'un outil suiveur par rapport à un outil portatif manipulé par un opérateur au niveau d'un poste de production, caractérisé en ce que le dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée comprend un système de déplacement et/ou d'orientation de l'outil
25 suiveur, au moins un système de localisation configuré pour déterminer des informations relatives à au moins une position et/ou à au moins un déplacement

de l'outil portatif et au moins une unité de commande configurée pour, à partir des informations déterminées par le système de localisation, contrôler le système de déplacement et/ou d'orientation de manière à déplacer l'outil suiveur de façon coordonnée avec l'outil portatif.

5 [0007] Le dispositif selon l'invention permet à un outil suiveur de suivre les mouvements d'un outil portatif manipulé par un opérateur, sans l'intervention d'un opérateur supplémentaire. L'outil suiveur étant distinct de l'outil portatif, il n'affecte pas la maniabilité de ce dernier.

10 [0008] Selon un premier mode de réalisation, le système de localisation comprend au moins une caméra configurée pour saisir des images de l'outil portatif. En complément, l'unité de commande comprend un traitement d'images configuré pour analyser les images saisies par la ou les caméra(s) et contrôler, en fonction de cette analyse, les mouvements du système de déplacement et/ou d'orientation de l'outil suiveur.

15 [0009] Selon une configuration, le système de localisation comprend plusieurs caméras fixées sur un point fixe du poste de production et/ou sur le système de déplacement et/ou d'orientation de l'outil suiveur et/ou sur l'opérateur.

20 [0010] Selon un deuxième mode de réalisation, le système de localisation comprend plusieurs marqueurs fixés sur l'outil portatif ainsi que plusieurs lecteurs de marqueurs fixés en différents points fixes du poste de production et chacun configurés pour émettre un signal en fonction de la position des marqueurs. En complément, l'unité de commande est configurée pour, à partir des signaux émis par les lecteurs de marqueurs, contrôler les mouvements du système de déplacement et/ou d'orientation de l'outil suiveur.

25 [0011] Selon une configuration, les marqueurs sont des marqueurs de type RFID.

[0012] Selon une autre caractéristique, le système de déplacement et/ou d'orientation comprend un bras robotisé supportant l'outil suiveur, un support de bras auquel est relié le bras robotisé ainsi qu'un rail le long duquel se déplace le support de bras.

30 [0013] L'invention a également pour objet un procédé de ponçage d'une pièce utilisant un dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée selon l'une des caractéristiques précédentes.

[0014] Selon une caractéristique, le procédé de ponçage d'une pièce comprend :

- une étape de scannage de la pièce visant à collecter un ensemble de mesures permettant d'établir des dimensions et une géométrie de la pièce,
- une étape d'obtention d'une cartographie des défauts en comparant les valeurs mesurées relatives aux dimensions et à la géométrie de la pièce avec des valeurs théoriques relatives aux dimensions et à une géométrie d'une pièce théorique,
- une étape de ponçage pour corriger les défauts de la cartographie.

[0015] Selon une autre caractéristique, la cartographie des défauts comprend des gradients de couleurs en fonction des écarts entre les valeurs mesurées et les valeurs théoriques.

[0016] Selon une autre caractéristique, un système de visualisation de réalité augmentée est utilisé lors de l'étape de ponçage pour visualiser, de manière superposée à la pièce, la cartographie des défauts.

[0017] Selon une autre caractéristique, la cartographie des défauts est modifiée au cours du ponçage afin de tenir compte des rectifications déjà réalisées.

[0018] L'invention a également pour objet un poste de ponçage pour la mise en œuvre du procédé de ponçage selon l'une des caractéristiques précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un outillage de maintien de la pièce permettant de la maintenir immobile dans au moins une position souhaitée,
- un système de mesure configuré pour mesurer des valeurs relatives à des dimensions et à une géométrie de la pièce,
- une unité de contrôle configurée pour comparer les valeurs mesurées relatives aux dimensions et à la géométrie de la pièce avec des valeurs théoriques relatives des dimensions et à une géométrie d'une pièce théorique afin d'établir une cartographie des défauts,
- un outil portatif de ponçage, et
- un dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée d'un outil suiveur par rapport à l'outil portatif.

[0019] D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description de l'invention qui va suivre, description donnée à titre d'exemple uniquement, en regard des dessins annexés parmi lesquels :

5 [Figure 1] est une vue en perspective d'un poste de ponçage équipé d'un dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée d'un outil suiveur, qui illustre un mode de réalisation de l'invention, lors d'une étape de mise en place d'une pièce,

[Figure 2] est une vue en perspective du poste de ponçage visible sur la figure 1 lors d'une étape de scannage de la pièce,

10 [Figure 3] est une vue en perspective du poste de ponçage visible sur la figure 1 lors d'une étape de réglage du poste,

[Figure 4] est une vue en perspective du poste de ponçage visible sur la figure 1 lors d'une étape de visualisation des défauts de la pièce,

15 [Figure 5] est une vue en perspective d'un outil portatif manipulé par un opérateur et d'un outil suiveur au début d'une étape de ponçage de la pièce,

[Figure 6] est une vue en perspective de l'outil portatif et de l'outil suiveur visibles sur la figure 5 lors de l'étape de ponçage de la pièce,

[Figure 7] est une vue en perspective de l'outil portatif et de l'outil suiveur visibles sur la figure 5 en fin d'étape de ponçage de la pièce,

20 [Figure 8] est une vue en perspective du poste de ponçage visible sur la figure 1 lors d'une étape de contrôle de la pièce, et

[Figure 9] est une représentation schématique d'un dispositif de déplacement d'un outil suiveur qui illustre un mode de réalisation de l'invention.

