

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

①① N° de publication : **3 147 375**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **23 03002**

⑤① Int Cl⁸ : **G 01 P 5/00** (2023.01), G 05 D 1/08, G 01 P 5/24,
B 64 C 39/02

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Engin autonome avec capteur de vent.

②② Date de dépôt : 29.03.23.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 04.10.24 Bulletin 24/40.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 02.05.25 Bulletin 25/18.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *UAVIA Société par Actions
Simplifiée* — FR.

⑦② Inventeur(s) : YASSUR Dan.

⑦③ Titulaire(s) : *UAVIA Société par Actions Simplifiée.*

⑦④ Mandataire(s) : Le Forestier Conseil.

FR 3 147 375 - B1



Description

Titre de l'invention : Engin autonome avec capteur de vent

Domaine de l'invention

[0001] La présente invention concerne un engin autonome par exemple de type drone aérien (ou UAV pour « Unmanned Aerial Vehicle » en anglais), équipé d'un capteur de vent.

Etat de la technique

[0002] On connaît des drones équipés d'un capteur de vent, les données recueillies à partir de ce capteur pouvant être utilisées par exemple pour des mesures environnementales. La mesure du vent effectif s'effectue par différentiation entre le vent relatif mesuré et la vitesse de l'engin, connue à partir de la centrale inertielle embarquée par l'engin.

[0003] Les capteurs de vent embarqués doivent être légers pour ne pas surcharger l'engin, et aussi précis que possible. En outre, certains capteurs sont sensibles à l'inclinaison, si bien que s'ils ne sont pas positionnés selon une orientation de référence, les mesures de vent peuvent devenir imprécises et parfois inexploitable.

[0004] Une solution à ce problème peut consister à stabiliser l'attitude de l'engin qui porte le capteur, mais cette contrainte est en général incompatible avec les variations d'attitude inhérentes aux déplacements de l'engin et à la nécessité de contrer le vent.

Résumé de l'invention

[0005] La présente invention vise à proposer un engin volant autonome doté d'un capteur de vent, qui s'affranchisse des problèmes précités.

[0006] On propose à cet effet un engin autonome piloté, comprenant un corps principal, des moyens motorisés de déplacement de l'engin, l'engin étant susceptible de subir des variations d'attitude lors de son déplacement, l'engin comprenant en outre un capteur de vent solidaire du corps principal, l'engin étant caractérisé en ce qu'il comprend un système motorisé de montage du capteur sur le vent, apte à corriger des variations d'attitude mesurées de l'engin afin de maintenir le capteur de vent dans une orientation de consigne.

[0007] Certains aspects préférés mais non limitatifs de l'engin comprennent les caractéristiques additionnelles suivantes, prises individuellement ou en toutes combinaison que la personne du métier appréhendera comme étant techniquement compatibles entre elles :

[0008] * le système motorisé comprend une jointure à deux axes et des moteurs d'entraînement en rotation de la jointure selon les deux axes.

[0009] * les deux axes sont horizontaux dans une position de référence de l'engin, et orthogonaux entre eux.

[0010] * le système motorisé de montage comprend deux bras dont l'un est solidaire du

corps principal de l'engin et dont l'autre porte le capteur de vent, les bras étant reliés par la jointure, cette dernière comprenant une paire d'étriers solidaires entre eux et solidaires en rotation de deux moteurs montés respectivement sur les deux bras.

[0011] * les moteurs sont des servomoteurs.

[0012] * la jointure comprend un corps dont les deux moteurs sont solidaires.

[0013] * le corps définit un boîtier pour une circuiterie de commande des moteurs.

[0014] * le système motorisé comprend un premier bras monté sur un corps principal de l'engin et dont une partie située à distance dudit corps est solidaire en rotation de l'arbre de sortie d'un premier moteur.

[0015] * le premier bras est configuré pour que le centre de gravité de l'ensemble mobile que ce bras porte soit situé sensiblement à la verticale d'une région d'ancrage du premier bras sur le corps principal.

