

**Code de distribution interne :**

- (A) [ - ] Publication au JO
- (B) [ - ] Aux Présidents et Membres
- (C) [ - ] Aux Présidents
- (D) [ X ] Pas de distribution

**Liste des données pour la décision  
du 12 décembre 2019**

**N° du recours :** T 1249/15 - 3.4.02

**N° de la demande :** 11706294.3

**N° de la publication :** 2526459

**C.I.B. :** G02F1/35, H04L9/08

**Langue de la procédure :** FR

**Titre de l'invention :**

SOURCE DE PAIRES DE PHOTONS INTRIQÜÉS EN POLARISATION ET SON  
PROCÉDÉ DE FABRICATION

**Demandeur :**

Centre National de la Recherche Scientifique

**Référence :**

**Normes juridiques appliquées :**

CBE Art. 84, 83, 56  
RPCR Art. 13(1)

**Mot-clé :**

Requêtes produites tardivement - requêtes clairement  
admissible (non)  
Quatrième requête subsidiaire produite tardivement - requête  
clairement admissible (oui)

**Décisions citées :**

**Exergue :**



**Beschwerdekammern**  
**Boards of Appeal**  
**Chambres de recours**

Boards of Appeal of the  
European Patent Office  
Richard-Reitzner-Allee 8  
85540 Haar  
GERMANY  
Tel. +49 (0)89 2399-0  
Fax +49 (0)89 2399-4465

N° du recours : T 1249/15 - 3.4.02

**D E C I S I O N**  
**de la Chambre de recours technique 3.4.02**  
**du 12 décembre 2019**

**Requérant :** Centre National de la Recherche Scientifique  
(Demandeur) 3, rue Michel-Ange  
75016 Paris (FR)

**Mandataire :** Priori, Enrico  
Marks & Clerk France  
Immeuble "Visium"  
22, avenue Aristide Briand  
94117 Arcueil Cedex (FR)

**Décision attaquée :** Décision de la division d'examen de l'Office  
européen des brevets postée le 19 novembre 2014  
par laquelle la demande de brevet européen n°  
11706294.3 a été rejetée conformément aux  
dispositions de l'article 97(2) CBE.

**Composition de la Chambre :**

**Président** R. Bekkering  
**Membres :** A. Hornung  
B. Müller

## **Exposé des faits et conclusions**

- I. Le demandeur a formé un recours contre la décision de la division d'examen rejetant la demande de brevet européenne n° 11706294.3 en vertu de l'article 97(2) CBE pour manque de suffisance de l'exposé de l'invention (article 83 CBE; requêtes principale et subsidiaire).
- II. Avec le mémoire exposant les motifs du recours, le demandeur a requis l'annulation de la décision de rejet et la délivrance d'un brevet sur la base des revendications d'une requête principale ou d'une des requêtes subsidiaires 1 ou 2, déposées avec le mémoire.
- III. En réponse à la citation à une procédure orale, le demandeur a déposé par courrier en date du 8 novembre 2019 une nouvelle requête principale et des nouvelles requêtes subsidiaires 1 et 2, remplaçant les trois requêtes déposées précédemment avec le mémoire exposant les motifs du recours.
- IV. La procédure orale devant la chambre de recours a eu lieu le 12 décembre 2019. Au début de la procédure orale, le demandeur a déposé une nouvelle requête principale et une nouvelle requête subsidiaire. Ces deux nouvelles requêtes précèdent en terme de préférence les trois requêtes déposées le 8 novembre 2019.
- V. Les requêtes finales du demandeur consistent en l'annulation de la décision de rejet et la délivrance d'un brevet sur la base des revendications
- 1 à 9 de la requête principale modifiée produites à la procédure orale du 12 décembre 2019 [*requête principale*],
  - 1 à 8 de la 1<sup>e</sup> requête subsidiaire modifiée produites à la procédure orale du 12 décembre 2019 [*première requête subsidiaire*],

- 1 à 9 de la requête principale produites avec lettre du 8 novembre 2019 [*deuxième requête subsidiaire*],
- 1 à 8 de la 1<sup>e</sup> requête subsidiaire produites avec lettre du 8 novembre 2019 [*troisième requête subsidiaire*],
- 1 à 8 de la 2<sup>e</sup> requête subsidiaire produites avec lettre du 8 novembre 2019 et les pages 1-17 de la description produites à la procédure orale du 12 décembre 2019 et les figures des feuilles 1/5 à 5/5 telles que déposées à l'origine [*quatrième requête subsidiaire*].