25 [0020] Sur les figures 1 à 4 et 8, on a représenté un poste de ponçage 10 au niveau duquel une pièce 12 est poncée à l'aide d'un outil de ponçage portatif 14 (visible sur les figures 5 à 7), comme une meuleuse par exemple, manipulé par un opérateur 16.

[0021] Selon une application, la pièce 12 comprend des première et deuxième extrémités 12.1, 12.2 et présente une section en T, une grande longueur et un

profil courbe d'une extrémité à l'autre. A titre d'exemple, la pièce 12 est une pièce de jonction d'un caisson central de voilure d'un aéronef.

[0022] Le poste de ponçage 10 comprend un outillage de maintien 18 de la pièce 12 permettant de la maintenir immobile dans au moins une position souhaitée. Selon un mode de réalisation, l'outillage de maintien 18 comprend des premier et deuxième préhenseurs 18.1, 18.2 configurés pour saisir les première et deuxième extrémités 12.1, 12.2 de la pièce 12.

[0023] Selon une configuration illustrée par la figure 1, l'étape de mise en place de la pièce 12 sur l'outillage de maintien 18 est automatisée. A cet effet, une plate-forme mobile 20 est prévue pour acheminer la pièce 12 au niveau du poste de ponçage 10, entre les premier et deuxième préhenseurs 18.1, 18.2. En complément, le poste de ponçage 10 comprend au moins un système de détection 22 configuré pour détecter la plate-forme mobile 20 et pour localiser la pièce 12 ainsi qu'une unité de contrôle 24 configuré pour, à partir des données fournies par le système de détection 22, piloter les premier et deuxième préhenseurs 18.1, 18.2 afin que ces derniers saisissent respectivement les première et deuxième extrémités 12.1, 12.2 de la pièce 12 et positionnent la pièce 12 selon la position souhaitée.

[0024] Selon un mode de réalisation, chaque préhenseur 18.1, 18.2 est un bras robotisé à architecture anthropomorphique.

[0025] Le poste de ponçage 10 comprend un système de mesure 26 configuré pour déterminer les dimensions et la géométrie de la pièce 12. Ainsi, lors d'une étape de scannage de la pièce, visible sur la figure 2, le système de mesure 26 se déplace le long de la pièce 12. Selon une configuration, le système de mesure 26 est supporté par un bras robotisé 28 qui se déplace le long d'un rail 30 prévu au-dessus de la pièce 12. L'unité de contrôle 24 pilote le système de mesure 26 et le bras robotisé 28 afin que le système de mesure 26 balaie la pièce 12 et collecte un ensemble de mesures permettant d'établir les dimensions et la géométrie de la pièce 12 ainsi qu'une représentation virtuelle de la pièce 12.

[0026] L'unité de contrôle 24 comprend un algorithme de balancement spatial pour comparer les valeurs mesurées relatives aux dimensions et à la géométrie de la pièce 12 avec des valeurs théoriques relatives aux dimensions et à la géométrie

d'une pièce théorique afin de déterminer au moins une zone à rectifier 32, visible sur la figure 4. L'unité de contrôle 24 définit, à partir de la comparaison des valeurs mesurées et des valeurs théoriques, une cartographie des défauts utilisant des gradients de couleurs en fonction des écarts entre les valeurs mesurées et les valeurs théoriques, comme illustré sur la figure 4.

[0027] Lors d'une étape de réglage visible sur la figure 3, grâce aux premier et deuxième préhenseurs 18.1, 18.2, la pièce 12 est positionnée de manière adéquate pour un meilleur confort et une plus grande sécurité pour l'opérateur 16 réalisant l'opération de ponçage de la pièce 12.

[0028] Le poste de ponçage 10 comprend un système de visualisation de réalité augmentée 34, porté par l'opérateur 16, configuré pour lui permettre de visualiser, de manière superposée à la pièce 12, la cartographie des défauts avec les gradients de couleur.

[0029] Dans un mode particulier de réalisation, le poste de ponçage 10 comprend un ensemble de caméras 36 configurées pour filmer la pièce 12 en temps réel lors du ponçage. L'unité de contrôle 24 comprend un traitement d'images configuré pour analyser les images saisies par l'ensemble de caméras 36. En complément, l'unité de contrôle 24 est configurée pour modifier au cours du ponçage la cartographie des défauts et les gradients de couleur à partir de l'analyse des images saisies par l'ensemble de caméras 36 afin de tenir compte des rectifications déjà réalisées par l'opérateur 16.

[0030] Lorsque le ponçage est terminé et lors d'une étape de contrôle visible sur la figure 8, le système de mesure 26 est déplacé le long de la pièce 12 de façon à réaliser une nouvelle série de mesures. Les valeurs de ces nouvelles mesures sont comparées aux valeurs théoriques pour établir une nouvelle cartographie des défauts. Si les défauts sont compris dans les plages de tolérances alors la pièce 12 est déclarée conforme. Dans le cas contraire, si la pièce 12 n'est pas conforme, l'opérateur 16 peut continuer le ponçage en s'aidant du système de visualisation de réalité augmentée 34.

[0031] Lorsque la pièce 12 est conforme, elle est évacuée de manière automatisée en utilisant une plate-forme mobile, comme lors de l'étape de mise en place de la pièce 12 illustrée par la figure 2.

