

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

①① N° de publication : **3 045 459**

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

②① N° d'enregistrement national : **15 63124**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **B 41 J 2/185** (2016.01), B 41 J 2/17

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ TETE D'IMPRESSION OU IMPRIMANTE A JET D'ENCRE A CONSOMMATION DE SOLVANT REDUITE.

②② Date de dépôt : 22.12.15.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 23.06.17 Bulletin 17/25.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 12.06.20 Bulletin 20/24.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *DOVER EUROPE SARL — CH.*

⑦② Inventeur(s) : *BARBET BRUNO.*

⑦③ Titulaire(s) : *DOVER EUROPE SARL.*

⑦④ Mandataire(s) : *BREVALEX Société à responsabilité  
limitée.*

**FR 3 045 459 - B1**



## TETE D'IMPRESSION OU IMPRIMANTE A JET D'ENCRE A CONSOMMATION DE SOLVANT REDUITE

### DESCRIPTION

#### 5 **DOMAINE TECHNIQUE ET ART ANTERIEUR**

L'invention concerne les têtes d'impression d'imprimantes ou les imprimantes à jets d'encre continus binaires munies d'un générateur de gouttes multi-buses. Elle vise plus particulièrement une tête d'impression ou une imprimante à jets continus binaires dans laquelle la consommation de solvant est voisine de la quantité de solvant contenue dans l'encre qui atteint le support d'impression.

Les imprimantes à jets continus comportent un générateur de gouttes d'encre, et des moyens pour séparer les trajectoires des gouttes produites par le générateur et les diriger vers un support d'impression ou vers une gouttière de récupération.

Le générateur de gouttes comprend des buses alignées sur une plaque à buses suivant un axe X d'alignement des buses. Lors de l'impression, des jets d'encre sont éjectés de façon continue par ces buses dans une direction Z perpendiculaire à la plaque à buses. Parmi les imprimantes à jets continus on distingue les imprimantes à jets continus déviés et les imprimantes à jets continus binaires. Dans les imprimantes à jets continus déviés, les gouttes formées à partir d'une buse pendant la durée d'impression d'une position d'un support d'impression sont déviées ou non déviées. Pour chaque position d'impression et pour chaque buse, un segment perpendiculaire à la direction du mouvement du support d'impression est imprimé. Les gouttes déviées le sont de façon telle qu'elles vont frapper le support d'impression sur la partie du segment imprimé qui doit l'être compte tenu du motif à imprimer. Les gouttes non déviées sont récupérées par une gouttière de récupération. Les imprimantes à jets continus déviés comportent en général peu de buses d'éjections, mais chaque buse peut imprimer pour chaque position d'impression du support plusieurs pixels répartis sur le segment d'impression en fonction du motif à imprimer. Dans les imprimantes à jets continus binaires, l'encre en provenance d'une buse n'imprime qu'un pixel par position d'impression. Le pixel considéré ne reçoit

aucune goutte ou reçoit une ou plusieurs gouttes, en fonction du motif à imprimer. De ce fait pour une bonne rapidité d'impression, la plaque à buse comporte un grand nombre de buses, par exemple 64, permettant l'impression simultanée d'autant de pixels que de buses. Les gouttes non destinées à l'impression sont récupérées par une gouttière de  
5 récupération. De telles imprimantes et têtes d'impression à jets continus ont été largement décrites. On pourra se référer notamment pour ce qui concerne la formation des jets, leurs brisures pour former des gouttes, la déviation des gouttes, aux paragraphes « art antérieur » des brevets assignés au présent déposant. Par exemple le brevet US 8,540,350 (FR 2 952 851) décrit une méthode pour éviter la diaphonie entre jets  
10 provenant de buses adjacentes l'une à l'autre. On pourra aussi se référer à l'art antérieur décrit dans le brevet US 7,192,121 (FR 2851495) relatif aux positions de brisures des jets selon qu'une goutte formée par la brisure du jet est destinée ou non à frapper le support d'impression.

Dans les imprimantes à jets continus, on utilise des encres liquides. Ces  
15 encres comportent un solvant dans lequel sont dissous des composants de l'encre. Il est souhaitable que l'encre sèche vite après qu'elle ait été déposée sur le support d'impression.

Pour cette raison les solvants utilisés sont volatils. Les solvants les plus couramment utilisés sont le méthyle ethyle ketone connu sous le nom de « mek »  
20 l'acétone ou encore des alcools tels que par exemple, l'éthanol. L'usage d'un solvant volatil entraîne cependant des inconvénients. Comme il est volatil, le solvant s'échappe de l'encre sous forme de vapeurs.

La demande WO 2012/038520 prévoit des moyens pour remédier à l'inconvénient résultant de la présence de vapeur de solvant autour des jets. Outre une  
25 première partie de vapeurs qui peut se condenser sur les parois de la cavité dans laquelle circulent les jets, une seconde partie quitte cette cavité par une fente de la cavité par laquelle sortent les gouttes destinées à l'impression. Cette seconde partie se mélange à l'air ambiant qui se trouve ainsi contaminé. Cette contamination peut aboutir à un refus d'un label de qualité environnementale. Lorsque la concentration en solvant dépasse un

certain seuil, l'air devient impropre à la respiration. Enfin si la concentration s'élève le mélange air solvant est potentiellement explosif.

La solution prévue par la demande WO 2012/038520 concerne comme la présente invention les imprimantes à jets continus binaires. Dans ces imprimantes une  
5 petite portion de l'encre de l'ordre de 10% est dirigée vers le support d'impression. Cela signifie qu'une partie prépondérante de l'encre émise par les buses est dirigée vers une gouttière de récupération. Les différents jets forment ainsi ensemble un rideau liquide qui est dirigé vers la gouttière de récupération. Seule une petite partie de l'encre éjectée par les buses quitte ce rideau sous forme de gouttes qui sont dirigées vers le support  
10 d'impression. Ces gouttes quittent la cavité par une fente parallèle à la direction d'alignement des buses. La longueur de cette fente est légèrement supérieure à la distance séparant les buses de la plaque à buses les plus éloignées l'une de l'autre. Le rideau liquide qui se déplace vers la gouttière de récupération a une vitesse  $V_j$ . Par effet de viscosité, l'air qui est autour de ce rideau est entraîné dans la même direction que les  
15 jets.

L'air immédiatement au contact du liquide est entraîné à une vitesse sensiblement égale à  $V_j$ . Lorsque l'on s'éloigne radialement du jet, la vitesse de l'air diminue, jusqu'à atteindre une limite où sa vitesse est faible par rapport à la vitesse  $V_j$ .

L'épaisseur d'une couche dite « limite » est ainsi la distance séparant la  
20 limite liquide air, et la limite où l'air n'est plus entraîné par le liquide.

La solution prévue par la demande WO 2012/038520 consiste tout d'abord à employer une encre dont le coefficient de Schmidt est voisin de 1. Cela a pour effet que les vapeurs de solvant émises par l'encre restent pratiquement confinées à l'intérieur de la couche limite.

25 Elle consiste ensuite à placer l'apex de la gouttière de récupération de façon à récupérer, non seulement les gouttes déviées ne servant pas à l'impression, mais aussi l'air chargé de vapeur de solvant se trouvant dans les deux couches limites qui se trouvent de part et d'autre du rideau de jets. A cette fin, la distance de l'apex au plan XZ est de préférence inférieure à l'écart de déviation des jets au niveau de l'apex diminué de  
30 l'épaisseur de la couche limite. L'écart de déviation des jets au niveau de l'apex est la

distance mesurée le long d'un axe Y perpendiculaire au plan XZ, entre le plan XZ et la position d'une goutte déviée au niveau de cet apex.

La demande WO 2012/038520 donne la formule permettant de calculer l'épaisseur  $\delta_2$  de la couche limite en fonction de la distance L entre la plaque à buses et l'apex, d'un coefficient numérique  $\alpha$  compris entre 3 et 5, typiquement 3, de la viscosité cinématique de l'air  $\nu_a$  égale à  $2.10^{-5} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$  et de la vitesse  $V_j$  des jets. Ce même document explique aussi comment régler la position de la gouttière dans une direction Y perpendiculaire au plan XZ. Pour compenser la perte de pression à l'intérieur de la cavité dans laquelle circulent les jets, un flux d'air de même débit ou très légèrement supérieur au débit de l'air aspiré par la gouttière est injecté sensiblement au niveau des buses. Une grande partie de l'air injecté est aspiré au niveau de la gouttière de récupération, et une faible partie sort par la fente de sortie des gouttes d'impression. La surpression qui est ainsi maintenue dans la cavité dans laquelle circulent les jets s'oppose à l'introduction de gouttes satellites ou de poussières dans cette cavité.

Mais cette solution est insatisfaisante et ne permet pas de récupérer au maximum les vapeurs de solvant présentes dans la cavité de la tête d'impression dans laquelle circulent les jets. En outre, elle limite le coefficient de Schmidt de l'encre employée.

#### **BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION**

La présente invention a pour objet des dispositifs et des procédés permettant d'une part de récupérer au maximum les vapeurs de solvant présentes dans la cavité de la tête d'impression dans laquelle circulent les jets. Elle a aussi pour but de réduire au maximum la quantité de vapeur de solvant qui s'échappe vers l'extérieur de ladite cavité par la fente de passage des gouttes destinées à l'impression. Par rapport à la demande WO 2012/038520 elle permet aussi de réduire la contrainte sur le coefficient de Schmidt de l'encre employée.

L'invention a d'abord pour objet une tête d'impression d'une imprimante à jets continus binaires comportant :

- une cavité de circulation des jets,

- des moyens pour produire une pluralité de jets d'encre dans ladite cavité,

- des moyens pour séparer des gouttes ou des tronçons d'un ou plusieurs desdits jets destinées à l'impression des gouttes ou tronçons qui ne servent pas à l'impression ;

- une fente ouverte sur l'extérieur de la cavité et permettant la sortie des gouttes ou tronçons d'encre destinées à l'impression,

- une gouttière de récupération des gouttes ou des tronçons non destinés à l'impression.

10 D'une manière générale, la cavité peut être délimitée latéralement par des parois, dites parois latérales.

Une paroi, dite supérieure, et une paroi, dite inférieure, la délimitent suivant une direction d'écoulement des jets.

15 Les parois latérales peuvent être disposées de part et d'autre d'un plan défini par la pluralité de jets et au moins en partie parallèlement à celui-ci.

Selon un premier aspect de l'invention, la gouttière peut comporter :

\* une 1<sup>ère</sup> partie, qui comporte une fente d'entrée des gouttes dans la gouttière, la largeur de cette 1<sup>ère</sup> partie allant, dans le sens de circulation des gouttes dans la gouttière, en se réduisant, une surface de cette 1<sup>ère</sup> partie formant une surface d'impact des gouttes non destinés à l'impression;

\* une restriction ou un coude, la 1<sup>ère</sup> partie étant inclinée depuis la fente d'entrée des gouttes dans la gouttière jusqu'à la restriction, par exemple depuis la fente d'entrée des gouttes dans la gouttière vers un plan qui passe par la fente de sortie des jets;

25 \* une 2<sup>ème</sup> partie, pour évacuer le mélange fluide (liquide et gaz, mélange qui résulte de l'impact des gouttes sur la surface d'impact) depuis la restriction.

Ainsi, les gouttes ou les tronçons de jet non destinés à l'impression sont envoyés vers une gouttière dans laquelle le flux d'air va, par la géométrie de la 1<sup>ère</sup> partie de la gouttière, accélérer l'aspiration de l'encre après impact des gouttes sur la surface

d'impact, puis emmener l'encre vers la restriction, lequel va former un élément anti-retour.