VI. Cette décision fait référence aux documents suivants:

D1: "Entangled two-photon source using biexciton emission of an asymmetric quantum dot in a cavity", T.M. Stace et al., Physical Review B, 67, 085317, 15 Février 2003, pages 1 to 15; XP-002599441;

D2: "Optical Modes in Photonic Molecules", M. Bayer et al., Physical Review Letters, vol 81, no. 12, 21 Septembre 1998, pages 2582 to 2585; XP-002599442.

VII. Le libellé de la revendication 1 selon la requête principale est le suivant:

"Source de paires de photons intriqués en polarisation comportant un émetteur quantique (BQ) présentant un état fondamental (0), deux états (X) à une excitation élémentaire, dégénérés et de spin différent, et un état (XX) à deux excitations élémentaires; caractérisé en ce qu'elle comporte également une molécule photonique comprenant une première cavité optique ( $\mu P_1$ ) dans laquelle est inséré ledit émetteur quantique et une deuxième cavité optique ( $\mu P_2$ ) couplée avec ladite première cavité, la première et la deuxième cavité optique présentant chacune des modes dégénérés en polarisation; dans laquelle la géométrie de la première et de la deuxième cavité, ainsi que la force de

leur couplage, sont choisies de telle manière que l'ensemble constitué par les deux cavités couplées présente une première paire ( $AL_{1+}$ ,  $AL_{1-}$ ) de modes dégénérés en polarisation et résonants avec les transitions entre l'état à deux excitations élémentaires et les deux états dégénérés à une excitation élémentaire de l'émetteur quantique, et une deuxième paire ( $L_{2+}$ ,  $L_{2-}$ ) de modes dégénérés en polarisation et résonantes avec les transitions entre lesdits états dégénérés à une excitation élémentaire et l'état fondamental; dans laquelle les modes de chacune desdites paires présentent des diagrammes des rayonnements se recouvrant à 70% ou plus, et de préférence de 80% ou plus et dans laquelle les cavités sont agencées côte à côte dans un plan perpendiculaire à la direction d'émission de la lumière; des modes ou des états quantiques étant considérés dégénérés lorsqu'ils présentent un écart énergétique inférieur à leur largeur spectrale."

- Le libellé de la revendication 1 selon la première requête subsidiaire est le suivant (les modifications par rapport à la revendication 1 de la requête principale sont soulignées par la chambre):

"Source de paires de photons intriqués en polarisation comportant un émetteur quantique (BQ) présentant un état fondamental (0), deux états (X) à une excitation élémentaire, dégénérés et de spin différent, et un état (XX) à deux excitations élémentaires; caractérisé en ce qu'elle comporte également une molécule photonique comprenant une première cavité optique à micropilier ( $\mu P_1$ ) dans laquelle est inséré ledit émetteur quantique et une deuxième cavité optique à micropilier ( $\mu P_2$ ) couplée avec ladite première cavité, la première et la deuxième cavité optique à micropilier présentant chacune des modes dégénérés en polarisation; dans laquelle la géométrie de la première et de la deuxième cavité, ainsi que la force de leur couplage,

sont choisies de telle manière que l'ensemble constitué par les deux cavités couplées présente une première paire ( $AL_{1+}$ ,  $AL_{1-}$ ) de modes dégénérés en polarisation et résonants avec les transitions entre l'état à deux excitations élémentaires et les deux états dégénérés à une excitation élémentaire de l'émetteur quantique, et une deuxième paire ( $L_{2+}$ ,  $L_{2-}$ ) de modes dégénérés en polarisation et résonantes avec les transitions entre lesdits états dégénérés à une excitation élémentaire et l'état fondamental; dans laquelle les modes de chacune desdites paires présentent des diagrammes des rayonnements se recouvrant à 70% ou plus, et de préférence de 80% ou plus et dans laquelle les cavités sont agencées côte à côte dans un plan perpendiculaire à la direction d'émission de la lumière; des modes ou des états quantiques étant considérés dégénérés lorsqu'ils présentent un écart énergétique inférieur à leur largeur spectrale."