[0032] Selon une autre caractéristique, les données relatives aux défauts sont collectées dans une base données afin de vérifier si certains de ces défauts sont récurrents sur la majorité des pièces. Dans ce cas, le procédé de fabrication de la pièce 12 peut être corrigé de façon à corriger ces défauts récurrents.

5 [0033] Comme illustré sur les figures 5 à 7, lors de l'opération de ponçage, l'opérateur 16 manipule un outil portatif 14. Pour limiter la propagation des poussières, le poste de ponçage 10 comprend un outil d'aspiration, appelé par la suite outil suiveur 40 ainsi qu'un dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée 42 auquel est fixé l'outil suiveur 40.

10 [0034] Selon un mode de réalisation, le dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée 42 comprend un bras robotisé 44 à architecture anthropomorphique ainsi qu'un effecteur 44' supporté par le bras robotisé 44 et auquel est relié l'outil suiveur 40.

[0035] Selon une configuration visible sur la figure 2 par exemple, l'outil suiveur 40 et
15 le système de mesure 26 sont reliés au même bras robotisé 28, 44.

[0036] Le dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée 42 comprend au moins un système de localisation 46 configuré pour déterminer des informations relatives à au moins une position et/ou à au moins un déplacement de l'outil portatif 14 manipulé par l'opérateur 16 et au moins une unité de
20 commande 48 configurée pour, à partir des informations déterminées par le système de localisation 46, contrôler le bras robotisé 44 et l'effecteur 44' afin de déplacer l'outil suiveur 40 de façon coordonnée avec le déplacement de l'outil portatif 14.

[0037] Ainsi, le dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée
25 42 permet de déplacer l'outil suiveur sans programmation préalable des déplacements dudit outil suiveur.

[0038] Selon un mode de réalisation visible sur la figure 8, le dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée 42 comprend un support de bras 50 auquel est relié le bras robotisé 44 ainsi qu'un rail, prévu au-dessus
30 de la pièce 12, le long duquel se déplace le support de bras 50. Selon ce mode de réalisation, l'unité de commande 48 est configurée pour, à partir des informations déterminées par le système de localisation 46, contrôler le bras

robotisé 44, l'effecteur 44' et le support de bras 50 afin de déplacer l'outil suiveur 40 de façon coordonnée avec le déplacement de l'outil portatif 14. Le fait que le bras robotisé 44 se déplace le long d'un rail permet de gérer un comportement de l'outil suiveur 40 au plus près de l'outil portatif 14, ce qui permet de maximiser l'espace de travail en éloignant les différents segments du bras robotisé 44 de l'opérateur. L'unité de commande 48 contrôle le bras robotisé 44 et le support de bras 50 selon un contrôle réactif multi-contraints.

[0039] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée à ce mode de réalisation. Ainsi, le bras robotisé 44, l'effecteur 44' et l'éventuel support de bras 50 pourraient être remplacés par tout système de déplacement et/ou d'orientation de l'outil suiveur 40 dans un référentiel donné dans lequel se déplace l'outil portatif 14 à suivre.

[0040] Quel que soit le mode de réalisation, le système de déplacement et/ou d'orientation comprend une pluralité de segments et d'articulations reliant l'outil suiveur 40 à un élément du poste de ponçage 10. Selon un mode opératoire, lors du déplacement de l'outil suiveur 40 de façon coordonnée par rapport au déplacement de l'outil portatif 14, l'unité de commande 48 privilégie le déplacement des segments et des articulations les plus proches de l'outil suiveur 40 pour obtenir des déplacements précis.

[0041] Selon un premier mode de réalisation visible sur la figure 5, le système de localisation 46 comprend au moins une caméra 52, 52' configurée pour saisir des images de l'outil portatif 14 et éventuellement l'opérateur 16. En complément, l'unité de commande 48 comprend un traitement d'images configuré pour analyser les images saisies par la ou les caméra(s) 52, 52' et contrôler, en fonction de cette analyse, les mouvements du système de déplacement et/ou d'orientation pour déplacer l'outil suiveur 40 de façon coordonnée avec le déplacement de l'outil portatif 14.

[0042] Selon une première configuration, la caméra 52 est solidaire d'un point fixe du poste de ponçage 10, ce qui permet d'obtenir une localisation absolue de l'outil portatif 14 dans le poste de ponçage.

[0043] Selon une autre configuration, la caméra 52' est fixée au bras robotisé 44, ce qui permet d'obtenir une localisation relative de l'outil portatif 14 par rapport au bras robotisé 44.

[0044] Selon une autre configuration, la caméra pourrait être fixée sur l'opérateur 16.

[0045] Le système de localisation 46 peut comprendre une unique caméra 52, 52' ou plusieurs caméras 52, 52' fixées sur un point fixe du poste de ponçage 10 et/ou sur le système de déplacement et/ou d'orientation de l'outil suiveur 40 et/ou sur l'opérateur 16.

[0046] Selon un autre mode de réalisation visible sur la figure 9, le système de localisation 46 comprend plusieurs marqueurs 54 de type RFID fixés sur l'outil portatif 14 et éventuellement sur l'opérateur 16 ainsi que plusieurs lecteurs de marqueurs 56 fixés en différents points fixes du poste de ponçage 10 et configurés chacun pour émettre un signal en fonction de la position des marqueurs 54 par rapport au lecteur de marqueur 56. Dans ce cas, l'unité de commande 48 est configurée pour, à partir des signaux émis par les lecteurs de marqueurs 56, contrôler les mouvements du système de déplacement et/ou d'orientation pour déplacer l'outil suiveur 40 de façon coordonnée avec le déplacement de l'outil portatif 14.