De préférence, la 2<sup>ème</sup> partie a une largeur qui va en s'accroissant à partir du coude.

5                    La 2<sup>ème</sup> partie de la gouttière peut être inclinée depuis la restriction. Si la 1<sup>ère</sup> partie est inclinée depuis la fente d'entrée des gouttes dans la gouttière vers le coude, la 2<sup>ème</sup> partie de la gouttière peut être inclinée en sens inverse. Les 2 parties éloignent les gouttes qui circulent dans la gouttière de l'entrée de cette dernière et du plan défini par les jets. Autrement dit, si la 1<sup>ère</sup> partie est inclinée depuis la fente d'entrée  
10 des gouttes vers un plan qui passe par la fente de sortie des jets, la 2<sup>ème</sup> partie de la gouttière peut être inclinée depuis la restriction en s'éloignant dudit plan, au fur et à mesure que la distance à la restriction s'accroît.

Avantageusement, la surface de la 1<sup>ère</sup> partie de la gouttière, formant une surface d'impact des gouttes déviées, est au moins en partie convexe.

15                    L'invention concerne également un procédé de fonctionnement, ou d'impression, d'une tête d'impression selon l'invention, dans lequel les gouttes ou les tronçons d'encre destinés à l'impression sont envoyés vers la fente de sortie, tandis que les gouttes ou tronçons qui ne servent pas à l'impression sont envoyés vers la gouttière où ils sont aspirés, avec notamment les avantages mentionnés ci-dessus. L'invention peut  
20 donc être mise en œuvre au cours d'un procédé d'impression.

Selon un autre aspect de l'invention, qui peut être pris en combinaison, ou pas, avec le premier aspect ci-dessus, des moyens peuvent être prévus pour injecter du gaz dans la cavité, et pour faire circuler ce gaz, dans la cavité, en direction des moyens pour produire une pluralité de jets d'encre dans ladite cavité, puis vers la gouttière.

25                    Il est ainsi possible de générer une circulation d'air qui va permettre d'amener des vapeurs de solvant vers la gouttière, même à partir de zones de la cavité qui se situent en dehors de la couche limite.

Dans la plupart des cas, le gaz injecté par le conduit d'injection sera de l'air, mais un autre gaz peut être injecté, en particulier de l'azote.

Le gaz injecté est dirigé en direction des moyens qui vont permettre de produire une pluralité de jets d'encre dans ladite cavité. Sous l'effet d'arrêt du flux de gaz par ces moyens, et en raison de l'effet d'entraînement d'air des jets déviés (ou non destinés à l'impression), le gaz est ensuite entraîné vers l'aval dans la même direction que  
5 les jets, et est aspiré dans la gouttière, du fait de la dépression présente au niveau de l'entrée de celle-ci. De ce fait les vapeurs de solvant qui ne se trouvaient pas à l'intérieur de la couche limite, sont néanmoins ramenées vers la gouttière. Ces vapeurs qui ne se trouvaient pas dans la couche limite ont d'après les inventeurs deux origines :

- la première provient du fait que des molécules de solvant s'échappent  
10 de la couche limite au cours du trajet de l'encre entre les moyens pour produire une pluralité de jets et la gouttière ;

- la seconde provient de l'effet de choc ou de collision contre une paroi de la gouttière des gouttes récupérées par la gouttière. Sous l'effet de l'impact contre cette paroi des gaz chargés de vapeur sont entraînés hors de la gouttière et la surface  
15 d'échange de la matière initialement contenue dans la goutte avec l'environnement augmente significativement.

Grâce à l'effet d'entraînement des gaz arrivant dans la direction vers les moyens pour produire une pluralité de jets et au tourbillon effectué par ces gaz, toutes les vapeurs qui pour une raison ou une autre ont échappé à la récupération par la  
20 gouttière sont ramenées vers celle-ci.

De l'air, chargé de vapeur de solvant, qui s'échapperait de la gouttière de récupération serait entraîné tout d'abord vers la plaque à buses par le flux de gaz injecté.

Une partie au moins de ces vapeurs revient vers la gouttière de  
25 récupération. Une autre partie effectue un ou plusieurs tours dans la cavité. On note que si la pression de vapeur de solvant dans la cavité augmente, la quantité de vapeur absorbée par la gouttière augmente aussi, en sorte que la pression de vapeur dans la cavité a une tendance à rester sensiblement constante.

On note que l'intérêt d'employer une encre dont le coefficient de  
30 Schmidt est voisin de 1 est de confiner une majeure partie des solvants à l'intérieur de la



couche limite. Grâce à l'invention on récupère les vapeurs qui s'échappent de cette couche limite.

La contrainte sur la valeur du coefficient de Schmidt est donc réduite, il peut donc être choisi jusqu'à une valeur élevée, par exemple jusqu'à 5 ou être strictement supérieur à 1 et inférieur à 5.

Les moyens pour injecter du gaz dans la cavité peuvent comporter un conduit, qui débouche au moins en partie en face de la gouttière, ou d'une face qui délimite latéralement la gouttière du côté de la cavité, par rapport à un plan ( $P_0$ ) défini par le trajet des jets destinés à l'impression des gouttes.

Dans le cas précédent, avec un conduit débouchant dans la cavité, la distance ( $b$ ) entre les parois latérales de la cavité est de préférence inférieure à la distance entre une paroi supérieure de la cavité et le point du conduit la plus proche de cette paroi supérieure.

En variante, les moyens pour injecter du gaz dans la cavité comportent un conduit, qui débouche dans la cavité en traversant la paroi inférieure.

De préférence encore, dans une tête d'impression selon l'invention, le trajet du gaz injecté dans la cavité, en direction des moyens pour produire une pluralité de jets d'encre, est supérieur au trajet suivant une direction perpendiculaire à un plan ( $P_0$ ) défini par le trajet des jets destinées à l'impression.

Le plan ( $P_0$ ), défini par le trajet des jets destinés à l'impression des gouttes, sépare l'entrée, dans la cavité, des moyens pour y injecter du gaz, et la gouttière ou l'entrée de la gouttière. De même la fente de sortie est disposée entre l'entrée, dans la cavité, des moyens pour y injecter du gaz, et la gouttière.

Les moyens pour injecter du gaz dans la cavité peuvent permettre une injection de gaz suivant une direction au moins en partie perpendiculaire ou au moins en partie parallèle, à un plan ( $P_0$ ) défini par le trajet des jets destinés à l'impression.

Une surface de déviation d'un gaz introduit dans la cavité peut être prévue sur le trajet d'un gaz provenant des moyens pour injecter du gaz dans la cavité.

C'est par exemple une surface d'un plot ou d'un obstacle ou d'un guide disposé sur le trajet d'un gaz introduit dans la cavité.

La fente, ouverte sur l'extérieur, peut avantageusement avoir une forme qui diverge de l'intérieur vers l'extérieur de la cavité.

L'invention concerne également un procédé de fonctionnement, ou d'impression, d'une tête d'impression telle qu'elle vient d'être décrite, dans lequel les  
5 gouttes ou les tronçons d'encre destinés à l'impression sont envoyés vers la fente, tandis que les gouttes ou tronçons qui ne servent pas à l'impression sont envoyés vers la gouttière où ils sont aspirés; pendant ces différentes phases, un gaz circule dans la cavité vers les moyens pour produire une pluralité de jets d'encre dans ladite cavité, puis vers la gouttière.

10 L'invention peut donc être mise en œuvre au cours d'un procédé d'impression.

Quelle que soit la réalisation considérée d'un dispositif ou d'un procédé selon l'invention, les moyens pour séparer des gouttes ou des tronçons d'un ou plusieurs desdits jets destinées à l'impression des gouttes ou tronçons qui ne servent pas à  
15 l'impression peuvent comporter au moins une électrode formée contre, ou dans, l'une de ces parois.

Au moins une électrode peut affleurer la surface de la paroi en question. Ainsi les gouttes ou tronçons qui ne servent pas à l'impression sont déviés par effet électrostatique d'au moins une électrode sur les gouttes.

20 De préférence, la fente d'entrée de la gouttière est disposée en bas de la paroi contre, ou dans, laquelle au moins une ces électrode est formée.

Une partie de la paroi contre laquelle au moins une électrode est formée va avantageusement en s'éloignant du plan défini par la pluralité de jets.

Dans une tête d'impression selon l'invention, un bord de la fente d'entrée de la gouttière peut être situé à l'aplomb d'un des bords de la fente, ce qui  
25 optimise la récupération des gouttes non destinées à l'impression.

La gouttière de récupération des gouttes non destinées à l'impression peut avoir une paroi, ou une partie, avale dont une partie située à l'intérieur de la cavité.

Dans un mode de réalisation l'apex de la gouttière de récupération est  
30 situé à une distance L du plan XZ inférieure ou égale à l'écart de déviation des jets au

niveau de cet apex diminué de l'épaisseur de la couche limite autour des jets déviés au niveau de cet apex.

Cette caractéristique permet d'améliorer la récupération, non seulement de l'encre ne servant pas à l'impression mais aussi des vapeurs présentes à l'intérieur de la couche limite entourant ces jets.

Un dispositif ou un procédé selon l'invention permet une réduction de la quantité de vapeur de solvant s'échappant à l'extérieur d'une tête d'impression d'une imprimante à jets continus binaire.

Selon un autre aspect, on ajuste la pression dynamique du gaz injecté dans la cavité pour qu'une résultante d'un vecteur-vitesse du flux gazeux soit dirigée dans la direction Z dans le sens amont aval. De la sorte le flux gazeux n'apporte pas de perturbation à la trajectoire de gouttes destinées à l'impression qui suivent une trajectoire confondue avec l'axe Z de la buse dont elles sortent. En effet, le flux gazeux va «nourrir» le rideau de jets ; l'effet de pression (par le gaz injecté) va être à peu près égal à, ou va compenser, l'effet d'aspiration. Le flux gazeux n'apporte donc pas de perturbation.

#### **BREVE DESCRIPTION DES DESSINS**

Un exemple de réalisation de l'invention sera maintenant décrit en référence aux dessins annexés dans lesquels ;

La figure 1 représente une vue cavalière schématique d'une tête d'impression faisant principalement apparaître les composants de la tête d'impression situés en aval des buses ;

La figure 2A représente une coupe schématique d'une cavité d'une tête d'impression, selon un aspect de l'invention, cette coupe étant effectuée selon un plan parallèle au plan YZ et contenant l'un des axes Z d'une buse.

La figure 2B représente une variante de la structure de la figure 2A ;

La figure 3 représente une vue en coupe d'une cavité d'une tête d'impression selon un aspect de l'invention, la coupe étant réalisée selon un parallèle au plan YZ et contenant l'un des axes Z d'une buse.

La figure 4 représente une autre réalisation d'une tête d'impression selon l'invention ainsi qu'une simulation d'une circulation d'air dans cette tête d'impression.

La figure 5 représente un détail d'une cavité d'une réalisation d'une tête d'impression selon l'invention,

La figure 6 représente les blocs principaux d'une imprimante à jet d'encre.

La figure 7 représente une structure d'une imprimante à jet d'encre à laquelle la présente invention peut être appliquée.

Dans les figures des éléments techniques similaires ou identiques sont désignés par les mêmes numéros de référence.

#### **DESCRIPTION DETAILLEE DE MODES DE REALISATION**

Une structure générale de tête d'impression est expliquée ci-dessous, en lien avec la figure 1.

La tête comprend un générateur de goutte 1. Ce générateur comporte une plaque à buses 2 sur laquelle sont alignées, selon un axe X (contenu dans le plan de la figure), un nombre entier  $n$  de buses 4, dont une première  $4_1$  et une dernière buse  $4_n$ .