- La revendication 1 de la deuxième requête subsidiaire diffère de celle de la requête principale en ce que la caractéristique "la première et la deuxième cavité optique présentant chacune des modes dégénérés en polarisation" a été supprimée.
- La revendication 1 de la troisième requête subsidiaire diffère de celle de la première requête subsidiaire en ce que la caractéristique "la première et la deuxième cavité optique à micropilier présentant chacune des modes dégénérés en polarisation" a été supprimée.
- Le libellé de la revendication 1 selon la quatrième requête subsidiaire est le suivant:

"Source de paires de photons intriqués en polarisation comportant un émetteur quantique (BQ) présentant un état fondamental (0), deux états (X) à une excitation élémentaire, dégénérés et de spin différent, et un état (XX)

à deux excitations élémentaires; caractérisé en ce qu'elle comporte également une molécule photonique comprenant une première cavité optique à micropilier à symétrie circulaire ( $\mu P_1$ ) dans laquelle est inséré ledit émetteur quantique et une deuxième cavité optique à micropilier à symétrie circulaire ( $\mu P_2$ ) couplée avec ladite première cavité; dans laquelle les diamètres de la première et de la deuxième cavité, ainsi que leur distance, sont choisis de telle manière que l'ensemble constitué par les deux cavités couplées présente une première paire ( $AL_{1+}$ ,  $AL_{1-}$ ) de modes dégénérés en polarisation et résonants avec les transitions entre l'état à deux excitations élémentaires et les deux états dégénérés à une excitation élémentaire de l'émetteur quantique, et une deuxième paire ( $L_{2+}$ ,  $L_{2-}$ ) de modes dégénérés en polarisation et résonantes avec les transitions entre lesdits états dégénérés à une excitation élémentaire et l'état fondamental; dans laquelle les modes de chacune desdites paires présentent des diagrammes des rayonnements se recouvrant à 70% ou plus, et de préférence de 80% ou plus et dans laquelle les cavités sont agencées côte à côte dans un plan perpendiculaire à la direction d'émission de la lumière; des modes ou des états quantiques étant considérés dégénérés lorsqu'ils présentent un écart énergétique inférieur à leur largeur spectrale."

- Le libellé de la revendication indépendante 8 selon la quatrième requête subsidiaire est le suivant:

"Procédé de fabrication d'une source de paires de photons intriqués en polarisation selon l'une des revendications précédentes comportant les étapes consistant à:

- réaliser une structure constituée par un premier empilement de couches diélectriques formant miroir de Bragg; une couche active contenant des émetteurs quantiques; et un deuxième empilement de couches diélectriques formant miroir de Bragg;



- déposer une couche de résine photosensible sur la surface de ladite structure ;
- balayer ladite surface avec un premier faisceau laser non susceptible d'insoler la résine, mais susceptible de stimuler la fluorescence des émetteurs quantiques;
- sélectionner les émetteurs quantiques présentant des propriétés électroniques voulues sur la base de leur longueur d'onde de fluorescence;
- déterminer la position d'au moins un desdits émetteurs quantiques par mesure de la lumière de fluorescence émise en réponse à la stimulation par ledit premier faisceau laser; et
- insoler la résine au moyen d'un deuxième faisceau laser de manière à définir des régions de fabrication par lithographie desdites première et deuxième cavités, la résine étant d'abord insolée de façon centrée sur l'émetteur quantique dont la position a été déterminée, puis l'échantillon étant déplacé pour insoler une seconde cavité."

## **Motifs de la décision**

1. Requête principale - admission
  - 1.1 La requête principale n'est pas admise dans la procédure selon l'article 13(1) RPCR pour les raisons suivantes:
    - 1.1.1 La requête principale n'a été déposée que lors de la procédure orale devant la chambre de recours et constitue donc une modification des moyens invoqués au sens de l'article 13(1) RPCR. Selon cet article, l'admission de la requête principale est laissée à l'appréciation de la chambre.

Selon la jurisprudence des chambres de recours (voir "La Jurisprudence des Chambres de recours", 9<sup>e</sup> édition 2019, chapitre V.A.4.12.1 et V.A.4.12.2a), sont admises dans la procédure seules les requêtes modifiées peu avant ou pendant la procédure orale dont les revendications portent sur un objet qui, de prime abord, n'appelle aucune objection au titre de la CBE.

1.1.2 Ce critère d'admission n'est pas rempli dans le cas de la présente requête principale. Au contraire, la revendication 1 de la requête principale n'est, de prime abord, pas conforme aux dispositions de l'article 84 CBE:

- a) La source de paires de photons intriqués en polarisation selon la revendication 1 comporte deux cavités couplées (dont une cavité comprenant un émetteur quantique), présentant chacune des modes dégénérés en polarisation, la géométrie de chacune de ces cavités étant choisie de telle manière que l'ensemble constitué par les deux cavités couplées présente deux paires de modes dégénérés en polarisation et résonants avec les transitions biexciton-exciton ( $E_x$ ) et exciton-état fondamental ( $E_{xx}$ ), respectivement.