[0047] Les deux modes de réalisation du système de localisation 46 peuvent être combinés sur un même poste de ponçage.

[0048] Bien que décrites distinctes, l'unité de commande 48 et l'unité de contrôle 24 pourraient être une même unité.

[0049] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au ponçage et à un outil portatif de ponçage. Elle peut être utilisée pour toute opération d'enlèvement de matière. Ainsi, comme illustrée sur la figure 9, l'outil portatif 14 pourrait être un outil de perçage et l'outil suiveur un outil d'évacuation de copeaux. Ainsi, l'invention peut être utilisée pour permettre à tout outil suiveur 40 de se déplacer de manière coordonnée avec un outil portatif 14 manipulé par un opérateur 16 au niveau d'un poste de production.

REVENDEICATIONS

[Revendication 1] Dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée d'un outil suiveur (40) par rapport à un outil portatif (14) manipulé par un opérateur (16) au niveau d'un poste de production, caractérisé en ce que le dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée comprend un système de déplacement et/ou d'orientation de l'outil suiveur (40), au moins un système de localisation (46) configuré pour déterminer des informations relatives à au moins une position et/ou à au moins un déplacement de l'outil portatif (14) et au moins une unité de commande (48) configurée pour, à partir des informations déterminées par le système de localisation (46), contrôler le système de déplacement et/ou d'orientation de manière à déplacer l'outil suiveur (40) de façon coordonnée avec l'outil portatif (14), au plus près de l'outil portatif (14).

[Revendication 2] Dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée selon la revendication 1, caractérisé en ce que le système de localisation (46) comprend au moins une caméra (52, 52') configurée pour saisir des images de l'outil portatif (14) et en ce que l'unité de commande (48) comprend un traitement d'images configuré pour analyser les images saisies par la ou les caméra(s) (52, 52') et contrôler, en fonction de cette analyse, les mouvements du système de déplacement et/ou d'orientation de l'outil suiveur (40).

[Revendication 3] Dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le système de localisation (46) comprend plusieurs caméras (52, 52') fixées sur un point fixe du poste de production et/ou sur le système de déplacement et/ou d'orientation de l'outil suiveur (40) et/ou sur l'opérateur (16).

[Revendication 4] Dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le système de localisation (46) comprend plusieurs marqueurs (54) fixés sur l'outil portatif (14) ainsi que plusieurs lecteurs de marqueurs (56) fixés en différents points fixes du poste de production et chacun configurés pour émettre un signal en fonction de la position des marqueurs (54) et en ce que

l'unité de commande (48) est configurée pour, à partir des signaux émis par les lecteurs de marqueurs (56), contrôler les mouvements du système de déplacement et/ou d'orientation de l'outil suiveur (40).

5 [Revendication 5] Dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les marqueurs (54) sont des marqueurs de type RFID.

10 [Revendication 6] Dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le système de déplacement et/ou d'orientation comprend un bras robotisé (44) supportant l'outil suiveur (40), un support de bras (50) auquel est relié le bras robotisé (44) ainsi qu'un rail le long duquel se déplace le support de bras (50).

15 [Revendication 7] Procédé de ponçage d'une pièce (12) à l'aide d'un outil de ponçage portatif (14) manipulé par un opérateur (16), utilisant un outil d'aspiration (40) relié à un dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée selon l'une des revendications précédentes pour permettre à l'outil d'aspiration (40) de se déplacer de manière coordonnée avec l'outil de ponçage portatif (14).

20 [Revendication 8] Procédé de ponçage d'une pièce (12) selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend :

- une étape de scannage de la pièce (12) visant à collecter un ensemble de mesures permettant d'établir des dimensions et une géométrie de la pièce (12),
- 25 - une étape d'obtention d'une cartographie des défauts en comparant les valeurs mesurées relatives aux dimensions et à la géométrie de la pièce (12) avec des valeurs théoriques relatives aux dimensions et à une géométrie d'une pièce théorique,
- une étape de ponçage pour corriger les défauts de la cartographie.

30 [Revendication 9] Procédé de ponçage d'une pièce (12) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la cartographie des défauts

comprend des gradients de couleurs en fonction des écarts entre les valeurs mesurées et les valeurs théoriques.

5 [Revendication 10] Procédé de ponçage d'une pièce (12) selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce qu'un système de visualisation de réalité augmentée (34) est utilisé lors de l'étape de ponçage pour visualiser, de manière superposée à la pièce (12), la cartographie des défauts.

[Revendication 11] Procédé de ponçage selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que la cartographie des défauts est modifiée au cours du ponçage afin de tenir compte des rectifications déjà réalisées.

10 [Revendication 12] Poste de ponçage pour la mise en œuvre du procédé de ponçage selon l'une des revendications 7 à 11, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un outillage de maintien (18) de la pièce (12) permettant de la maintenir immobile dans au moins une position souhaitée,
- 15 - un système de mesure (26) configuré pour mesurer des valeurs relatives à des dimensions et à une géométrie de la pièce (12),
- une unité de contrôle (24) configurée pour comparer les valeurs mesurées relatives aux dimensions et à la géométrie de la pièce (12) avec des valeurs théoriques relatives des dimensions et à une géométrie d'une
- 20 pièce théorique afin d'établir une cartographie des défauts,
- un outil portatif (14) de ponçage, et
- un dispositif de déplacement et/ou d'orientation de manière coordonnée d'un outil suiveur (40) par rapport à l'outil portatif (14) selon l'une des revendications 1 à 6.