[0016] * le système motorisé de montage comprend un deuxième bras portant le capteur de vent et dont une partie intermédiaire est solidaire en rotation de l'arbre de sortie du deuxième moteur.

[0017] * le deuxième bras possède un contrepoids, ladite partie intermédiaire du deuxième bras étant voisine d'un centre de gravité de l'ensemble formé du deuxième bras, de son contrepoids et du capteur de vent.

[0018] * les moteurs sont des moteurs sans balais.

[0019] * le capteur de vent comprend une combinaison de capteurs ultrasoniques.

Brève description des dessins

[0020] Des formes de réalisation non limitatives de l'engin volant selon la présente invention sont maintenant décrites en détail en regard des dessins annexés, sur lesquels :

[0021] [Fig.1] est une en perspective schématique d'un engin selon l'invention,

[0022] [Fig.2] est une vue en perspective détaillée d'un système de captation de vent selon un premier mode de réalisation, et

[0023] [Fig.3] est une vue en perspective détaillée d'un système de captation de vent selon un deuxième mode de réalisation.

[0024] Description détaillée de formes de réalisation préférées

[0025] En référence à la [Fig.1], on a représenté un engin volant autonome ou drone, ici du type à six rotors, qui comprend un corps principal 10 et un ensemble de bras 20 supportant autant de rotors 30 dotés chacun d'une hélice 31 et d'un moteur 32.

[0026] La circuiterie électronique de l'engin et les batteries sont logées dans le corps principal. Ce dernier peut être doté d'une nacelle 40 ou autre support pour la connexion mécanique et électrique d'accessoires tels que caméras, capteurs, etc.

[0027] L'engin comporte également un capteur de vent 50 porté par un support 60 et disposé

au-dessus du corps central 10, à une distance des hélices 31 qui est suffisante pour éviter que l'air brassé de haut en bas par les hélices pour assurer la sustentation ne vienne perturber la mesure du vent. Cette distance pourra varier en fonction du type d'engin, mais est typiquement comprise entre 1 et 1,5 fois le diamètre des hélices 31, ceci n'étant toutefois nullement limitatif. Le support comporte une jointure à deux axes 70 comme on le verra en détail plus loin.

- [0028] Le capteur de vent est par exemple un capteur de vent doté d'un ensemble de capteurs à ultrasons, notamment le capteur TriSonica® commercialisé par la société Anemoment LLC, 353 Main Street, Longmont, CO 80501, Etats-Unis d'Amérique. Capable de déterminer le vecteur du vent auquel il est exposé selon trois axes. Le capteur de vent peut être également apte à mesurer la température, l'humidité, la pression et le point de rosée de l'air, et être également doté d'une fonction boussole.
- [0029] En référence maintenant à la [Fig.2], on a représenté en perspective une première version d'un système stabilisé de montage d'un capteur de vent sur un engin. Ainsi le support 60 comprend un premier bras fixe 61 orienté généralement verticalement (dans la position de référence, au repos, de l'engin), fixé à sa base au corps principal de l'engin. A l'extrémité supérieure du bras 61 est prévue une jointure motorisée deux axes globalement désignée par la référence 70. Cette jointure comprend un premier moteur 71 monté de façon fixe sur l'extrémité supérieure du bras 61 et dont un arbre de sortie 72 définit un premier axe de pivotement horizontal A1 de la jointure et entraîne en rotation selon cet axe un double étrier 73. A distance verticale au-dessus de l'axe A1, l'étrier 73 est relié à un bras supérieur 62 du support via un deuxième moteur 74, au niveau d'un arbre de sortie 75 de ce moteur qui définit un deuxième axe de pivotement horizontal A2 de la jointure, orthogonal au premier axe A1.
- [0030] Sur une platine prévue à l'extrémité supérieure du bras 62 est monté fixement, éventuellement via des éléments amortisseurs, le capteur de vent 50, ici du type précité.
- [0031] Sur le bras 61 est fixé un boîtier 80 abritant la circuiterie de commande des moteurs 71, 74, ainsi qu'une centrale inertielle permettant de délivrer des données d'attitude de l'engin, en particulier d'assiette et d'inclinaison. Cette circuiterie comprend reçoit en entrée des données de vol de l'engin et notamment des données d'assiette et d'inclinaison. De cette manière le dispositif de montage stabilité est indépendant de l'engin. En variante, ces données peuvent provenir d'une centrale inertielle pré-existante sur l'engin.
- [0032] La circuiterie pilote les moteurs 71, 74 de manière à ce que, au cours du vol, le bras supérieur 62 conserve une attitude verticale, aux incertitudes de commande près. Les deux axes A1, A2 correspondent par exemple aux axes X, Y de l'engin selon la désignation normalisée (X : axe principal correspondant à la direction d'avancement nominale, Y : axe horizontal transversal), de telle sorte que les moteurs 71 et 74 permet