La revendication 1 ne contient pas d'autres caractéristiques structurelles caractérisant ces deux cavités. La revendication 1 tente donc de définir l'objet revendiqué uniquement à travers un résultat à obtenir, c'est-à-dire l'obtention d'un ensemble de deux cavités couplées, l'ensemble présentant deux paires de modes dégénérés en polarisation. Cependant, définir l'objet revendiqué seulement à l'aide du résultat à obtenir sans définir les caractéristiques structurelles permettant d'obtenir ce résultat est contraire à l'exigence de clarté.

- b) Selon la description (page 11, lignes 3-14), en partant de cavités présentant des modes dégénérés en polarisation, il est possible de coupler les cavités pour que, d'un côté, chaque mode de la cavité se scinde en deux modes d'énergie différente et pouvant être ajustés aux énergies  $E_x$  et  $E_{xx}$ , et que, de l'autre côté, la dégénérescence en polarisation est sensiblement préservée de telle sorte que la différence d'énergie entre les modes polarisés reste très petite devant la largeur spectrale de résonance des modes. Conformément à la description, c'est "[e]n raison de leur symétrie circulaire [que] les cavités de type micropilier, prises individuellement, présentent des modes dégénérés en polarisation".

Il s'en suit que l'obtention du résultat revendiqué requiert une géométrie des cavités qui est du type micropilier à symétrie circulaire, caractéristique essentielle néanmoins absente de la revendication 1, contrairement aux exigences de l'article 84 CBE.

- c) Par ailleurs, il est à noter que la cavité de type micropilier à symétrie circulaire est le seul moyen divulgué dans la demande telle que déposée à l'origine pour assurer l'obtention du résultat revendiqué. L'actuelle revendication 1, en l'absence de cette caractéristique essentielle, possède donc une étendue trop large et injustifiée, et n'est pas fondée sur la description, contrairement à l'exigence de l'article 84 CBE.
- d) Selon la description de la demande d'origine, page 15, lignes 18 à 29, "d'autres cavités peuvent être utilisées pour la mise en oeuvre de l'invention; on peut citer à titre d'exemple des cavités de type microdisques ou à cristal photonique". Cependant, la différence entre

micropiliers et microdisques est vague et non définie dans la demande. En plus, la signification exacte d'une cavité à cristal photonique n'est pas claire. La géométrie exacte de ces cavités alternatives est indéfinie. En tout état de cause, il ne ressort pas de la demande d'origine que la géométrie de ces cavités alternatives puisse ne pas être à symétrie circulaire.

Selon le paragraphe sus-mentionné, "[L]a seule contrainte est que les cavités présentent des modes dégénérés en polarisation, et que cette dégénérescence soit peu affectée par le couplage, comme c'est le cas pour les micropiliers". La nature et la forme exacte de ces cavités alternatives restent, par contre, indéfinies, si ce n'est qu'elles sont définies à travers leur propriétés de la dégénérescence en polarisation, ce qui équivaut à une définition à l'aide du résultat à obtenir, contrairement à l'exigence de clarté.

- e) En conclusion, la revendication 1 n'est pas claire du fait que l'objet revendiqué soit défini par le seul biais du résultat escompté, en l'absence des caractéristiques essentielles pour l'obtention de ce résultat, ainsi que ne pas fondée sur la description (article 84 CBE).

1.2 Le requérant a présenté les arguments suivants en faveur de la clarté de la revendication 1 et, ce faisant, en faveur de l'admission de la requête principale:

- a) Que la géométrie de la cavité optique soit à symétrie circulaire est une condition suffisante mais pas nécessaire. Il est évident pour l'homme de l'art qu'il suffit que la cavité optique ait un axe de symétrie d'ordre 4, c'est-à-dire que la cavité optique soit identique à elle-même après une rotation de 90°.

- b) Le fait que la demande d'origine ne décrive qu'un exemple de réalisation basé sur une cavité à symétrie circulaire ne doit pas être interprétée comme représentant la seule possibilité de réalisation.
  
- c) Selon la description, page 15, lignes 18 à 26, "[l]'invention a été décrite en référence à une molécule photonique formée par le couplage de deux cavités à micropilier". Cependant, ce même passage de la description explique qu'il "ne s'agit pas là d'une limitation essentielle, car d'autres cavités peuvent être utilisées pour la mise en oeuvre de l'invention; on peut citer à titre d'exemple des cavités de type microdisques ou à cristal photonique (...) La seule contrainte est que les cavités présentent des modes dégénérés en polarisation". Selon le requérant, il ressort clairement de ce passage que la caractéristique essentielle n'est pas une "cavité à micropilier à symétrie circulaire", mais seulement une "cavité présentant des modes dégénérés en polarisation". En se référant à des connaissances de l'homme de l'art, le requérant a argumenté qu'un cristal photonique, constitué en général par des trous disposés dans un cristal homogène, ne peut pas présenter de symétrie circulaire.