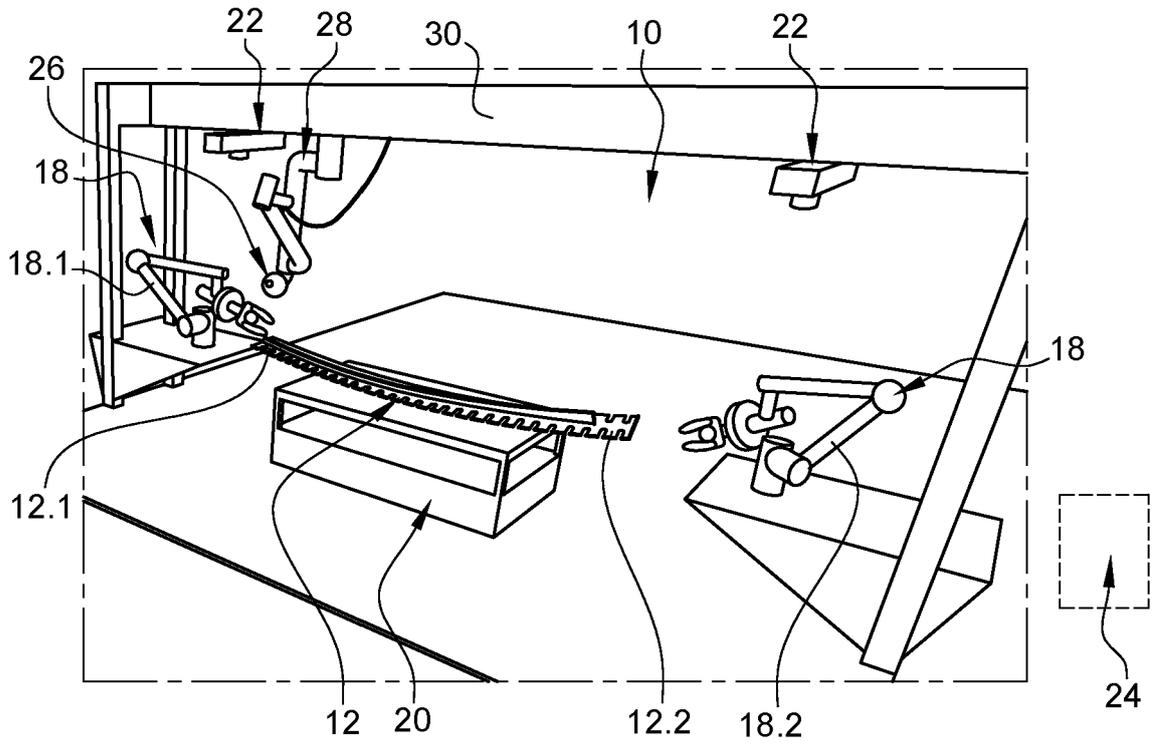


Fig. 1

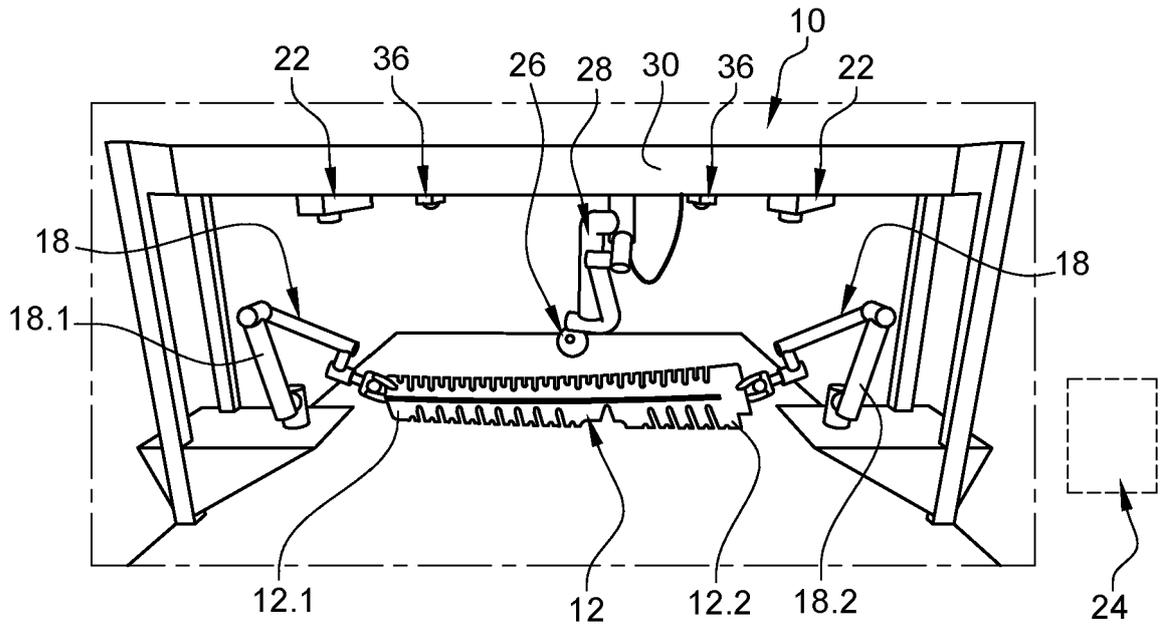


Fig. 2

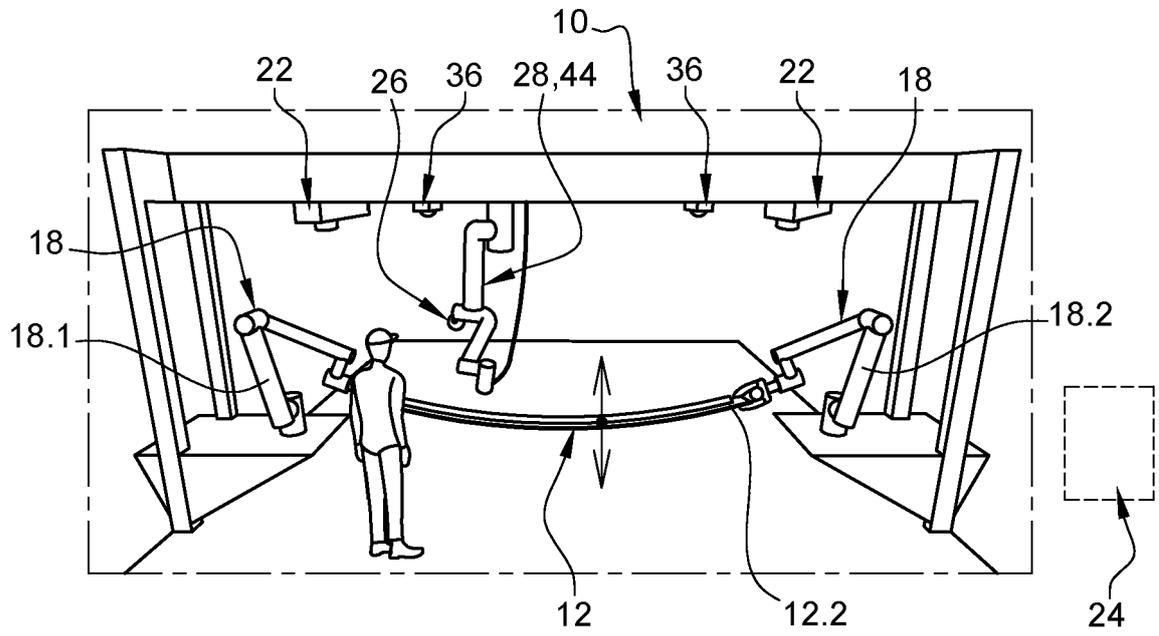


Fig. 3

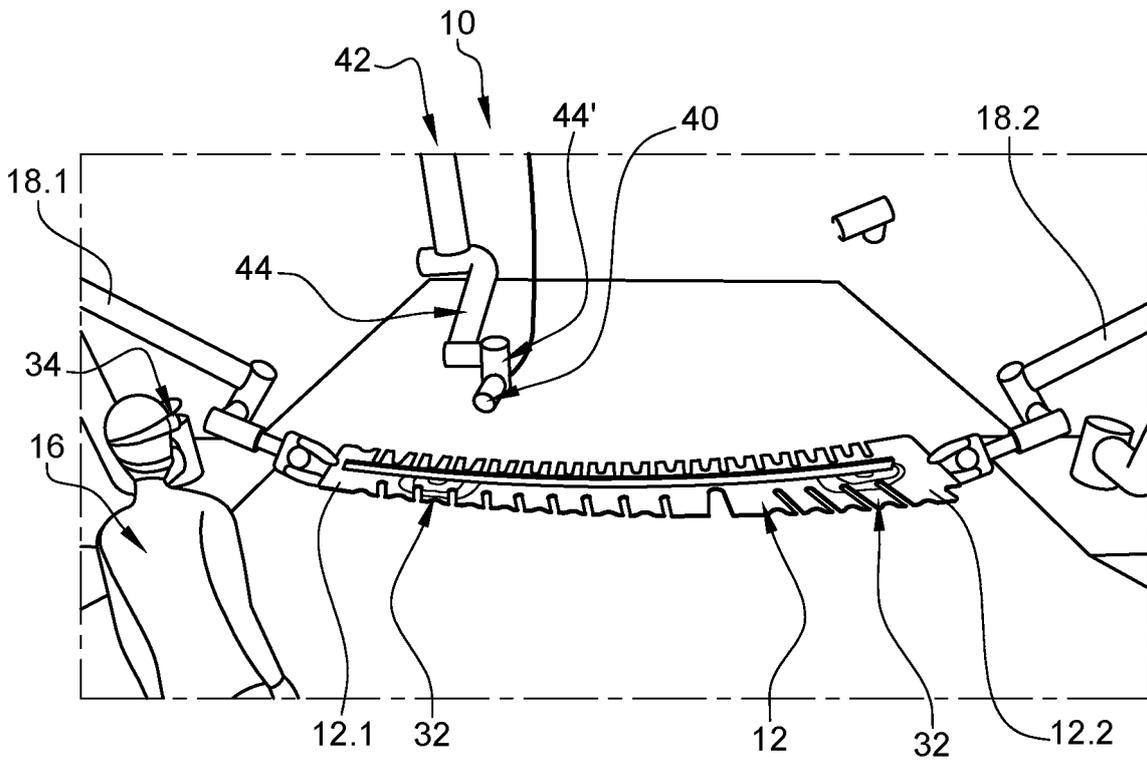


Fig. 4

3/4

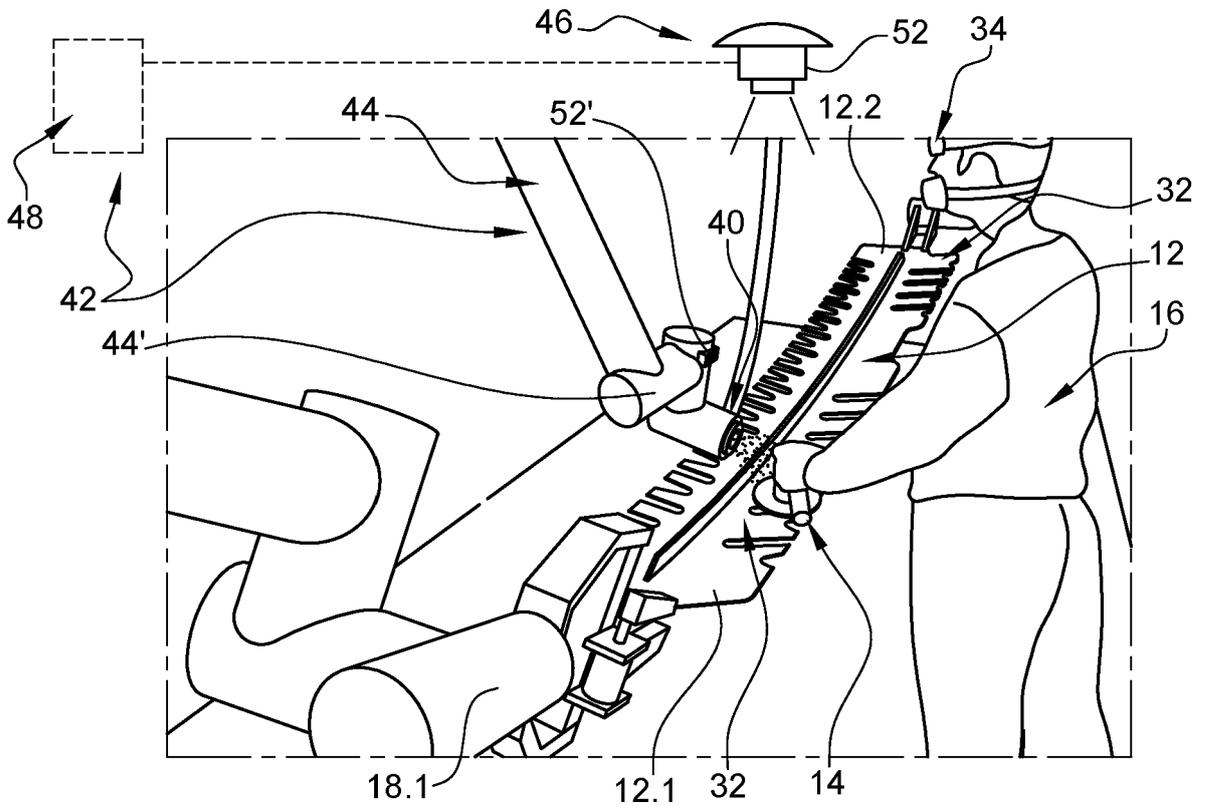


Fig. 5

