

## (12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :  
**MA 56823 A1**

(51) Cl. internationale :  
**A01C 23/00; A01M 7/00;  
B05B 12/122; B05B 12/12**

(43) Date de publication :  
**30.11.2023**

---

(21) N° Dépôt :  
**56823**

(22) Date de Dépôt :  
**20.05.2022**

(71) Demandeur(s) :  
**Université Mohammed V - Rabat, Avenue des Nations Unies, Agdal, bp 8007 NU,  
10000 RABAT (MA)**

(72) Inventeur(s) :  
**EZZAKI Ayoub ; MASMOUDI Lhoussaine ; Abanay Abdelkrim**

(74) Mandataire :  
**KARTIT Zaid**

---

(54) Titre : **Robot de pulvérisation autonome et localisée de pesticides**

(57) Abrégé : La présente invention concerne un robot agricole dédié à la pulvérisation autonome et localisée de pesticides sous serre. Ce robot permet l'acquisition des informations sur son environnement par le biais des capteurs de perception embarqués permettant au robot à naviguer d'une manière autonome sous serre, et la pulvérisation localisée de pesticides.

**Abrégé :**

La présente invention concerne un robot agricole dédié à la pulvérisation autonome et localisée de pesticides sous serre. Ce robot permet l'acquisition des informations sur son environnement par le biais des capteurs de perception embarqués permettant au robot à naviguer d'une manière autonome sous serre, et la pulvérisation localisée de pesticides.

## **Titre : Robot de pulvérisation autonome et localisée de pesticides**

### **Description**

La présente invention concerne un robot mobile agricole dédiée à la pulvérisation, autonome et localisée, de pesticides sous serre.

L'utilisation non-contrôlée de pesticides, l'irrigation excessives et la non-disponibilité de la main d'œuvre représentent des défis importants dans le secteur agricole. L'utilisation des robots dans l'agriculture nécessite l'exploitation des données, à travers des capteurs embarqués, qui décrivent l'environnement qui les entoure et pour transformer par la suite ces données en information utile pour les tâches envisagées.

La majorité des robots agricoles présentent les inconvénients d'autonomie, de coût et d'adaptation. De plus, les systèmes de pulvérisation classiques représentent l'inconvénient majeur d'être non-localisée, ce qui engendre un non-respect des normes encadrant ce domaine.

Il est connu de l'état de la technique un dispositif ayant fait l'objet d'un brevet numéro **WO2020239185**, qui propose un robot agricole vertical qui dispose de plusieurs plateaux accueillants les milieux de croissance des plantes avec des buses d'arrosage automatique. Cette configuration est limitée par sa position statique dans la serre agricole, ce qui peut être gênant pour les agriculteurs travaillant dans le même endroit. D'autre part, le brevet d'invention numéro **WO2006063314** propose un robot agricole pour les tâches de récolte robotisée, élagage, abattage, désherbage, mesure et gestion des cultures agricoles. Ce système présente l'inconvénient majeur d'avoir une navigation non-autonome, ce qui peut engendrer des erreurs de synchronisation avec le tracteur. Un autre brevet d'invention sous le numéro **WO2008136804** propose un système d'automatisation et robotique agricoles. Ce système comporte un chariot porte accessoires et un bras motorisé pour la pulvérisation, avec un inconvénient majeur de l'absence d'un système de détection d'obstacles le long du son trajectoire au champ agricole.

La présente invention, qui vise à plier les inconvénients cités ci-dessus, concerne un robot mobile agricole (1) équipé de quatre roues motrices (3), des capteurs de perception (10) (11) (14) et d'un système de pulvérisation avec des bras robotisés (5).

Fig. 1 : Vue isométrique de la plateforme mobile "Agri-Eco Robot".

Fig. 2 : Vue en éclaté de la plateforme mobile "Agri-Eco Robot".

Fig. 3 : Vue de haut de la plateforme mobile "Agri-Eco Robot".

Fig. 4 : Vue d'arrière de la plateforme mobile "Agri-Eco Robot".

Fig. 5 : Vue de dessous de la plateforme mobile "Agri-Eco Robot".

Fig.6 :Processus de la détection des plantes.

Fig.7 : Processus de navigation autonome du robot et pulvérisation de pesticide localisée.