1.3 La chambre n'est pas convaincu par les arguments du requérant:

- a) Aucune des allégations du requérant n'a de fondement, ni explicite, ni implicite, dans la demande telle que déposée. Au contraire, seulement des cavités à symétrie circulaire sont divulguées dans la demande d'origine comme étant qualifiées pour former un ensemble comprenant des modes dégénérés en polarisation.

L'affirmation du requérant selon laquelle il serait connu que des cavités ayant un axe de symétrie d'ordre 4 serait également qualifiées n'a pas été étayée par des preuves plausibles, d'autant plus que selon le requérant l'invention revendiquée revête "un caractère inattendu - même pour un scientifique de haut niveau, bien plus compétent que l'homme du métier du droit européen des brevets" (voir le chapitre "Indices secondaires d'activité inventive", du mémoire de recours, II.2.A). Il n'est pas crédible dans le domaine technique pointu de l'invention que l'homme du métier connaisse de lui-même des alternatives aux cavités à symétrie circulaire.

- b) Le seul exemple de réalisation décrit dans la demande d'origine traite d'une cavité optique à symétrie circulaire, soit de manière explicite en utilisant le terme "symétrie circulaire" à la page 11, lignes 6 à 8, soit de manière implicite en utilisant le terme "diamètre" à différentes occasions dans la description ou encore de manière schématique en dessinant des cavités circulaires dans les figures. Aucune indication n'existe dans la demande qui ferait penser l'homme de l'art à ce qu'une cavité n'étant pas à symétrie circulaire soit une possible forme de réalisation de l'invention. Même si en principe, il peut être possible de formuler les caractéristiques d'une revendication de manière plus générale que les caractéristiques spécifiques d'un exemple de réalisation, la chambre, dans le contexte présent, ne voit aucune base dans la divulgation de la demande d'origine qui justifierait une généralisation du concept de "symétrie circulaire" à une géométrie quelconque.
  
- c) Le passage de la description à la page 15, lignes 18 à 26, cité par le requérant, discute essentiellement des alternatives à la forme générale de la cavité optique.

Plus précisément, il y est envisagé d'utiliser une cavité optique de type microdisques ou à cristal photonique au lieu de la cavité du type micropilier. Nullement n'y est mis en question la symétrie circulaire des cavités optiques. Aucune alternative à la symétrie circulaire n'y est envisagée implicitement ou divulguée explicitement. Concernant l'argument du requérant selon lequel un cristal photonique formé de trous ne puisse avoir de symétrie circulaire, la chambre ne voit aucune raison technique pour que les trous du cristal photonique ne puissent être disposés de manière circulaire. Par conséquent, de ce paragraphe de la description ne découle pas que la symétrie circulaire n'est pas une caractéristique essentielle de l'invention.

1.4 En conclusion, la requête principale n'est pas admise dans la procédure (article 13(1) RPCR).

2. Première requête subsidiaire - admission

La première requête subsidiaire n'est pas admise dans la procédure selon l'article 13(1) RPCR pour essentiellement les mêmes raisons que la requête principale.

2.1 En effet, la première requête subsidiaire a été déposée en même temps que la requête principale lors de la procédure orale devant la chambre de recours et constitue donc également une modification des moyens invoqués au sens de l'article 13(1) RPCR. Selon cet article, l'admission de la requête principale est laissée à l'appréciation de la chambre.

Comme la revendication 1 ne contient pas de cavité optique à symétrie circulaire, elle ne satisfait, de prime abord, pas les exigences de l'article 84 CBE pour les raisons données

au point 1.1.2 ci-dessus. Par conséquent, cette requête ne satisfait pas au critère d'admission de nouvelles requêtes d'être, de prime abord, conforme aux exigences de la CBE.

2.2 Le requérant a réitéré son avis selon lequel la revendication 1 ne manque pas de clarté. En particulier, il a fait référence au paragraphe à la page 15, lignes 18 à 26 qui, selon son avis, n'était pas suffisamment pris en considération par la chambre.