Les premières et dernières buses ( $4_1$ ,  $4_n$ ) sont les buses les plus éloignées l'une de l'autre.

Chaque buse a un axe d'émission d'un jet parallèle à une direction ou un axe Z (situé dans le plan de la figure 1), perpendiculaire à la plaque à buses et à l'axe X mentionné précédemment. Un troisième axe, Y, est perpendiculaire à chacun des deux axes X et Z, les deux axes X et Z s'étendant dans le plan de la figure 1.

Sur la figure, on voit la buse  $4_x$ . Chaque buse est en communication hydraulique avec une chambre pressurisée de stimulation. Le générateur de gouttes comporte autant de chambres de stimulation que de buses. Chaque chambre est équipée d'un actuateur, par exemple un cristal piézo-électrique. Un exemple de conception d'une chambre de stimulation est décrit dans le document US 7,192,121.

En aval de la plaque à buses se trouvent des moyens, ou bloc de tri, 6 qui permettent de séparer les gouttes destinées à l'impression des gouttes ou tronçons de jets qui ne servent pas à l'impression.

Les gouttes émises ou tronçons de jets, émis par une buse et destinés à l'impression, suivent une trajectoire selon l'axe Z de la buse et vont frapper un support d'impression 8, après être passés par une fente 17 de sortie. Cette fente est ouverte sur l'extérieur de la cavité et permet la sortie des gouttes d'encre destinées à l'impression ; elle est parallèle à la direction X d'alignement des buses, les axes de direction Z des buses passant à travers cette fente, qui se trouve sur la face opposée à la plaque à buses 2. Elle a une longueur au moins égale à la distance entre la première et la dernière buse.

Dans la suite de la présente demande ainsi que dans les revendications, le terme « cavité » désigne la zone de l'espace dans laquelle circule l'encre entre la plaque à buses 2 et la fente 17 de sortie des gouttes destinées à l'impression ou entre la plaque à buses et la gouttière de récupération. La plaque à buses 2 forme en fait une paroi supérieure de la cavité.

Les gouttes émises ou tronçons de jets, émis par une buse et non destinés à l'impression, sont déviés par les moyens 6 et sont récupéré(e)s par une gouttière de récupération 7 puis recyclés. La gouttière a, dans la direction X, une longueur au moins égale à la distance entre la première et la dernière buse.

Des vues en coupe de divers exemples de structure de tête d'impression, selon divers aspects de l'invention, sont expliquées de manière plus détaillée ci-dessous, en lien avec les figures 2A - 4. On explique d'abord des aspects communs à ces différentes réalisations. Ces coupes sont réalisées selon un plan parallèle au plan YZ, et contenant l'axe Z d'une buse 4. La représentation de chaque coupe garde la même forme sur la distance allant, selon la direction X (perpendiculaire au plan de chacune des figures 2A-4), de la première buse  $4_1$  à la dernière buse  $4_n$ . Sur ces figures, n'est représentée que la cavité 5 dans laquelle circulent les jets.

On désigne par  $P_0$  le plan qui passe par la buse  $4_x$  et qui est parallèle au plan XZ. Ce plan est perpendiculaire à chacune des figures 2A - 4 et passe par toutes les

buses, qui sont alignées selon X. Il passe aussi par la fente 17. Une trace de ce plan est représentée sur la figure 3 en traits interrompus.

La partie supérieure de la cavité est délimitée par la paroi 2, laquelle forme également, ou comporte, la plaque à buses ou comporte les buses. La partie inférieure de la cavité est délimitée par une paroi inférieure 21, traversée par la fente 17, et par une partie de la gouttière 7. Des parois 9 et 10 limitent l'extension latérale, selon l'axe Y.

La cavité comporte de plus, d'un côté du plan  $P_0$ , une paroi latérale 9, de préférence parallèle au plan  $P_0$  et jointive avec la plaque 2 à buses. Une paroi 10, située de l'autre côté du plan  $P_0$ , fait face à la paroi 9. La cavité est donc délimitée, de part et d'autre du plan  $P_0$ , par ces 2 parois 9 et 10. Par convention le côté du plan  $P_0$  où se trouve la paroi 10 et la gouttière 7 est appelé premier côté de ce plan, l'autre côté (où se trouve la paroi 9), est appelé second côté.

La paroi 10 a des extrémités, selon la direction X, qui sont jointives avec la plaque à buses 2. Dans la partie proche de la plaque à buses 2 et sur une longueur qui est, de préférence, légèrement supérieure à la distance entre la première  $4_1$  et la dernière buse  $4_n$ , cette paroi peut comporter une fente 14, qui permettra d'aspirer de l'encre qui vient se déposer sur la plaque à buse ou à son voisinage.

En bas de cette paroi 10, se trouve la fente d'entrée de la gouttière de récupération 7, 70 pour permettre de récupérer les gouttes qui sont déviées afin qu'elles ne traversent pas la fente 17.

La gouttière peut être mise en communication hydraulique avec la fente 14, à l'aide d'un conduit 13 qui débouche dans la gouttière et qui est situé en arrière de la paroi 10 par rapport au plan  $P_0$ .

Sur la paroi 10 affleurent les moyens 6 de sélection et de déviation des gouttes non destinées à l'impression. Ces moyens comportent principalement des électrodes. Elles sont destinées à être reliées à des moyens de mise sous tension, non représentés sur la figure.

De préférence, la distance entre la paroi 10 et le plan  $P_0$ , mesurée selon la direction Y, perpendiculaire au plan  $P_0$ , est, en partant de la plaque 2, d'abord

constante ; cela correspond à une 1<sup>ère</sup> partie 10<sub>1</sub> de la paroi 10, qui est sensiblement parallèle à P<sub>0</sub>.

Puis, dans une deuxième partie 10<sub>2</sub>, plus éloignée de la plaque 2 que la 1<sup>ère</sup> partie 10<sub>1</sub>, à partir d'un point 61 d'inclinaison de la paroi 10, la distance entre la paroi 10 et le plan P<sub>0</sub> va croissante avec l'éloignement de la plaque à buses.

Cette structure permet à la paroi 10 d'être proche du plan P<sub>0</sub>, et parallèle à celui-ci, dans une 1<sup>ère</sup> partie de la cavité située à proximité des buses 4<sub>x</sub>, là où le trajet des gouttes n'est guère modifié, même lorsque les gouttes situées plus en aval sur ce trajet sont déviées pour entrer dans la gouttière 7 de récupération.

C'est ce que l'on voit sur les figures 2A - 4, où un trajet de gouttes est dévié vers la gouttière 7, 70 : la partie supérieure du jet n'est pas, ou n'est que très peu, déviée, tandis que, à partir d'un point 61 d'inclinaison de la paroi 10, le jet s'écarte de plus en plus, presque linéairement, du plan P<sub>0</sub>. On peut parler d'un trajet balistique du jet en aval de la zone de champ électrostatique.

Une partie inférieure de la paroi 10 et une paroi 12, située en arrière de la paroi 10 par rapport au plan P<sub>0</sub>, définissent, en faisant face à une paroi 11, un conduit, ou gouttière 7, 70 d'évacuation des gouttes qui ne seront pas utilisées pour l'impression.

Les parois 10 et 12 sont, de préférence, jointives entre elles, la référence 18 désignant la ligne de jonction de ces deux parois 10 et 12 ; cette ligne est parallèle, ou sensiblement parallèle, à la direction X. Elles forment une paroi supérieure de la gouttière.

La paroi 11 forme une paroi inférieure de la gouttière. Elle comporte une 1<sup>ère</sup> partie 11<sub>1</sub>, la plus en amont dans le sens de circulation des gouttes dans le conduit 7, 70 et une deuxième partie 11<sub>2</sub>, la plus en aval.

L'éventuel conduit 13 peut déboucher dans la paroi supérieure 12 et connecter hydrauliquement la gouttière 7, 70 de récupération à un conduit 141 raccordé hydrauliquement à la fente 14.

La référence 28 désigne une ligne de jonction des parties 11<sub>1</sub> et 11<sub>2</sub> de la paroi 11; cette ligne est parallèle, ou sensiblement parallèle, à la direction X et à la ligne

La partie 11<sub>1</sub> la plus en amont, à l'entrée du conduit 7, 70 de la paroi inférieure 11, se termine par une partie 15 d'extrémité, qui, avantageusement, constitue son apex (ou sommet). C'est le point de la surface 11 qui est le plus proche du plan P<sub>0</sub>.

De préférence, cet apex 15 fait également partie d'une paroi 16 qui est  
5 parallèle au plan P<sub>0</sub> et qui forme l'une des parois entourant ou délimitant la fente 17 de sortie. Autrement dit, le point le plus en amont de la gouttière est à l'aplomb de la fente 17 de sortie de la cavité. Ceci permet d'optimiser la récupération des gouttes : grâce à cette configuration, toute goutte déviée, même faiblement, sera récupérée par la gouttière.

10 La fente 17 constitue une ouverture de la cavité 5 par laquelle passent les gouttes destinées à l'impression. Sur la figure 3 on a représenté en pointillés une ligne matérialisant l'axe de la buse 4<sub>x</sub>. Cet axe passe au centre de la fente 17.

Une autre paroi de la cavité est constituée par la paroi 21 : elle est sensiblement parallèle à la plaque 2, mais la plus éloignée de celle-ci dans la cavité 5. En  
15 d'autres termes, elle est située du côté de la fente de sortie 17. Une extrémité de cette paroi peut former un bord d'entrée de la fente 17, face à la paroi 16 déjà mentionnée ci-dessus.

Une paroi 210, sensiblement perpendiculaire à la paroi 21, délimite, avec la paroi 16, la fente de sortie 17 : les gouttes vont circuler entre ces 2 parois, avant  
20 de sortir de la fente 17 et de venir s'écraser sur le support d'impression 8.

En variante, les parois 16 et 210 vont en s'écartant l'une de l'autre, comme représenté en traits interrompus sur la figure 2A. Cette forme en entonnoir permet d'éviter de capter ou d'intercepter des gouttes qui dévièrent légèrement de leur trajectoire en sortie de cavité 5 mais qui pourraient quand même être dirigées vers le  
25 support d'impression. Cette forme des parois 16 et 210 peut être appliquée aux autres modes ou exemples de réalisation de la cavité, décrits dans la présente demande.

Enfin, la référence 211 désigne la surface extérieure de la cavité, dans laquelle débouche la sortie de la fente 17.

Un exemple de fonctionnement de ces cavités est le suivant.



Un jet continu d'encre est émis par la tête d'impression. La déflexion de ce jet est commandée par les électrodes 6 pour créer, en fonction d'un motif à imprimer et de la position du support 8, des gouttes destinées ou non à l'impression.

Les gouttes destinées à l'impression se déplacent le long de l'axe Z (dans le plan  $P_0$ ) et passent au travers de la fente 17.

Les gouttes non destinées à l'impression sont déviées de l'axe Z (ou du plan  $P_0$ ), et suivent une trajectoire qui les amènent à heurter la paroi inférieure 11 de la gouttière 7, 70.

Comme la gouttière est raccordée à une source de dépression, l'encre de ces gouttes, qui ont heurté la paroi 11, quittent, avec de l'air, la cavité 5 par la gouttière.

Par ailleurs, le conduit 13 et la fente 14 peuvent maintenir une légère dépression au niveau de la plaque à buses 2. Cette dépression permet d'absorber de l'encre qui, par capillarité, vient se déposer sur la plaque à buses 2.

En figure 2A est représenté un aspect particulier d'une réalisation de l'invention.