Le robot selon l'invention comporte un châssis en acier (2) équipé de quatre roues motrices (3) et conçu pour supporter 120 kg et remorquer 80 kg. Les capteurs de perception embarqués permettent au robot d'interagir avec son environnement pour prendre la bonne décision, au bon temps et au bon endroit, tout en navigant d'une manière autonome entre les rangées de la serre tunnel avec une pulvérisation localisée. Cette navigation autonome est basée sur le procédé présenté dans la figure 7, un calcul de la déviation et déplacement de robot par rapport au centre des rangées se fait au niveau de la carte de traitement (9) en temps réel à l'aide des données captées par le Lidar 2D (10). Afin d'améliorer la robustesse de la navigation autonome le robot possède un procédé pour détecter des obstacles (Fig.7) par la fusion des données de Lidar 2D (10) et caméra stéréo (11). Le système de pulvérisation du robot est composé d'un réservoir de pesticides (7) avec une pompe émergée (8) qui délivre le pesticide au bras motorisés par le biais d'un tuyau. Ces deux bras motrices (5) ont été conçus en plastique biodégradable pour préserver l'aspect écologique du robot. Ces bras sont liés à deux moteurs pas-à-pas (6) de 12V chacun, et utilisant les informations issues du capteur de vision omnidirectionnelle (14) pour se localiser en dessus de chaque plante, en utilisant le procédé développé pour cette tâche (Fig.6), pour une pulvérisation localisée, autonome et optimale. Le procédé consiste à segmenter chaque plante dans les deux rangées autour du robot par la carte de traitement (9). A la fin, le centroïde de chaque plante est calculé. Les lois de commande des deux moteurs sont définies par les coordonnées du centroïde de chaque plante, déterminés à partir du procédé décrit ci-dessus (Fig.6) et envoyés par la carte électronique de commande (4). Cette commande permet aux bras de s'orienter vers les plantes, pour assurer une pulvérisation localisée et autonome.

## Revendications

1. Un robot mobile écologique pour vulgarisation comprenant :
  - un châssis équipé de quatre roues motrices,
  - un système de pulvérisation équipé de deux bras moteurs, d'un réservoir prévu pour contenir les pesticides, d'une pompe émergée prévu pour délivre ledit pesticide aux dit bras motorisés par le biais d'un tuyau.
  - des capteurs de perception embarqués lidar Hokuyo 2d pour scanner 180° suivant un plan horizontal.
  - Système de vision omnidirectionnelle contenant un miroir sphérique et une caméra perspective CCD pour capturer la scène en 3D de la scène réfléchit par le dit miroir sphérique.
  - une caméra stéréo ZED
  - des cartes électroniques de commande et de traitement des données captées par lesdits capteurs.
2. Le robot mobile selon la revendication 1 caractérisé en ce que ledit Châssis est construit en acier peut supporter plus de 120 kg et remorque 80kg.
3. Le robot mobile selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il est équipé de quatre roues motrices pour se déplacer moyennant un moteur Brushless de 250 Watt.
4. Le robot mobile selon la revendication 1 caractérisé en ce que lesdits bras motrices sont en plastique biodégradable, sont liés à deux moteurs pas-à-pas pour une pulvérisation localisée.
5. Le robot mobile selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il est équipé de deux Moteur pas à pas pour tourner les deux bras dans le plan horizontal.
6. Le robot mobile selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il permet d'acquérir une image omnidirectionnelle en utilisant une combinaison de dit miroir et de ladite caméra.
7. Le robot mobile selon les revendications revendications précédentes caractérisé en ce que lesdites Cartes de commande sont utilisées pour commander les quatre roues motrices et le système de pulvérisation de pesticide.