2.3 Comme expliqué au point 1.3 c) ci-dessus, la chambre est de l'avis qu'il ne peut être déduit de ce paragraphe que la cavité optique ne soit pas à symétrie circulaire. Sur demande expresse de la chambre, le demandeur n'a pas su citer d'autres passages de la demande telle que déposée à l'origine qui divulgueraient que la cavité optique puisse avoir une géométrie différente d'une géométrie à symétrie circulaire.

3. Deuxième et troisième requête subsidiaires

Les deuxième et troisième requête subsidiaires ne sont pas admises dans la procédure selon l'article 13(1) RPCR pour essentiellement les mêmes raisons que la requête principale.

3.1 En effet, les deuxième et troisième requête subsidiaires ont été déposées en réponse à la citation à la procédure orale, peu avant (un peu plus qu'un mois) avant le déroulement de celle-ci, et constituent donc également une modification des moyens invoqués au sens de l'article 13(1) RPCR. Selon cet article, l'admission de la requête principale est laissée à l'appréciation de la chambre.

Comme la revendication 1 de ces requêtes subsidiaires ne contient pas de cavité optique à symétrie circulaire, elle ne satisfait, de prime abord, pas aux exigences de l'article



84 CBE pour les raisons données au point 1.1.2 ci-dessus. Par conséquent, ces requêtes ne satisfont pas au critère d'admission de nouvelles requêtes d'être, de prime abord, conformes aux exigences de la CBE.

3.2 Le requérant ne s'est pas prononcé sur l'admission de ces requêtes subsidiaires dans la procédure.

4. Quatrième requête subsidiaire

4.1 Admission

La quatrième requête subsidiaire est admise dans la procédure (article 13(1) RPCR). En effet, elle est, de prime abord, conforme aux exigences de la CBE.

4.2 Modifications

La présente revendication 1 est basée essentiellement sur les revendications 1, 2 et 7 telles que déposées à l'origine ainsi que sur les passages suivants de la description d'origine:

- page 4, lignes 1 à 3 (états quantiques dégénérés),
- page 10, lignes 14 à 18 ("molécule photonique"),
- page 10, lignes 20 à 27 (choix du diamètre et de la distance des cavités optiques),
- page 11, lignes 6 à 8 ("cavité à micropilier à symétrie circulaire").

La présente revendication 8 est basée essentiellement sur la revendication 10 telle que déposée à l'origine ainsi que sur la page 16, lignes 28 à 30 de la description d'origine.

4.3 Clarté

- 4.3.1 L'objection de manque de clarté de prime abord à l'encontre de la revendication 1 de la requête principale, soulevée par la chambre au point 1.1.2 ci-dessus, a été surmontée dans la revendication présente grâce à la définition de cavités optiques à micropilier à symétrie circulaire.
- 4.3.2 La division d'examen avait estimé que la revendication 1 des deux requêtes du moment manquait de clarté car elle ne satisfaisait ni aux conditions qui justifieraient une définition par le résultat recherché, ni à l'exigence de fondement sur la description selon l'article 84 CBE, deuxième phrase (voir la décision attaquée, point 1.4.3). Plus précisément, la division d'examen avait estimé qu'il n'était pas clair dans la revendication 1 comment les trois propriétés fonctionnelles de la source revendiquée (résonance avec les transitions entre les états, dégénérescence en polarisation et recouvrement des diagrammes de rayonnement), également mentionnées dans la description, page 9, ligne 21 à la page 10, ligne 10, étaient obtenues dans toute l'étendue de la revendication 1 (voir la décision attaquée, point 1.4).

La chambre avait soulevé des objections similaires à l'encontre de la revendication 1 de la présente requête principale. Elle juge que ces objections ont été surmontées par les modifications réalisées dans la revendication 1 de la présente quatrième requête subsidiaire. En particulier, l'incorporation dans la source revendiquée des cavités optiques à micropilier à symétrie circulaire, dont les diamètres et la distance relative sont choisis pour obtenir le résultat recherché, clarifie les moyens permettant d'obtenir le résultat recherché et, par là, limite l'étendue de la revendication à la réelle contribution de l'invention à l'art antérieur. Au vu des modifications réalisées dans la présente revendication 1, la chambre partage l'avis du requérant selon lequel "[1]'homme du métier aurait donc

compris, à la lecture de la description de la demande, qu'il existe une plage de couplages de force - et donc de distance  $d$  - intermédiaire, permettant de satisfaire en même temps aux conditions 2) et 3). En agissant également sur le diamètre  $D$  (plus généralement, sur la géométrie des cavités), il est également possible de satisfaire la condition 1" (voir le mémoire de recours, page 4, deuxième paragraphe) [les "conditions 1 à 3" citées par le requérant correspondent aux trois propriétés de la source mentionnées dans le paragraphe ci-dessus].