de compenser les variations d'assiette et d'inclinaison de l'engin en fonction de la trajectoire, avec éventuellement un avancement « en crabe », et du vent.

- [0033] De la sorte, le capteur 50 conserve son orientation de travail optimale, pour délivrer des données de vitesse et d'orientation du vent aussi précises que possible.
- [0034] Les moteurs 71, 74, dans cette configuration, doivent être choisis pour délivrer un couple suffisant pour la commande de maintien d'orientation précitée. Typiquement, on choisit des servomoteurs.
- [0035] On va maintenant décrire en référence à la [Fig.3] un deuxième mode de réalisation permettant de diminuer le couple devant être exercé par les moteurs, et donc de recourir à des moteurs de technologies différentes, typiquement plus petits, plus légers, tout en améliorant la qualité de la stabilisation et en limitant les phénomènes d'usure.
- [0036] Le support 60 comprend ici un bras inférieur 161 comportant une base 161a et un prolongement coudé 161b, et un bras supérieur 162 généralement vertical, situé dans le prolongement de la base 161a ou tout au moins dans cette région, de manière rapprocher le centre de gravité de l'ensemble mobile sur ce bras inférieur de l'axe de la base 161a et ainsi limiter les efforts de porte-à-faux.
- [0037] Une jointure 170 à deux axes d'articulation relie les bras 161 et 162. Elle comprend un premier moteur 171 monté à l'extrémité du prolongement coudé 161b opposée à la base 161a, orientée sensiblement horizontalement selon un axe A1. L'arbre de sortie (non visible) du moteur 171, orienté selon ce même axe, est en prise avec ladite extrémité du prolongement coudé 161b.
- [0038] Le moteur 171 est solidaire d'un corps principal 172 définissant un boîtier 173 recevant une circuiterie de commande de compensation d'assiette et d'inclinaison. Dans une région opposée du boîtier 172 est monté un deuxième moteur 174 dont l'arbre de sortie (non visible), disposé selon un axe horizontal A2 perpendiculaire à l'axe A1, est en prise avec une monture 175 fixée en une position intermédiaire du bras 162.
- [0039] Le bras 162 porte à son extrémité supérieure une platine 162a sur laquelle est monté le capteur de vent 50, tandis qu'il est doté à son extrémité inférieure d'un contrepoids 162b, la position de fixation de la monture 175 étant sensiblement à la hauteur du centre de gravité de l'ensemble constitué du bras 162 (y compris son contrepoids) et du capteur de vent 50.
- [0040] Dans le même esprit, les éléments sont conçus et dimensionnés de telle sorte que le centre de gravité de l'ensemble monté à l'extrémité supérieure de la partie coudée 161b du bras 161 (à savoir les deux moteurs 171, 174, le boîtier 172 et la circuiterie qu'il contient, le bras 162 et le capteur 50) soit sensiblement aligné avec l'axe A1.
- [0041] De la sorte le couple nécessaire au niveau des moteurs 171 et 174 est abaissé, et en particulier il devient possible d'utiliser des moteurs sans balais (« brushless » en

anglais) beaucoup plus compacts, léger et consommant moins de courant, au profit de l'autonomie de l'engin.