La référence 70 désigne une gouttière de récupération, par exemple du type connu dans l'art antérieur selon l'enseignement du document WO 2012/038520. Des moyens de pompage (non représentés sur la figure) peuvent être reliés à la gouttière pour aspirer l'encre qui entre dans cette dernière.

Un conduit latéral 20 permet la mise en communication de la cavité 5 avec une source de surpression non représentée

L'une des parois de ce conduit 20 est la paroi 21 ; une 2<sup>ème</sup> paroi 22, qui fait face à la 1<sup>ère</sup> paroi et lui est parallèle, rejoint la paroi 9, dans laquelle une ouverture permet au conduit de déboucher dans la cavité 5. Le conduit 20 est donc disposé latéralement, en bas de la cavité, c'est-à-dire, selon l'axe Z, du côté opposé à la plaque 2. Il est aussi disposé, latéralement, du côté opposé à celui dans lequel la gouttière 70 débouche. Ce conduit 20 va permettre de faire circuler, en direction de la cavité 5 et sensiblement parallèlement à la paroi 21, un flux d'air ou de gaz, tel que représenté par la flèche 200<sub>1</sub>.

Dans la cavité, sont également prévus des moyens 27, qui vont permettre de dévier, avant qu'il n'atteigne l'espace au-dessus de la fente 17, le flux  $200_1$  de sa trajectoire initiale, laquelle est sensiblement parallèle à la paroi 21. Ainsi ce flux gazeux va remonter vers le haut de la cavité, c'est-à-dire vers la plaque 2. Dans la réalisation illustrée, ces moyens 27 comportent par exemple un obstacle, tel qu'une plaque ou (ici) un plot, que le flux  $200_1$  va rencontrer et qui va lui permettre d'être dévié comme indiqué ci-dessus. La 1<sup>ère</sup> paroi 21 peut être terminée, avant la fente 17, par cet obstacle.

Le plot 27 a, dans le plan de la figure, une forme sensiblement rectangulaire ou carrée. Il est délimité, du côté du conduit 20, par une face 24, parallèle au plan  $P_0$ . On désigne par D la distance entre le plan de la paroi 24 et la paroi 9. Cette distance D est inférieure à la distance séparant la paroi 9 du plan  $P_0$ .

La partie supérieure du plot 27 est formée par une partie plane 25, sensiblement parallèle à la plaque 2 à buse.

Enfin une partie ou paroi 26, parallèle au plan  $P_0$  forme une paroi de la fente 17 opposée à la paroi 16. Cette paroi 26 se situe dans le prolongement de la paroi 210, déjà décrite ci-dessus. Le jet circule entre ces parois 16, 26, avant de sortir de la fente 17 et de venir s'écraser sur le support d'impression 8.

Les parois 16 et 26 sont situées de part et d'autre du plan  $P_0$ . On peut noter que la partie 111, située sous la surface 11, peut être mobile latéralement, suivant la direction Y, afin de mieux positionner l'apex 15 en début de fonctionnement (ce qui peut être aussi le cas pour la configuration de la figure 3). Dans tous les cas, en fonctionnement, les parois 16 et 26 sont de préférence situées à égale distance du plan  $P_0$ .

Le fonctionnement de cette cavité peut être le suivant: un jet gazeux  $200_1$  est envoyé par le conduit 20 vers la cavité 5. L'air qui entre ainsi dans la cavité 5 est dévié par la paroi la paroi 24 des moyens 27 et est dirigé vers le haut de la cavité, en direction de la plaque à buse 2. L'air suit d'abord un trajet ascendant, au voisinage de la paroi 9, puis un trajet descendant, vers l'aval, à l'intérieur de la couche limite qui entoure les jets.

Ces effets sont favorisés pour certaines configurations de la cavité : si on appelle  $a$  la distance, mesurée selon  $Z$ , entre le point d'intersection entre les parois 9 et 20, et la plaque à buse 2 et  $b$  la distance mesurée selon  $Y$ , entre les parois 9 et 10, alors la condition  $a > b$  favorise les effets décrits ci-dessus, en permettant au tourbillon de s'installer ; si  $a < b$ , alors, le tourbillon ne peut s'installer que plus difficilement (l'air risque d'aller impacter directement le rideau de jets).

On a représenté sur la figure 2A la circulation de gaz, matérialisée par des flèches incurvées, obtenue dans la cavité et qui résulte des moyens 20 d'injection de gaz et des moyens 27 de déviation du flux de gaz. Cette représentation illustre le fait que le gaz va décrire, à l'intérieur de la cavité 5, un tourbillon qui tend à concentrer l'air au voisinage de la trajectoire des jets déviés.

Ainsi, les vapeurs qui se situent loin de la trajectoire des jets déviés sont ramenées vers celle-ci, sont ensuite absorbées par la gouttière 70 et sont évacuées comme illustré en figure 2A par la flèche 200<sub>2</sub>.

Le tourbillon gazeux engendré par la circulation de gaz dans la cavité 5 est stable, par conséquent toutes les gouttes destinées à l'impression sont déviées de la même quantité par rapport à l'axe  $Z$ . Les positions des gouttes d'impression sur le support d'impression les unes par rapport aux autres seront donc indépendantes de la valeur de déviation. La déviation éventuelle est suffisamment faible pour que les gouttes continuent à passer par la fente 17 sans heurter les parois 16 et 26.

Lors du fonctionnement de la cavité, une aspiration est imposée en sortie de la gouttière 70 par des moyens de pompage (non représentés sur la figure). Par ailleurs, une pression positive est imposée à l'entrée du conduit 20 (pour faire circuler le flux d'air 200<sub>1</sub>) par des moyens de pompage (non représentés sur la figure).

On peut donc obtenir une pression égale à, ou voisine de, la pression extérieure  $P_{ext}$ , en un point ou une zone centrale 5<sub>1</sub> de la cavité. En fonction des valeurs de pression imposées en sortie de gouttière 70 et en entrée du conduit 20, la position et le volume de cette zone centrale 5<sub>1</sub> peuvent varier.

La présence de cette zone est favorable, car, si la pression dans la cavité est inférieure à la pression extérieure, de l'air va entrer dans la cavité 5 et perturber

l'écoulement des jets ; si la pression dans la cavité est supérieure à la pression extérieure, de l'air va sortir de la cavité 5 en emmenant des vapeurs de solvant.

Le flux d'air dans la cavité va circuler autour de la zone  $5_1$  de pression voisine de la pression extérieure  $P_{ext}$ .

5 Une variante de la structure de la figure 2A est illustrée en figure 2B, où un conduit 213, qui, par exemple, longe la surface extérieure 211, débouche dans la cavité 5 par un orifice 201 réalisé dans la paroi 21. Ce conduit 213 permet la mise en communication de la cavité 5 avec une source de surpression non représentée.

10 Ce conduit 213 va permettre de faire circuler, en direction de la cavité 5 et sensiblement parallèlement à la paroi 9, un flux d'air ou de gaz, tel que représenté par la flèche 214.

Le fonctionnement de cette cavité peut être le suivant: un jet gazeux 214 est envoyé par le conduit 213 vers la cavité 5. L'air entre ainsi dans la cavité 5 et est dirigé vers le haut de la cavité, en direction de la plaque à buse 2. L'air suit d'abord un  
15 trajet ascendant, au voisinage de la paroi 9, puis un trajet descendant, vers l'aval, à l'intérieur de la couche limite qui entoure les jets. La présence de moyens tels que les moyens 27 (représentés en traits interrompus sur la figure 2B) n'est pas nécessaire, puisque le flux de gaz circule, dès son entrée dans la cavité, du bas vers le haut de celle-ci.

Lors du fonctionnement de la cavité, une aspiration est imposée en  
20 sortie de la gouttière 70 par des moyens de pompage (non représentés sur la figure). Par ailleurs, une pression positive est imposée à l'entrée du conduit 213 (pour faire circuler le flux 214) par des moyens de pompage (non représentés sur la figure).

Les autres aspects décrits ci-dessus en lien avec la figure 2A s'appliquent également à la structure de la figure 2B (circulation de gaz, tourbillon gazeux, pression  
25 égale à, ou voisine de, la pression extérieure  $P_{ext}$ , en un point ou une zone centrale  $5_1$  de la cavité).

La figure 3 représente une coupe schématique d'une tête d'impression conforme à un autre aspect particulier d'une réalisation de l'invention. Le mode de réalisation de cette figure 3 ne comporte pas de conduit 20, débouchant dans la cavité.

On voit, sur cette figure, que la gouttière 7 comporte une 1<sup>ère</sup> partie 7<sub>1</sub>, qui commence à la fente d'entrée des gouttes dans la gouttière et dont la section, ou la largeur, va en se réduisant, de préférence progressivement, en s'éloignant du plan P<sub>0</sub> et de la plaque 2. Ceci permet de conférer au flux d'air qui circule dans la gouttière une  
5 vitesse qui va croissant depuis l'entrée de la gouttière.

Cette première partie 7<sub>1</sub> a la forme d'un conduit incliné vers le bas de la figure, ou vers un plan parallèle au plan XY et qui passe par la fente 17 de sortie.

Une 2<sup>ème</sup> partie 7<sub>2</sub> fait suite à la 1<sup>ère</sup> partie 7<sub>1</sub>, dans le sens de circulation des gouttes récupérées par la gouttière 7. La section de cette 2<sup>ème</sup> partie, ou sa largeur,  
10 va, de préférence, en s'accroissant, en s'éloignant du plan P<sub>0</sub> et en se rapprochant de la plaque 2. Cette forme permet de créer un effet Venturi. Le flux d'air qui circule dans cette partie de la gouttière a une vitesse qui va décroissant. Une section constante de cette 2<sup>ème</sup> partie, ou de sa largeur, est possible dans le cadre de l'invention, mais alors sans création d'effet Venturi.

La gouttière a, dans cette deuxième partie 7<sub>2</sub>, la forme d'un conduit incliné vers le haut de la figure, ou vers le plan de la plaque à buse, afin de réduire l'encombrement du dispositif : une inclinaison de cette deuxième partie 7<sub>2</sub> vers le bas de la figure entraînerait une distance accrue entre la plaque à buses 2 et la surface  
15 extérieure 211, dans laquelle la sortie de la fente 17 est réalisée. On cherche donc à avoir un angle moyen, entre les 2 parties 7<sub>1</sub> et 7<sub>2</sub>, inférieur ou égal à 90°.

La section ou la largeur du conduit 7 est par exemple mesurée dans un plan perpendiculaire à la surface d'une des parois 10, 11, 12 qui délimitent la gouttière. Les sections des différentes parties sont calculées pour que la gouttière génère une différence de pression d'environ 150 mbar, ou comprise entre 50 mbar et 500 mbar .

Dans une zone située entre la 1<sup>ère</sup> partie 7<sub>1</sub> et la 2<sup>ème</sup> partie 7<sub>2</sub>, et au voisinage de cette zone, le conduit 7 forme une portion incurvée, ou une restriction ou un coude 38, qui va permettre d'éviter un retour des gouttes d'encre vers la cavité 5 et qui va définir une zone de changement d'inclinaison de la gouttière, cette restriction 38 formant la partie de la gouttière la plus éloignée du plan de la plaque 2.

La réduction de section progressive de la 1<sup>ère</sup> partie 7<sub>1</sub> va permettre, d'abord, de capter, avec une bonne efficacité, les gouttes dans une section, formant l'entrée et la partie de section la plus large de la gouttière. Les gouttes sont ensuite emmenées, dans cette 1<sup>ère</sup> partie, vers la paroi 11 sur laquelle elles vont s'écraser, ce qui  
5 va former un mélange diphasique air-liquide qui est ensuite aspiré vers la restriction 38, laquelle, par sa forme incurvée et son étroitesse (largeur comprise entre 50  $\mu\text{m}$  et 300 ou 400  $\mu\text{m}$ ), ne permettra pas un retour de ce mélange vers la 1<sup>ère</sup> partie 7<sub>1</sub>.