4.3.3 Il s'ensuit que la revendication 1 est claire (article 84 CBE).

4.4 Suffisance de l'exposé de l'invention

4.4.1 La division d'examen avait conclu que l'invention telle que définie dans la revendication 1 des requêtes du moment n'était pas exposée de façon suffisamment claire et complète pour qu'un homme du métier puisse l'exécuter (article 83 CBE), car il ne saurait mettre en oeuvre une molécule photonique présentant un recouvrement à 70 % ou plus seulement sur la base de la description (voir la décision attaquée, point 1.5, pages 8 à 11), c'est-à-dire une des trois propriétés fonctionnelles de la source mentionnées ci-dessus.

4.4.2 Eu égard aux modifications de la présente revendication 1, la chambre n'est pas convaincue par l'argumentation de la division d'examen. Comme argumenté par le requérant (voir mémoire de recours, point I.1), la revendication 1 précise que les diamètres et la distance des deux cavités sont choisies de telle sorte que les trois propriétés de la source (résonance avec les transitions entre les états, dégénérescence en polarisation et recouvrement des diagrammes de rayonnement) soient satisfaites. Cette

problématique ne peut pas être comparée à celle, purement mathématique, de la solution d'un système de trois équations avec deux degrés de liberté. Comme expliqué dans la description, page 11, ligne 15 à la page 12, ligne 24 et montré dans les figures 5A à 5C et 6, un dimensionnement adéquat de la molécule photonique, comportant le choix approprié du diamètre des cavités et de la distance relative entre les deux cavités, permet d'obtenir une source de paires de photons intriqués ayant toutes les trois propriétés revendiquées. Selon le requérant, ce résultat est démontré expérimentalement seulement dans un cas particulier, mais l'homme comprendrait à partir de l'enseignement de la demande que ce résultat est valable de manière plus générale pour les molécules photoniques du type défini dans la revendication 1. En appui de ce propos, le requérant a fourni d'autres résultats expérimentaux (voir l'annexe 1 au mémoire du recours) confirmant que le choix de la distance  $d$  entre les cavités permet d'assurer un couplage de force intermédiaire entre les deux micropiliers. Ce couplage de force intermédiaire est assez intense pour dédoubler les modes de chaque cavité individuelle et permettre la résonance avec les transitions entre les états, mais pas trop pour préserver la dégénérescence en polarisation, de telle sorte qu'un recouvrement substantiel des diagrammes de rayonnement soit obtenu. En d'autres termes, les trois propriétés revendiquées de la molécule photonique sont obtenues grâce à ce couplage de force intermédiaire.

#### 4.5 Activité inventive

L'objet des revendications indépendantes 1 et 8 implique une activité inventive (article 56 CBE).

##### 4.5.1 Document D1 représente l'état antérieur le plus proche car il divulgue une source de paire de photons intriqués en

polarisation comportant un émetteur quantique dans une cavité.

4.5.2 La source de la revendication 1 diffère de celle de D1 en ce qu'elle contient une molécule photonique comprenant deux micropiliers à symétrie circulaire, agencés côte à côte, alors que D1 suggère un ensemble de deux cavités empilées.

4.5.3 L'effet de l'agencement côte à côte permet d'ajuster la distance entre les deux cavités et "de lever la dégénérescence entre les deux modes de cavité couplées et d'ajuster lesdits modes aux énergies  $E_X$  et  $E_{XX}$ " (page 10, lignes 25 à 27;  $E_X$  et  $E_{XX}$  étant, respectivement, l'énergie de transition entre l'état excitonique (X) et l'état fondamentale (0) et l'énergie entre l'état biexcitonique (XX) et l'état excitonique (X) de la boîte quantique; voir page 6, ligne 21 à la page 7, ligne 2). Plus précisément, la distance entre les cavités est ajustée de telle manière qu'un couplage de force intermédiaire règne entre les cavités. Dans cette gamme de couplage intermédiaire les modes de la molécule photonique se scinde en deux modes d'énergie différente tout en préservant sensiblement la dégénérescence en polarisation, propriété essentielle pour préserver l'indiscernabilité des deux photons émis (page 11, lignes 3 à 14).

Comme expliqué par le requérant dans le mémoire du recours, point II.1.B, "l'écart en énergie entre les états X et XX de l'émetteur quantique varie d'un émetteur à l'autre et n'est pas connu a priori. La structure de l'invention, au contraire, peut être réalisée par gravure après avoir mesuré l'écart énergétique X-XX pour chaque émetteur, ce qui permet d'adapter la molécule photonique à l'émetteur".