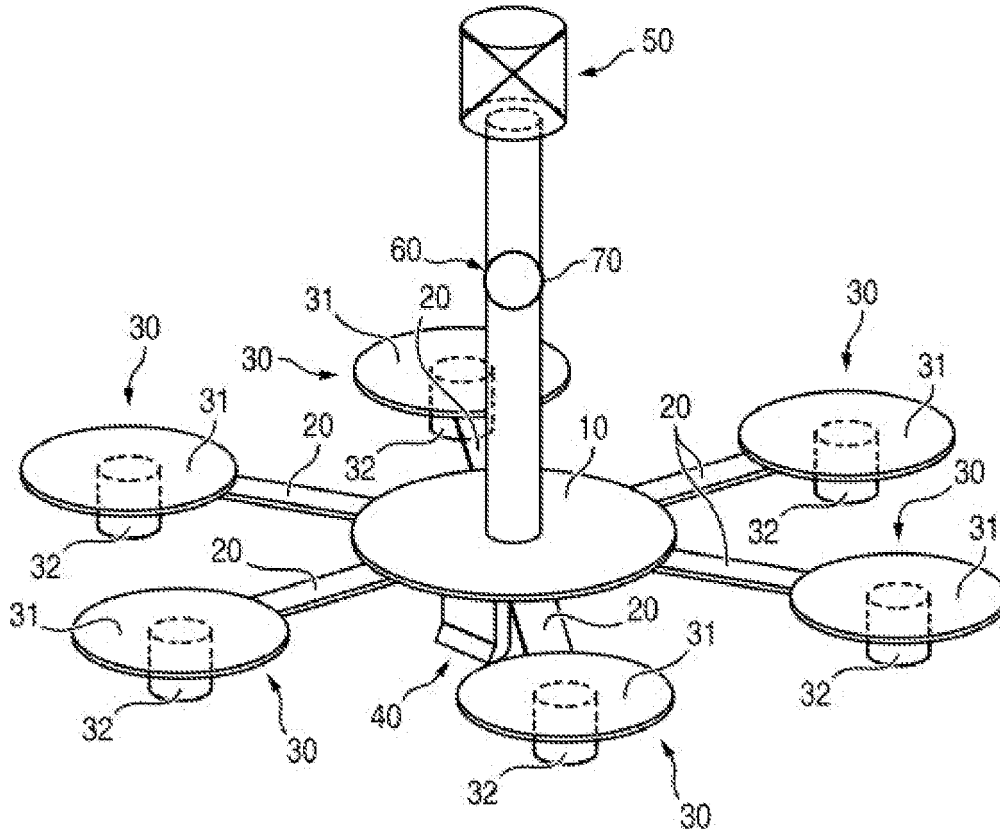
[0042] Bien entendu, la présente invention n'est nullement limitée aux formes de réalisation décrites ci-dessus et représentées sur les dessins, mais la personne du métier saura y apporter de nombreuses variantes et modifications.

[0043] Par ailleurs, l'invention peut être mise en œuvre avec des véhicules de tous types dans lesquels des variations d'attitude sont observées au cours du déplacement, notamment des véhicules terrestres ou nautiques, habités ou non.