Avantageusement, la 1<sup>ère</sup> partie 11<sub>1</sub> de la paroi inférieure 11, est à une distance  $d$  du plan de la plaque à buses 2 qui va en décroissant lorsque la distance au plan  
10  $P_0$  décroît. Il en va, de même, de la portion de la paroi 10 qui est située en amont de la ligne 18. Autrement dit, plus un point, sur la surface 11<sub>1</sub> (respectivement 10), est proche du plan  $P_0$ , plus il est proche, également, du plan de la plaque 2. Cette partie 11<sub>1</sub> délimite un volume qui est situé au-dessus de la surface 11<sub>1</sub> et que l'encre traverse avant de s'étaler sur la paroi 11<sub>1</sub>. Ce volume est de préférence au moins en partie sensiblement  
15 concave, ce qui est favorable à la captation des gouttes qui viennent s'écraser sur cette surface 11<sub>1</sub>. La portion de la surface 10, qui lui fait face, est d'abord sensiblement plane, puis est incurvée, pour rejoindre l'axe 18.

La référence 11<sub>2</sub> désigne la partie la plus en aval, dans le conduit 7, de la paroi inférieure 11. Dans la réalisation illustrée, la gouttière a, comme expliqué ci-dessus,  
20 dans une 2<sup>ème</sup> partie, la forme d'un conduit incliné vers le haut de la figure, cette partie 11<sub>2</sub> étant à une distance  $d$  du plan de la plaque à buses 2 qui va en décroissant lorsque la distance au plan  $P_0$  croît. Il en va, de même, de la portion de la paroi 12 qui est située en aval de la ligne 18. Autrement dit, plus un point, sur la surface 11<sub>2</sub> (respectivement 12), est proche du plan  $P_0$ , plus il est éloigné, également, du plan de la plaque 2. De  
25 préférence, cette partie 11<sub>2</sub> forme une portion sensiblement plane de la paroi inférieure 11. La portion de la surface 12, qui lui fait face, est d'abord, au voisinage de la ligne 18, légèrement incurvée puis sensiblement plane.

C'est dans une zone située entre les lignes 18 et 28, et au voisinage de cette zone, que le conduit 7 forme la restriction 38, qui va permettre d'éviter un retour  
30 des gouttes d'encre vers la cavité 5. Cette restriction 38 résulte, dans cet exemple, de la

restriction de largeur puis du changement d'orientation de la direction de l'inclinaison de la gouttière 7, qui est d'abord inclinée vers le bas, dans la 1<sup>ère</sup> partie 7<sub>1</sub>, puis inclinée vers le haut, dans la 2<sup>ème</sup> partie 7<sub>2</sub>. La section ou la largeur, au sens expliqué ci-dessus, la plus faible de la gouttière, se situe dans cette restriction 38.

5 Le fonctionnement de cette cavité est celui décrit ci-dessus, mais la restriction 38, formée au voisinage des lignes 18 et 28, permet d'éviter un retour de gouttes vers la cavité 5. Les autres intérêts, en termes de fonctionnement, de l'exemple de la figure 3, ont été mentionnés ci-dessus, en lien avec la description de la structure.

10 En variante, la gouttière est du type qui vient d'être décrit, en lien avec la figure 3, mais avec la structure décrite en lien avec la figure 2A, avec un conduit latéral 20 d'injection de gaz. Une telle réalisation est représentée en figure 4.

En variante encore (non représentée), la gouttière est du type qui vient d'être décrit, en lien avec la figure 3, mais avec la structure décrite en lien avec la figure 2B, avec un conduit d'injection de gaz par le fond de la cavité.

15 Dans le cas d'une structure avec injection latérale de gaz, et avec une gouttière du type décrit en lien avec la figure 3, les inventeurs ont réalisé une simulation. Ils ont pour cela sélectionné des conditions d'entrée de l'air dans la cavité 5 afin d'obtenir le tourbillon et appliqué le logiciel Comsol®. Ce logiciel exploite une décomposition en éléments finis du volume de cavité selon un certain maillage. On  
20 obtient une valeur de débit et de conditions d'écoulement à l'intérieur des éléments du maillage auxquels on s'intéresse. Dans le cas présent on a ajouté une contrainte relative à la direction du vecteur-vitesse au niveau du plan XZ : cette contrainte est que la composante du vecteur-vitesse des gaz dans des éléments finis, contenant une partie du plan XZ, est nettement supérieure à la composante perpendiculaire à ce plan. Ainsi on  
25 perturbe le moins possible la direction des gouttes d'impression. De cette manière, le flux d'air suivant Y perturbe le moins possible le trajet des jets.

La figure 4 représente le résultat d'une telle simulation. On voit que le gaz, en sortie du conduit 20, est dévié vers le haut de la cavité, circule le long de la paroi 9, rejoint la plaque à buse 2, puis est ramené vers la gouttière 7.

L'air circule bien autour du point ou de la zone de pression voisine de la pression extérieure (pression atmosphérique).

Comme on le comprend des figures 2A et 4, la circulation d'air engendrée dans la cavité permet de ramener, vers la gouttière, avec le flux d'encre dévié, des vapeurs de solvant présentes dans la cavité. Le positionnement du conduit 20 en bas de la cavité, du côté de la fente 17, permet d'obtenir un trajet du gaz injecté, d'abord ascendant dans la cavité, vers la plaque 2, puis descendant, vers la gouttière 7.

Comme illustré en figure 5, quelle que soit la forme de la gouttière, l'apex de celle-ci est avantageusement situé à une distance  $L$  du plan  $P_0$  inférieure ou égale à l'écart  $D$  de déviation des jets, au niveau de cet apex (selon l'axe  $Z$ ), diminué de l'épaisseur  $\delta$  de la couche limite autour des jets déviés au niveau de cet apex.

Un dispositif selon l'invention est alimenté en encre par un réservoir d'encre non représenté sur les figures. Divers moyens de connexion fluide peuvent être mis en œuvre pour relier ce réservoir à une tête d'impression selon l'invention, et pour récupérer l'encre qui provient de la gouttière de récupération. Un exemple de circuit complet est décrit dans US 7 192 121 et peut être utilisé en combinaison avec la présente invention.

Quelle que soit la réalisation envisagée, les instructions, pour faire activer les moyens  $4_1-4_n$  pour produire des jets d'encre et les moyens de pompage de la gouttière, et/ou les moyens pour envoyer un gaz dans la cavité sont envoyées par des moyens de contrôle (encore appelés « contrôleur »). Ce sont également ces instructions qui vont permettre de faire circuler de l'encre sous pression en direction de moyens  $4_1-4_n$ , puis de générer les jets en fonction des motifs à imprimer sur un support 8. Ces moyens de contrôle sont par exemple réalisés sous forme d'un processeur ou d'un microprocesseur, programmé pour mettre en œuvre un procédé selon l'invention.

C'est ce contrôleur qui pilote moyens  $4_1-4_n$ , les moyens de pompage de l'imprimante, et en particulier de la gouttière, ainsi que les moyens pour envoyer un gaz dans la cavité et/ou l'ouverture et la fermeture de vannes sur le trajet des différents fluides (encre, solvant, gaz). Les moyens de contrôle peuvent assurer également la



mémorisation de données, par exemple des données de mesure de niveaux d'encre dans un ou des réservoirs, et leur éventuel traitement.

En figure 6 on a représenté les blocs principaux d'une imprimante à jet d'encre qui peut mettre en œuvre un ou plusieurs des modes de réalisation décrits ci-dessus. L'imprimante comporte une console 300, un compartiment 400 contenant notamment les circuits de mise en condition de l'encre et des solvants, ainsi que des réservoirs pour l'encre et les solvants (en particulier, le réservoir auquel l'encre récupérée par la gouttière est ramené). Généralement le compartiment 400 est dans la partie inférieure de la console. La partie supérieure de la console comporte l'électronique de commande et de contrôle ainsi que des moyens de visualisation. La console est hydrauliquement et électriquement reliée à une tête d'impression 100 par un ombilic 203.

Un portique non représenté permet d'installer la tête d'impression face à un support d'impression 8, lequel se déplace selon une direction matérialisée par une flèche. Cette direction est perpendiculaire à un axe d'alignement des buses.

Le générateur de gouttes comprend des buses et une cavité du type selon l'un des modes de réalisation décrits ci-dessus.

L'invention est particulièrement intéressante dans les applications où le débit d'air ou de gaz, dans la cavité, est important, car un débit d'air important entraîne un risque d'autant plus important de laisser s'échapper du solvant.

Par exemple, le débit peut être de l'ordre de plusieurs centaines de l/h, par exemple encore compris entre 50 l/h ou 100 l/h et 500 l/h, par exemple encore d'environ 300 l/h. Ces valeurs s'appliquent notamment au cas d'une plaque à buses de 64 buses, mais l'invention s'applique aussi au cas d'une plaque à buses avec un nombre de buses inférieur, par exemple 32, ou au cas d'une plaque à buses avec un nombre de buses supérieur, par exemple 128. La vitesse des jets peut être comprise entre 5 m/s et 20 m/s, par exemple elle est d'environ 15 m/s.

Un exemple de circuit fluidique 400 d'une imprimante à laquelle l'invention peut être appliquée est illustré en figure 7. Ce circuit fluidique 400 comporte

une pluralité de moyens 410, 500, 110, 220, 310, chacun associé à une fonctionnalité spécifique. On retrouve également la tête 1 et l'ombilic 203.

A ce circuit 400 sont associées une cartouche d'encre amovible 130 et une cartouche 140 de solvant, elle aussi amovible.

5 La référence 410 désigne le réservoir principal, qui permet d'accueillir un mélange de solvant et d'encre.

La référence 110 désigne l'ensemble de moyens qui permettent de prélever, et éventuellement de stocker, du solvant à partir d'une cartouche 140 de solvant et de fournir du solvant ainsi prélevé à d'autres parties de l'imprimante, qu'il  
10 s'agisse d'alimenter le réservoir principal 410 en solvant, ou de nettoyer ou d'entretenir une ou plusieurs des autres parties de la machine.

La référence 310 désigne l'ensemble de moyens qui permettent de prélever de l'encre à partir d'une cartouche 130 d'encre et de fournir l'encre ainsi prélevée pour alimenter le réservoir principal 410. Comme on le voit sur cette figure,  
15 selon la réalisation présentée ici, l'envoi, au réservoir principal 410 et à partir des moyens 110, de solvant, passe par ces mêmes moyens 310.

En sortie du réservoir 410, un ensemble de moyens, globalement désignés par la référence 220, permet de mettre sous pression l'encre prélevée à partir du réservoir principal, et de l'envoyer vers la tête d'impression 1. Selon une réalisation,  
20 illustrée ici par la flèche 250, il est également possible, par ces moyens 220, d'envoyer de l'encre vers les moyens 310, puis de nouveau vers le réservoir 410, ce qui permet une recirculation de l'encre à l'intérieur du circuit. Ce circuit 220 permet aussi de vidanger le réservoir dans la cartouche 130 ainsi que de nettoyer la connectique de la cartouche 130.

Le système représenté sur cette figure comporte également des moyens  
25 500 de récupération des fluides (de l'encre et/ou du solvant) qui revient de la tête d'impression, plus exactement de la gouttière 7 de la tête d'impression ou du circuit de rinçage de la tête. Ces moyens 500 sont donc disposés en aval de l'ombilic 203 (par rapport au sens de circulation des fluides qui reviennent de la tête d'impression).