4.5.4 Le problème technique à résoudre consiste donc dans l'ajustement des niveaux d'énergie dédoublés de la molécule

photonique aux énergies de transitions  $E_x$  et  $E_{xx}$  de la boîte quantique.

- 4.5.5 D1, page 14, colonne de gauche, deuxième paragraphe, suggère un empilement de deux réflecteurs de Bragg distribués (DBR stack) ressemblant à un ensemble de deux cavités couplées. Il n'existe aucune indication dans D1 qui inciterait l'homme de l'art à rechercher un moyen d'ajustement de la géométrie des deux cavités couplées. Au contraire, en partant des deux cavités empilées de D1 comme art antérieur le plus proche, il n'est pas concevable que la force de couplage entre les cavités empilées de D1 puisse être ajustée aux énergies de transitions  $E_x$  et  $E_{xx}$  réellement mesurées de manière simple et précise. En effet, la technique de croissance d'empilements des cavités dans D1, page 14, colonne de gauche, deuxième paragraphe, ne semble pas permettre d'ajustement simple de la force de couplage au cours de la fabrication des cavités.

En plus, comme soumis par le requérant dans son mémoire de recours, II.1.C, le document D1, page 14, colonne de gauche, deuxième paragraphe, évoque le dédoublement des modes des cavités du type micropilier, mais déconseille explicitement cette solution qui est basée sur des cavités à section elliptique levant la dégénérescence de la polarisation. Ce faisant, D1 dissuade l'homme de l'art de rechercher une solution à base d'une molécule photonique telle que revendiquée, c'est-à-dire constituée par des cavités agencées côte à côte.

En partant de D1, l'homme du métier n'a aucune raison évidente d'envisager une molécule photonique telle que revendiquée.

4.5.6 D2 décrit une molécule photonique comprenant deux cavités à section carrée, agencées côte à côte et reliées à travers un canal.

Contrairement à l'opinion exprimée par la division d'examen dans les "remarques supplémentaires" annexées à la décision attaquée, points 1.2 et 1.3, la chambre juge que l'homme de l'art n'aurait pas envisagé de consulter D2 pour les raisons suivantes:

- D2 ne fait pas partie du domaine technique de D1, c'est-à-dire le domaine des sources de paires de photons intriqués comportant un émetteur quantique.
- La structure de la molécule photonique de D1 est fondamentalement différente de celle de D2. Modifier la molécule photonique de départ de D1 sur la base de l'enseignement de D2 pour essayer d'arriver à une molécule photonique telle que revendiquée nécessiterait une révision en profondeur de la conception et de la réalisation de la molécule photonique de D1.
- D1 contient un enseignement qui tend à dissuader l'homme de l'art d'envisager une molécule photonique constituée de cavités agencées côte à côte (D1, page 14, colonne de gauche, deuxième paragraphe).

4.5.7 La chambre estime que les autres documents cités au cours de la procédure d'examen, absents de la décision attaquée, ne sont pas plus pertinents que D1, en combinaison avec D2, pour évaluer l'activité inventive de l'objet de la revendication 1.

4.5.8 Par conséquent, comme l'homme du métier, en partant de D1, n'a aucune raison évidente, ni d'envisager une molécule photonique telle que revendiquée, ni de consulter le

document D2, l'objet de la revendication 1 implique une activité inventive.

4.5.9 La revendication indépendante 8 définit un procédé de fabrication d'une source selon la revendication 1. Ce procédé implique, par conséquent, une activité inventive pour des raisons correspondantes à celles évoquées au sujet de la source selon la revendication 1.

5. En conclusion, la demande de brevet selon la quatrième requête subsidiaire remplit les exigences de la CBE et un brevet peut être délivré sur cette base.

## **Dispositif**

### **Par ces motifs, il est statué comme suit**

1. La décision attaquée est annulée.

2. L'affaire est renvoyée à l'instance du premier degré afin de délivrer un brevet dans la version suivante:

#### Description:

Pages 1 à 17 produites à la procédure orale du 12 décembre 2019

#### Revendications:

1 à 8 de la deuxième requête subsidiaire produites avec lettre du 8 novembre 2019

#### Figures:

Feuilles 1/5 à 5/5 telles que déposées à l'origine.



La Greffière :

Le Président :



S. Sánchez Chiquero

R. Bekkering

Décision authentifiée électroniquement