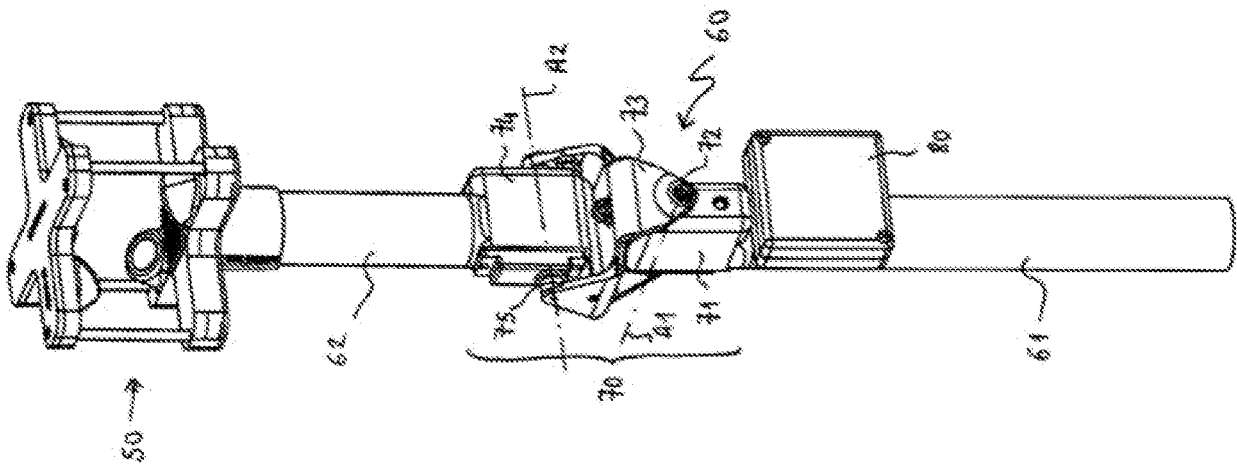
Revendications

- [Revendication 1] Engin autonome piloté, comprenant un corps principal (10), des moyens motorisés (30) de déplacement de l'engin, l'engin étant susceptible de subir des variations d'attitude lors de son déplacement, l'engin comprenant en outre un capteur de vent (50) solidaire du corps principal, l'engin étant caractérisé en ce qu'il comprend un système motorisé (60) de montage du capteur sur le vent, apte à corriger des variations d'attitude mesurées de l'engin afin de maintenir le capteur de vent dans une orientation de consigne, le système motorisé (60) comprenant :
- une jointure (170) à deux axes (A1, A2),
 - des moteurs (171, 174) d'entraînement en rotation de la jointure selon les deux axes, la jointure comprenant un corps (172) dont les deux moteurs (171, 174) sont solidaires,
 - un premier bras (161) monté sur un corps principal (10) de l'engin et dont une partie située à distance dudit corps est solidaire en rotation de l'arbre de sortie d'un premier moteur (171) et configuré pour que le centre de gravité de l'ensemble mobile (171, 172, 174, 162, 50) que ce bras porte soit situé sensiblement à la verticale d'une région d'ancrage du premier bras (161) sur le corps principal,
 - un deuxième bras (162) portant le capteur de vent (50) et dont une partie intermédiaire (175) est solidaire en rotation de l'arbre de sortie du deuxième moteur (174), le deuxième bras possédant un contrepoids (162b), ladite partie intermédiaire (175) du deuxième bras étant voisine d'un centre de gravité de l'ensemble formé du deuxième bras (162), de son contrepoids (162b) et du capteur de vent (162a, 50).
- [Revendication 2] Engin selon la revendication 1, caractérisé en ce que les deux axes (A1, A2) sont horizontaux dans une position de référence de l'engin, et orthogonaux entre eux.
- [Revendication 3] Engin selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le corps définit un boîtier (173) pour une circuiterie de commande des moteurs.
- [Revendication 4] Engin selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moteurs (171, 174) sont des moteurs sans balais.
- [Revendication 5] Engin selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le capteur de vent (50) comprend une combinaison de capteurs ultrasoniques.