Comme on le voit sur la figure 7, les moyens 110 peuvent permettre également d'envoyer du solvant directement vers ces moyens 500, sans passer ni par l'ombilic 203 ni par la tête d'impression 1 ni par la gouttière de récupération.

Les moyens 110 peuvent comporter au moins 3 alimentations parallèles en solvant, l'une vers la tête 1, la 2<sup>ème</sup> vers les moyens 500 et la 3<sup>ème</sup> vers les moyens 310.

Chacun des moyens décrits ci-dessus est muni de moyens, tels que des vannes, de préférence des électrovannes, qui permettent d'orienter le fluide concerné vers la destination choisie. Ainsi, à partir des moyens 110, on peut envoyer du solvant exclusivement vers la tête 1, ou vers les moyens 500 ou vers les moyens 310.

Chacun des moyens 500, 110, 210, 310 décrits ci-dessus peut être muni d'une pompe qui permet de traiter le fluide concerné (respectivement : 1<sup>ère</sup> pompe, 2<sup>ème</sup> pompe, 3<sup>ème</sup> pompe, 4<sup>ème</sup> pompe). Ces différentes pompes assurent des fonctions différentes (celles de leurs moyens respectifs) et sont donc différentes l'une de l'autre, quand bien même ces différentes pompes peuvent être de même type ou de types similaires (autrement dit : aucun de ces pompes n'assure 2 de ces fonctions).

En particulier, les moyens 500 comportent une pompe (1<sup>ère</sup> pompe) qui permet de pomper le fluide, récupéré, comme expliqué ci-dessus, de la tête d'impression, et de l'envoyer vers le réservoir principal 410. Cette pompe est dédiée à la récupération de fluide en provenance de la tête d'impression et est physiquement différente de la 4<sup>ème</sup> pompe des moyens 310 dédiée au transfert de l'encre ou de la 3<sup>ème</sup> pompe des moyens 210 dédiée à la mise en pression de l'encre en sortie du réservoir 410.

Les moyens 110 comportent une pompe (la 2<sup>ème</sup> pompe) qui permet de pomper du solvant et de l'envoyer vers les moyens 500 et/ou les moyens 310 et/ou vers la tête d'impression 1.

Un tel circuit 400 est contrôlé par les moyens de contrôle décrits ci-dessus, ces moyens sont en général contenus dans la console 300 (figure 6).

## REVENDEICATIONS

1. Tête d'impression d'une imprimante à jets continus binaires comportant :

- 5                   - une cavité (5) de circulation des jets, délimitée par des parois (9, 10) latérales, et par une paroi supérieure (2) et une paroi inférieure (21),
- des moyens (4, 4<sub>1</sub>, 4<sub>x</sub>, 4<sub>n</sub>) pour produire une pluralité de jets d'encre dans ladite cavité (5),
- des moyens (6) pour séparer des gouttes ou des tronçons d'un ou
- 10 plusieurs desdits jets destinées à l'impression des gouttes ou tronçons qui ne servent pas à l'impression ;
- une fente (17), qui traverse la paroi inférieure (21), ouverte sur l'extérieur de la cavité (5) et permettant la sortie des gouttes ou tronçons d'encre destinées à l'impression,
- 15                   - une gouttière de récupération (7, 70) des gouttes ou des tronçons non destinés à l'impression,
- des moyens (20, 27, 201, 213) pour injecter du gaz dans la cavité (5), et pour faire circuler ce gaz, dans la cavité, de manière ascendante en direction de la paroi supérieure, vers les moyens (4, 4<sub>1</sub>, 4<sub>x</sub>, 4<sub>n</sub>) pour produire une pluralité de jets d'encre dans
- 20 ladite cavité (5), puis, de manière descendante, vers la gouttière (7, 70).

2. Tête d'impression selon la revendication 1, les moyens (20, 27, 201, 213) pour injecter du gaz dans la cavité (5), permettant une injection de gaz suivant une direction au moins en partie perpendiculaire, ou au moins en partie parallèle, à un

25 plan (P<sub>0</sub>) défini par le trajet des jets destinées à l'impression.

3. Tête d'impression selon l'une des revendications 1 ou 2, les moyens (20, 27, 201, 213) pour injecter du gaz dans la cavité (5), et pour faire circuler ce gaz, dans la cavité, vers les moyens (4, 4<sub>1</sub>, 4<sub>x</sub>, 4<sub>n</sub>) pour produire une pluralité de jets

d'encre dans ladite cavité (5), puis vers la gouttière (7, 70), comportant au moins une surface (27) de déviation d'un gaz introduit dans la cavité.

4. Tête d'impression selon l'une des revendications 1 à 3, les moyens (20, 27) pour injecter du gaz dans la cavité (5), comportant un conduit (20), qui débouche dans la cavité, au moins en partie en face de la gouttière (7, 70), ou d'une paroi (16) qui délimite latéralement la gouttière dans la cavité, par rapport à un plan ( $P_0$ ) défini par le trajet des jets destinés à l'impression des gouttes,

10 5. Tête d'impression selon la revendication 4, la distance (b) entre les parois latérales étant inférieure à la distance entre la paroi supérieure (2) de la cavité et le point du conduit (20) la plus proche de cette paroi supérieure (2).

15 6. Tête d'impression selon l'une des revendications 1 à 3, les moyens (201, 213) pour injecter du gaz dans la cavité (5), comportant un conduit (201), qui débouche dans la cavité en traversant la paroi inférieure (21).

20 7. Tête d'impression selon l'une des revendications 1 à 6, le trajet du gaz, dans la cavité, en direction des moyens (4, 4<sub>1</sub>, 4<sub>x</sub>, 4<sub>n</sub>) pour produire une pluralité de jets d'encre, étant supérieur au trajet suivant une direction perpendiculaire à un plan ( $P_0$ ) défini par le trajet des jets destinées à l'impression.

25 8. Tête d'impression selon l'une des revendications 1 à 7, les parois (9, 10) étant disposées de part et d'autre d'un plan ( $P_0$ ) défini par la pluralité de jets, et disposées au moins en partie parallèlement à celui-ci.

30 9. Tête d'impression selon la revendication 8, les moyens (6) pour séparer des gouttes ou des tronçons d'un ou plusieurs desdits jets destinées à l'impression des gouttes ou tronçons qui ne servent pas à l'impression, comportant une ou plusieurs électrodes disposées dans ou contre l'une desdites parois (10).

10. Tête d'impression selon la revendication 9, les moyens (20, 27) pour injecter du gaz dans la cavité étant disposés, au moins en partie, dans la paroi opposée à celle (9) dans ou contre laquelle les électrodes sont disposées.

5 11. Tête d'impression selon la revendication 9 ou 10, la fente d'entrée, dans la gouttière, de gouttes ou de tronçons non destinés à l'impression, étant disposée en bas de la paroi (10) dans ou contre laquelle les électrodes (6) sont disposées.

10 12. Tête d'impression selon l'une des revendications 9 à 11, une partie (10<sub>2</sub>) de la paroi (10) dans ou contre laquelle les électrodes (6) sont disposées allant en s'éloignant du plan (P<sub>0</sub>) défini par la pluralité de jets.

15 13. Tête d'impression selon l'une des revendications 1 à 12, un bord (15) de la fente d'entrée de la gouttière étant situé à l'aplomb d'un des bords (16) de la fente (17).

14. Tête d'impression selon l'une des revendications 1 à 13, la gouttière de récupération (7) des gouttes ou des tronçons non destinés à l'impression, comportant :

20 \* une 1<sup>ère</sup> partie , qui comporte une fente d'entrée des gouttes dans la gouttière, la largeur de cette 1<sup>ère</sup> partie allant, dans le sens de circulation des gouttes dans la gouttière, en se réduisant, une surface (11<sub>1</sub>) de cette 1<sup>ère</sup> partie formant une surface d'impact des gouttes déviées ;

25 \* une restriction (38), la 1<sup>ère</sup> partie étant inclinée, par rapport à un plan (P<sub>0</sub>) défini par le trajet des jets destinés à l'impression, depuis la fente d'entrée des gouttes dans la gouttière jusqu'à la restriction;

\* une 2<sup>ème</sup> partie , pour évacuer un gaz, ou un mélange de gaz et de liquide, depuis la restriction (38).

15. Tête d'impression selon la revendication 14, dans laquelle la 2<sup>ème</sup> partie a une largeur qui va en s'accroissant à partir de la restriction (38).

16 Tête d'impression selon l'une des revendications 1 à 15, la surface (11<sub>1</sub>) de la 1<sup>ère</sup> partie de la gouttière, délimitant un volume, dans lequel les gouttes circulent, au moins en partie concave.

17. Procédé de fonctionnement d'une tête d'impression selon l'une des revendications 1 à 16, dans lequel les gouttes ou les tronçons d'encre destinés à l'impression sont envoyés vers la fente (17), tandis que les gouttes ou tronçons qui ne servent pas à l'impression sont envoyés vers la gouttière où ils sont aspirés, pendant qu'un gaz circule dans la cavité vers les moyens (4, 4<sub>1</sub>, 4<sub>x</sub>, 4<sub>n</sub>) pour produire une pluralité de jets d'encre dans ladite cavité (5), puis vers la gouttière (7, 70).

18. Procédé selon la revendication 17, dans lequel le débit de gaz qui circule dans la cavité est compris entre 50 l/h et 500 l/h.