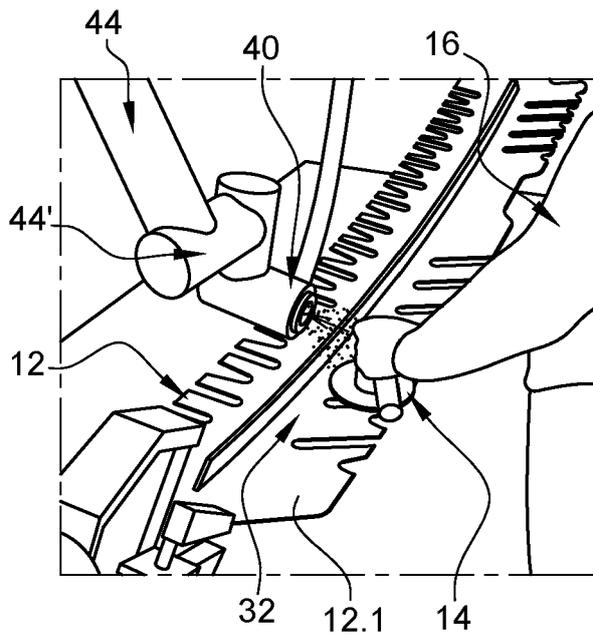


Fig. 6

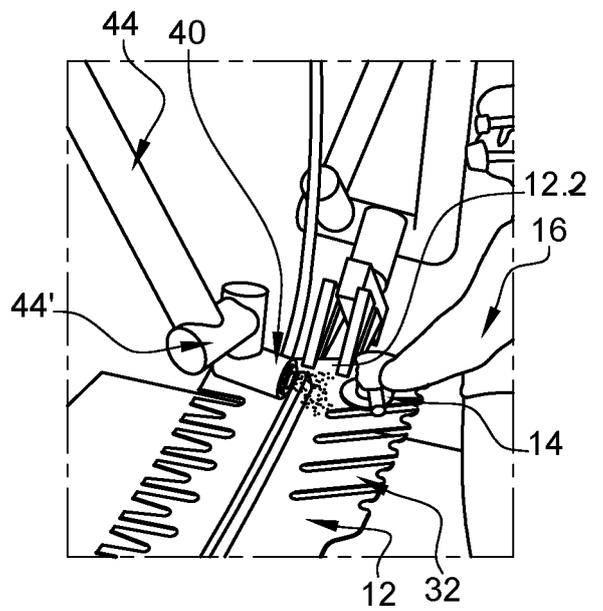


Fig. 7

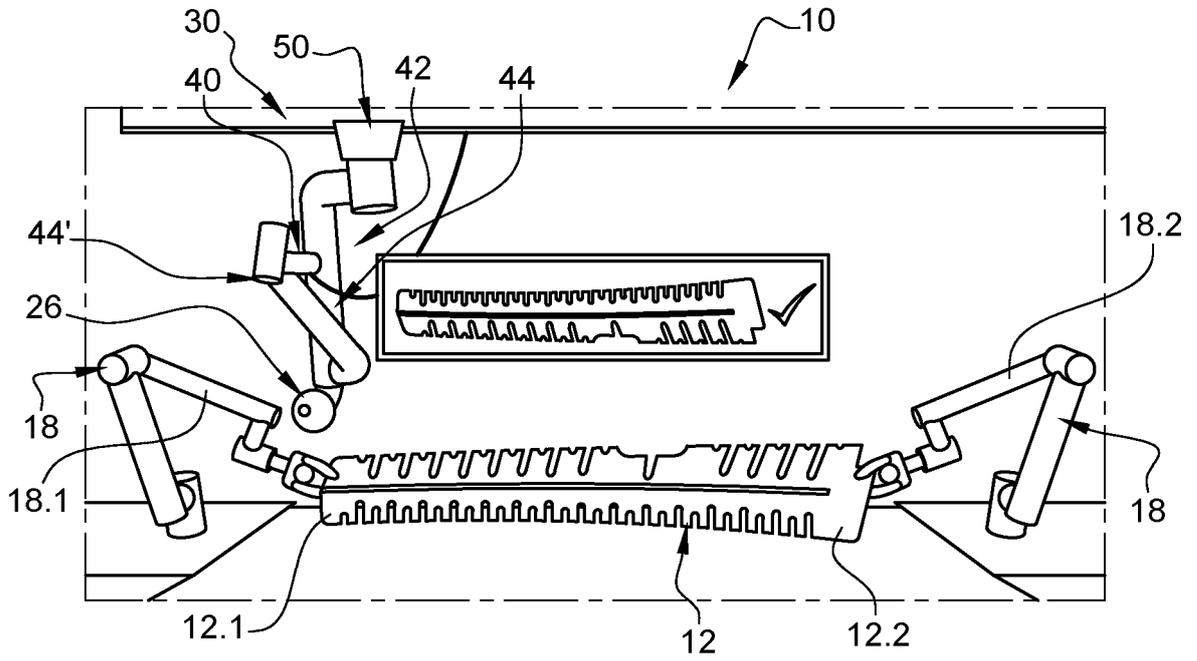


Fig. 8

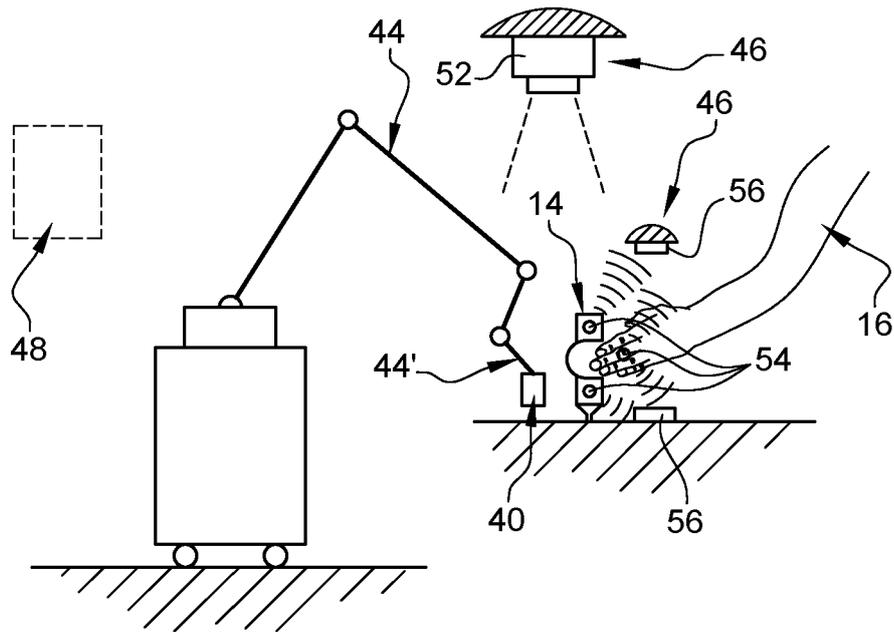


Fig. 9

RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

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

DE 10 2013 101496 A1 (HAMMELMANN PAUL
MASCHF [DE]) 14 août 2014 (2014-08-14)

DE 195 17 486 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE
AG [DE]) 14 novembre 1996 (1996-11-14)

WO 2015/031429 A1 (3M INNOVATIVE
PROPERTIES CO [US])
5 mars 2015 (2015-03-05)

US 5 297 363 A (SCHRODER LOWELL W [US] ET
AL) 29 mars 1994 (1994-03-29)

DE 20 2006 016124 U1 (RICHTER HEINZ [DE])
22 mars 2007 (2007-03-22)

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

NEANT

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

NEANT