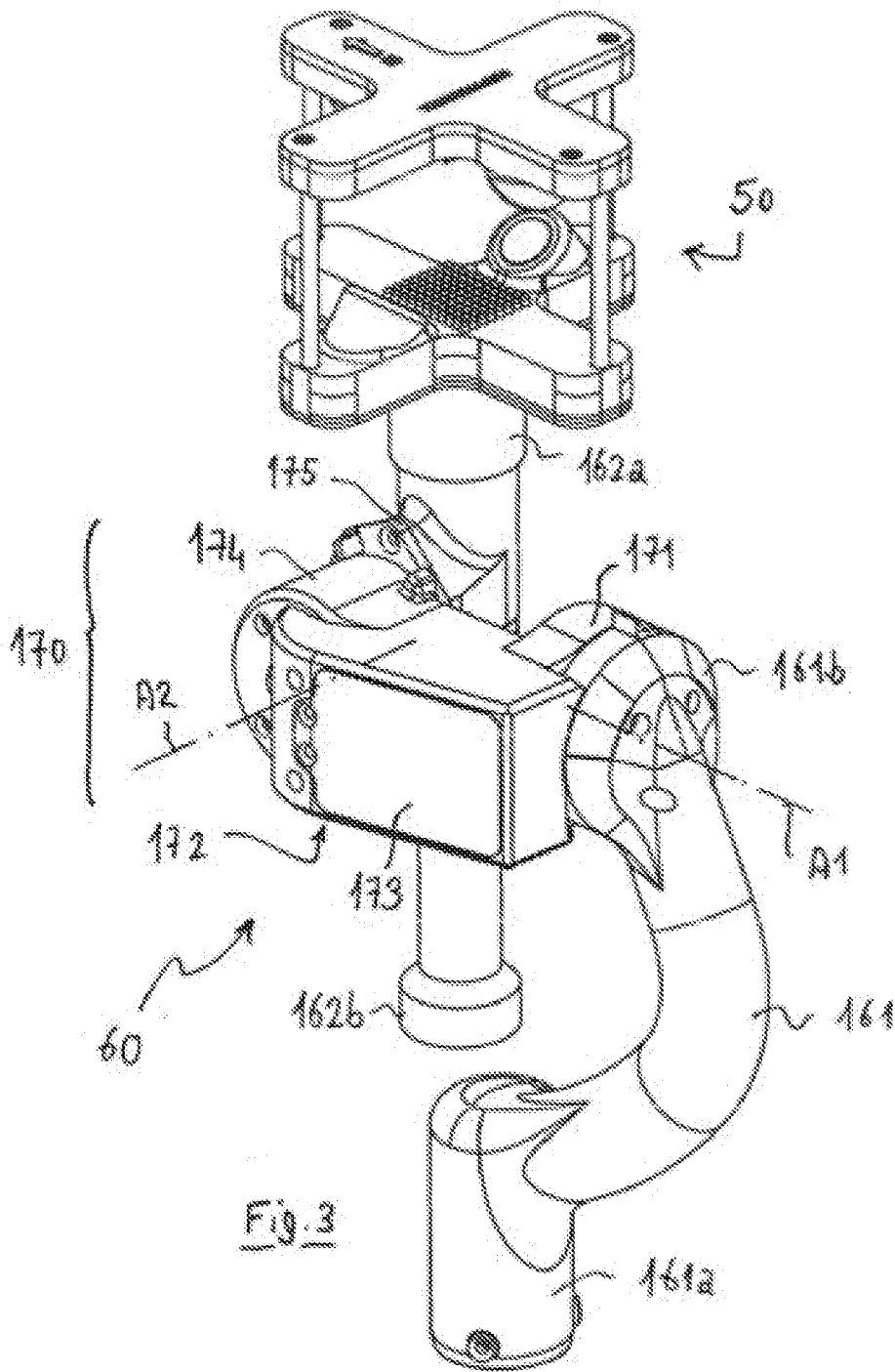
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



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 2022/162053 A1 (EXPLICIT APS [DK])
4 août 2022 (2022-08-04)

WO 2019/210375 A1 (BIOSCOUT PTY LTD [AU])
7 novembre 2019 (2019-11-07)

WO 2022/021063 A1 (SZ DJI TECHNOLOGY CO
LTD [CN]) 3 février 2022 (2022-02-03)

KR 2018 0049478 A (IUCF HYU ERICA CAMPUS
[KR]) 11 mai 2018 (2018-05-11)

**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