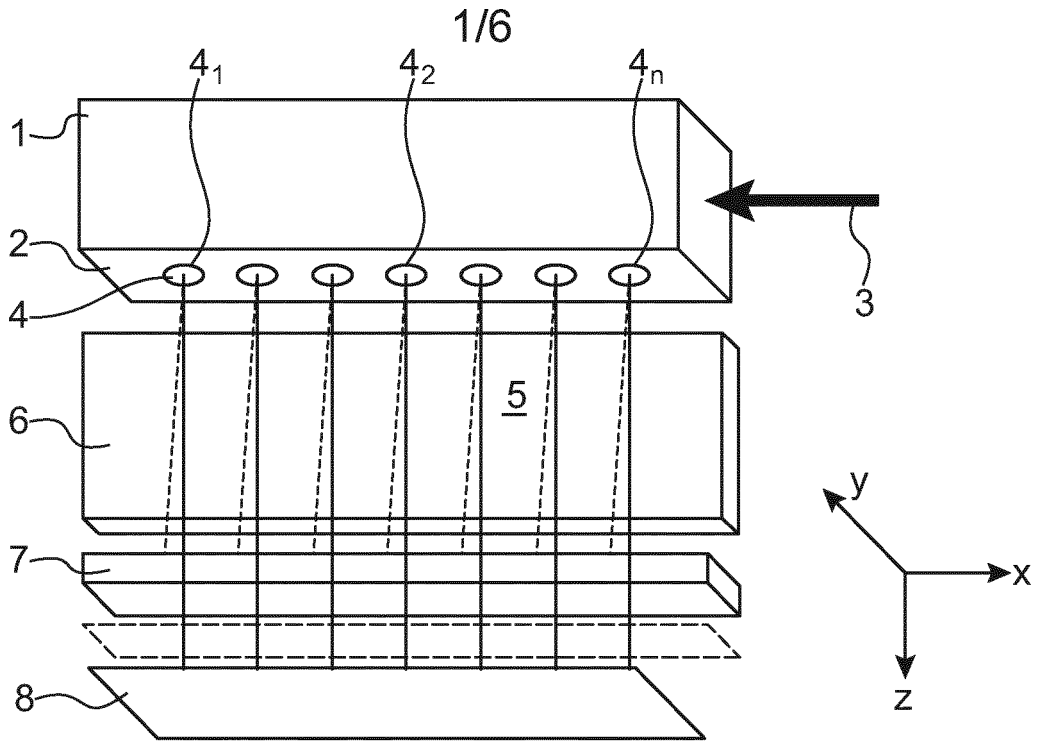


FIG.1

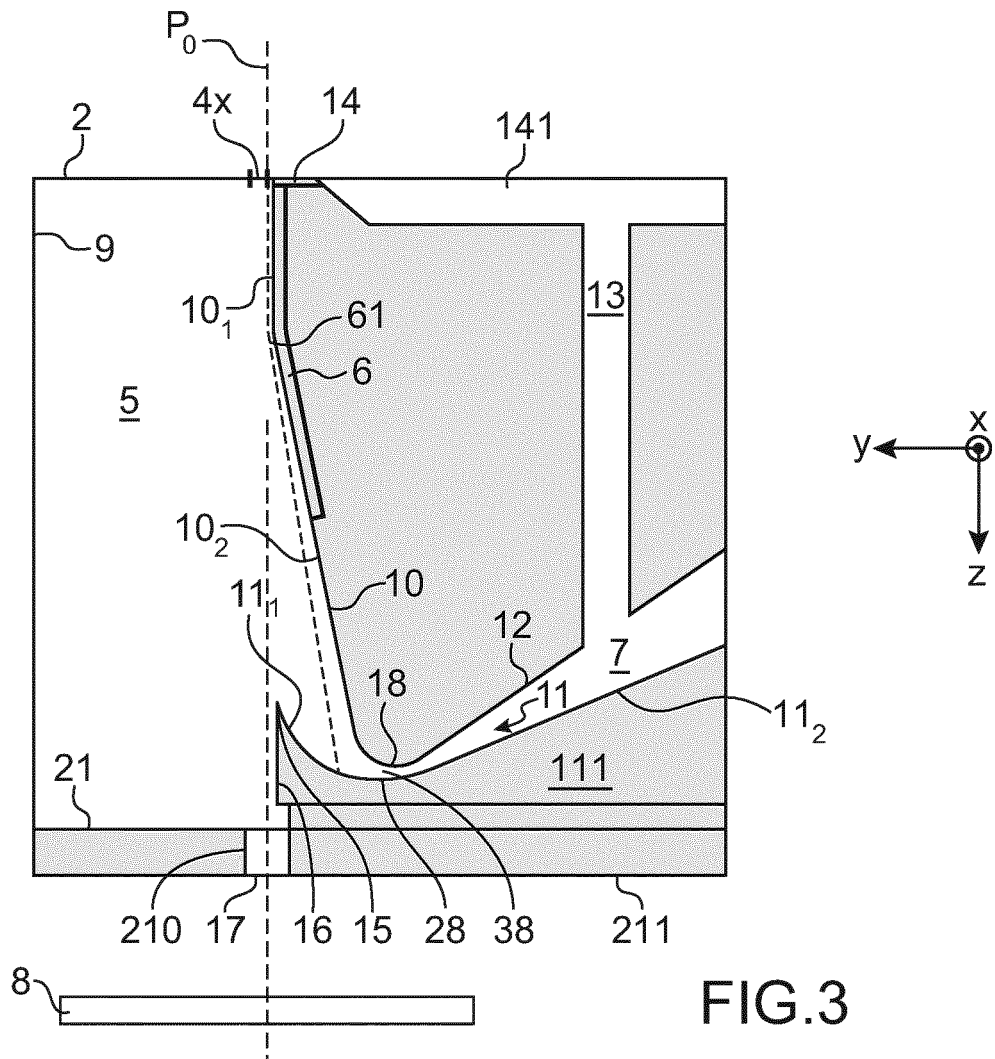


FIG.3



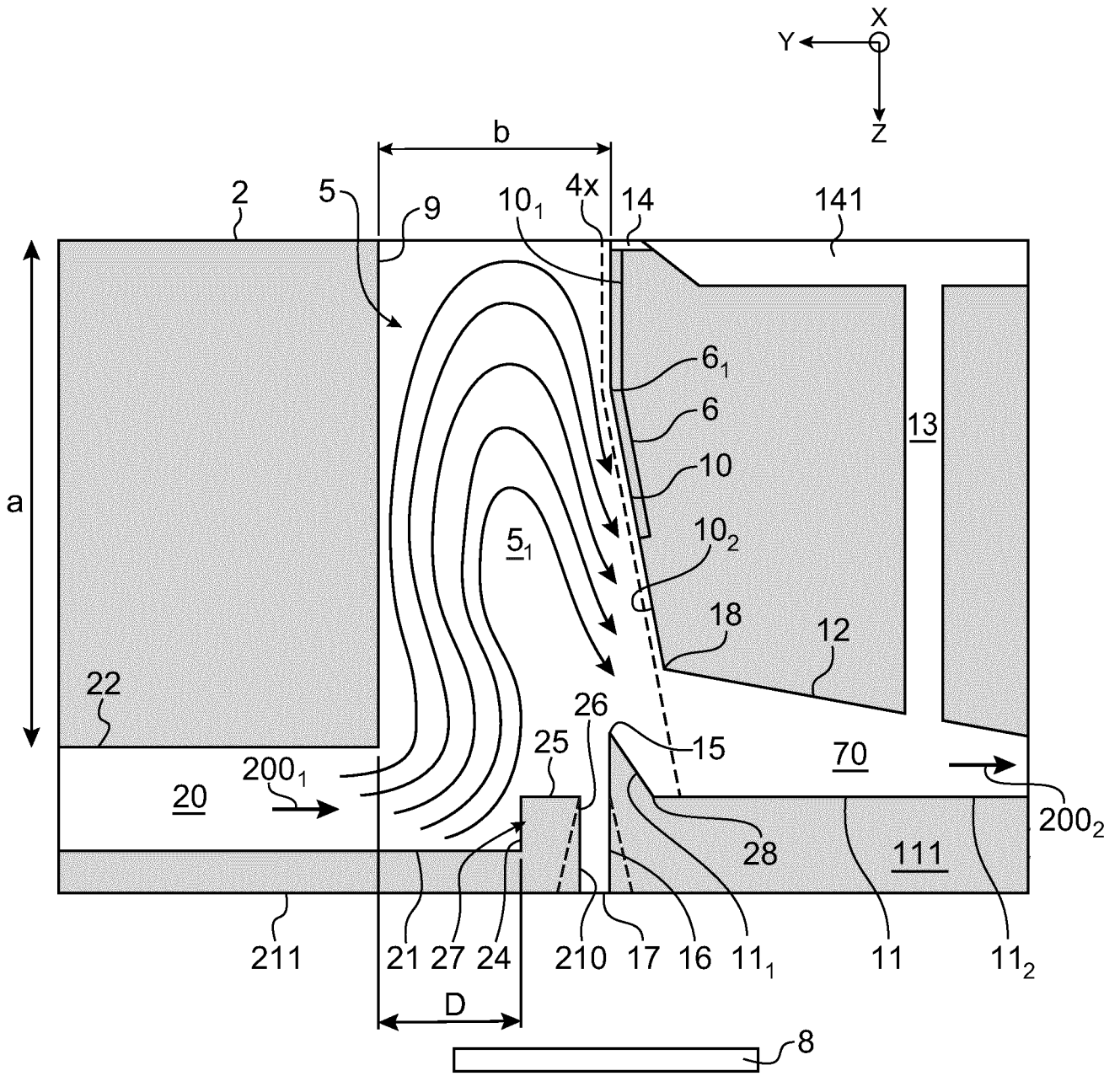


FIG.2A

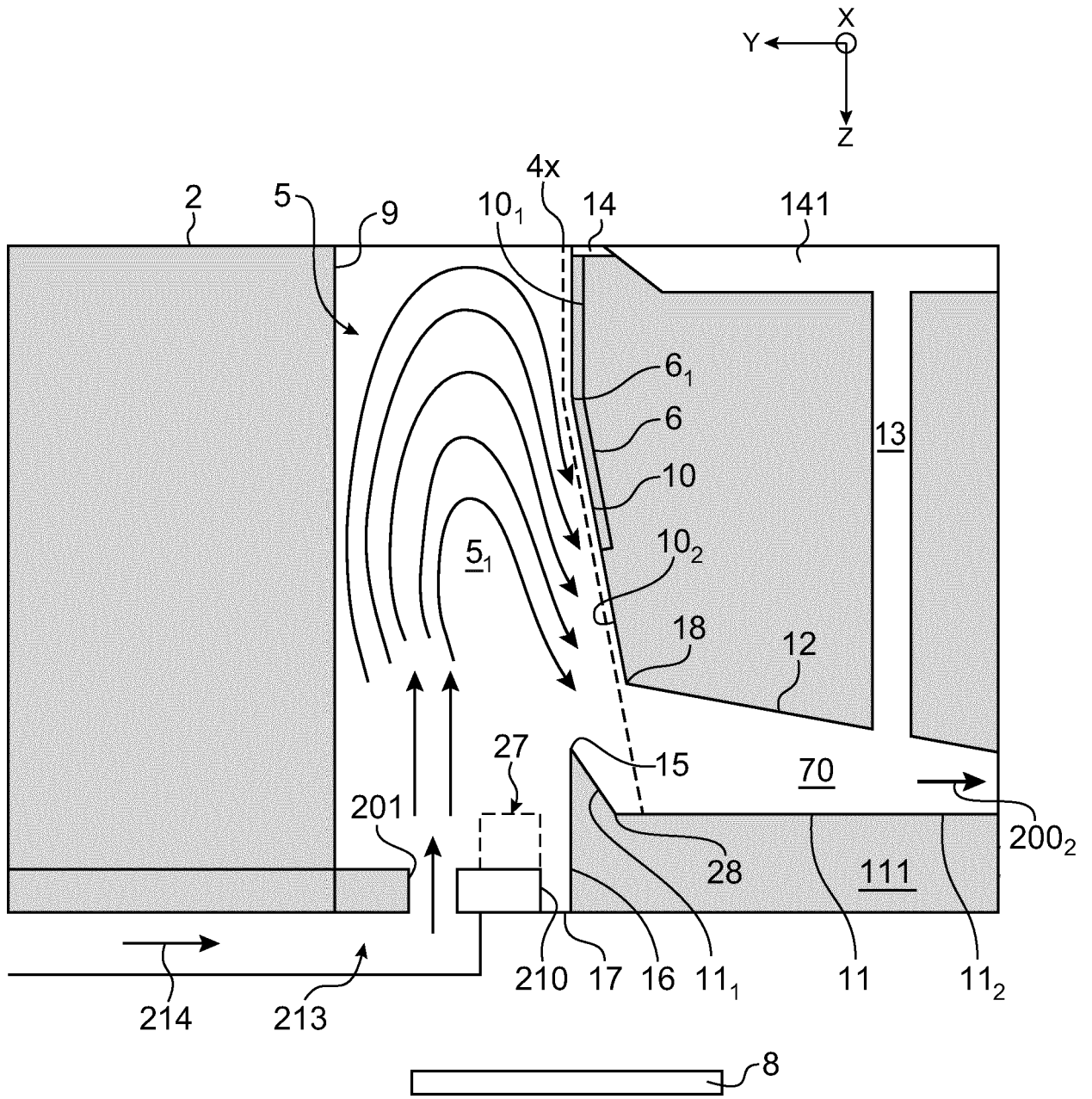


FIG.2B

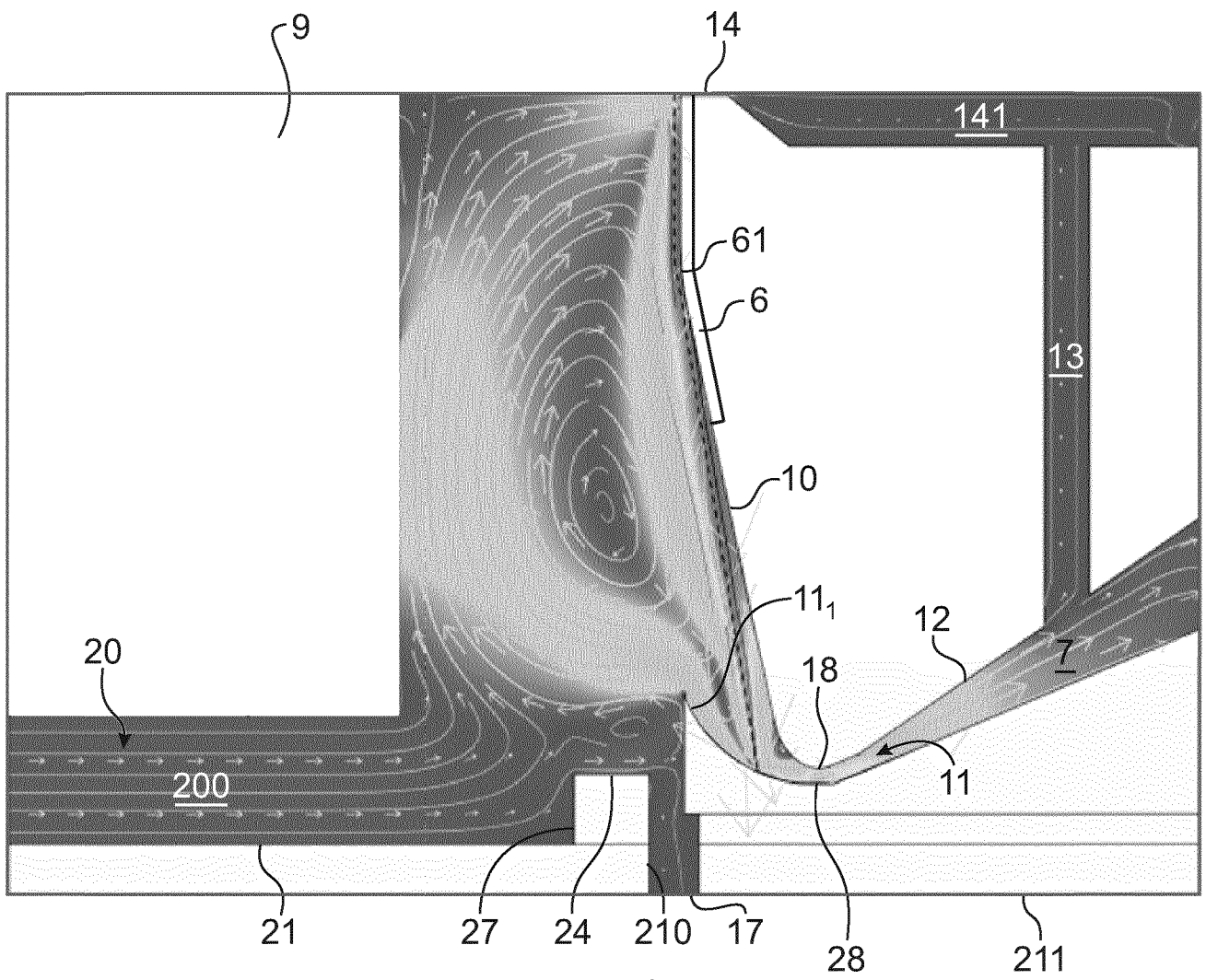


FIG. 4

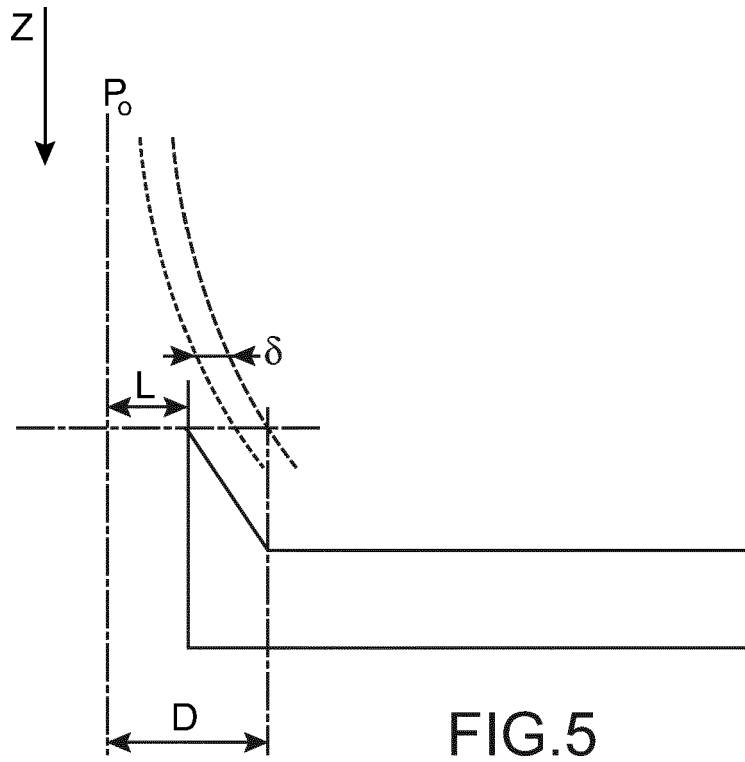


FIG. 5

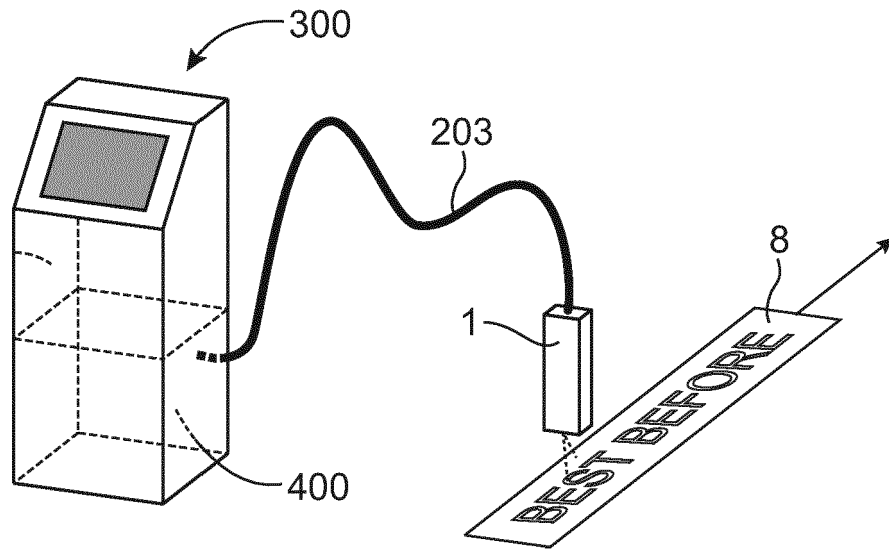


FIG. 6

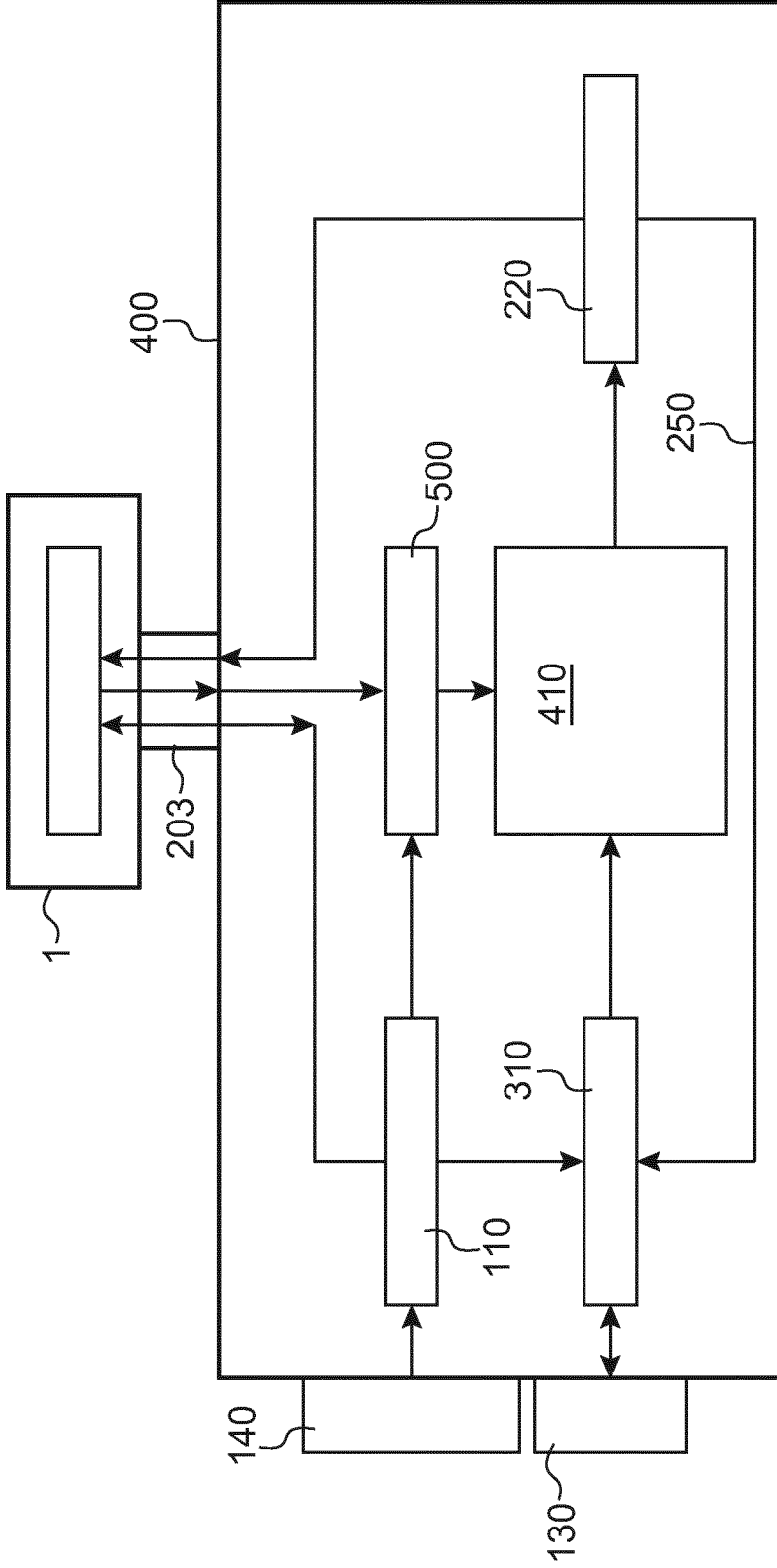


FIG.7

# RAPPORT DE RECHERCHE

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

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

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

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

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

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

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

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

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

WO 2012/038520 A1 (MARKEM IMAJE [FR]; BARBET BRUNO [FR]) 29 mars 2012 (2012-03-29)

US 2010/110151 A1 (GRIFFIN TODD R [US] ET AL) 6 mai 2010 (2010-05-06)

US 2008/278548 A1 (BROST RANDOLPH C [US] ET AL) 13 novembre 2008 (2008-11-13)

US 2003/063166 A1 (JEANMAIRE DAVID L [US] ET AL) 3 avril 2003 (2003-04-03)

**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