Dessins

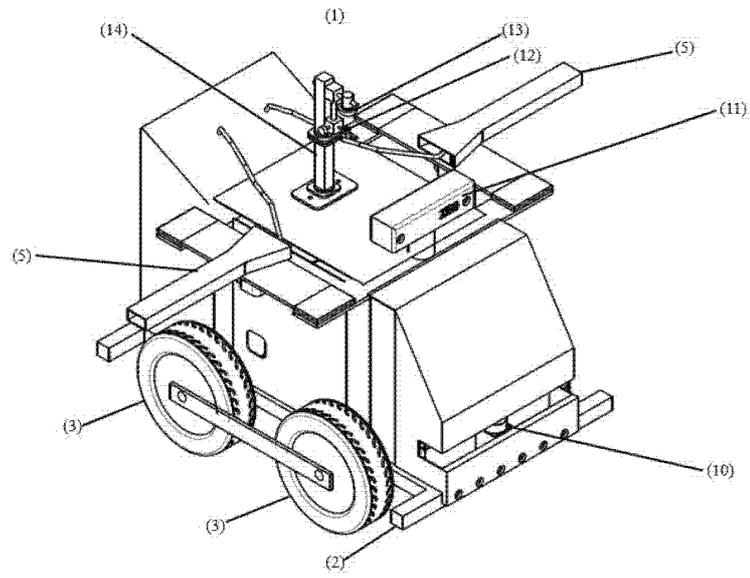


Fig.1

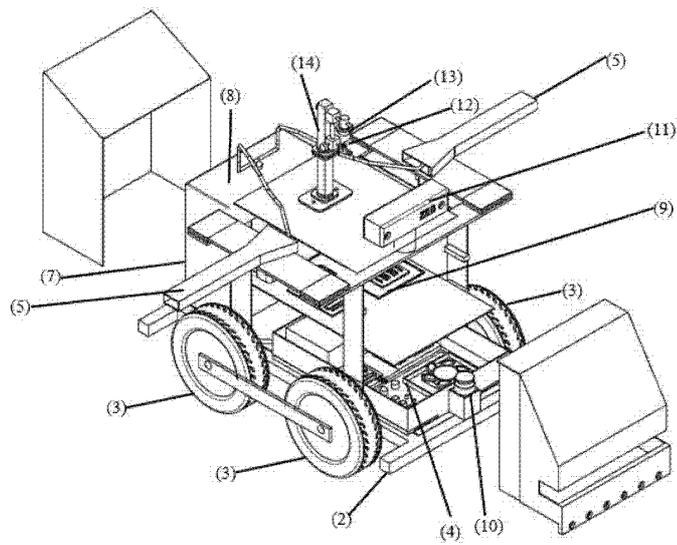


Fig.2

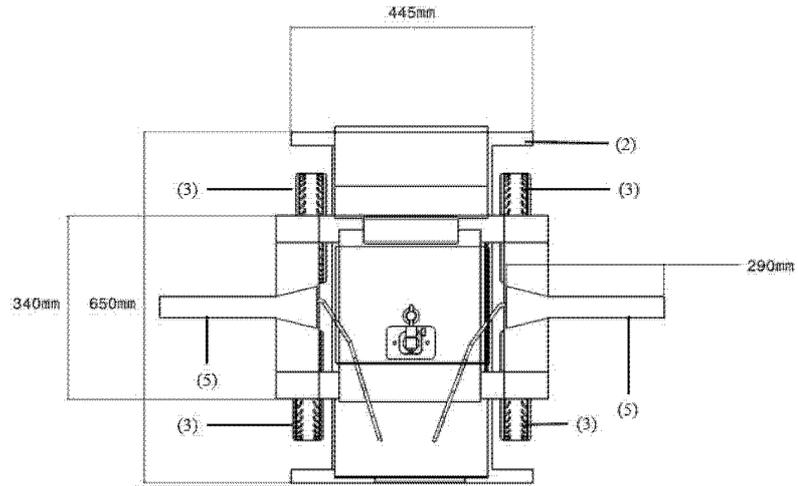


Fig.3

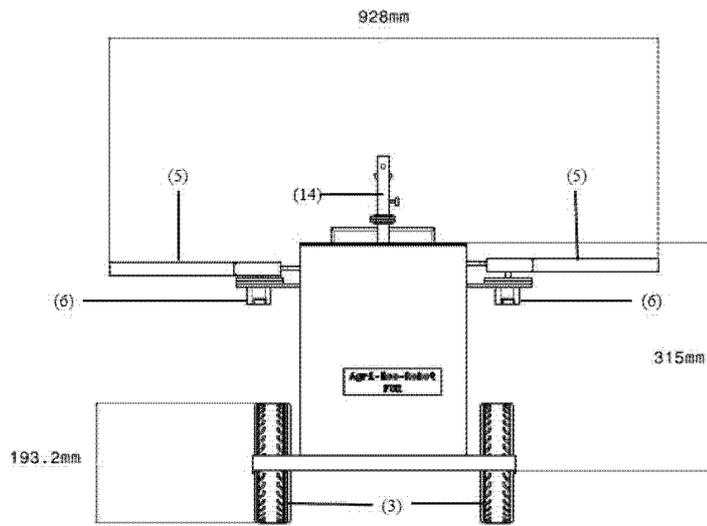


Fig.4

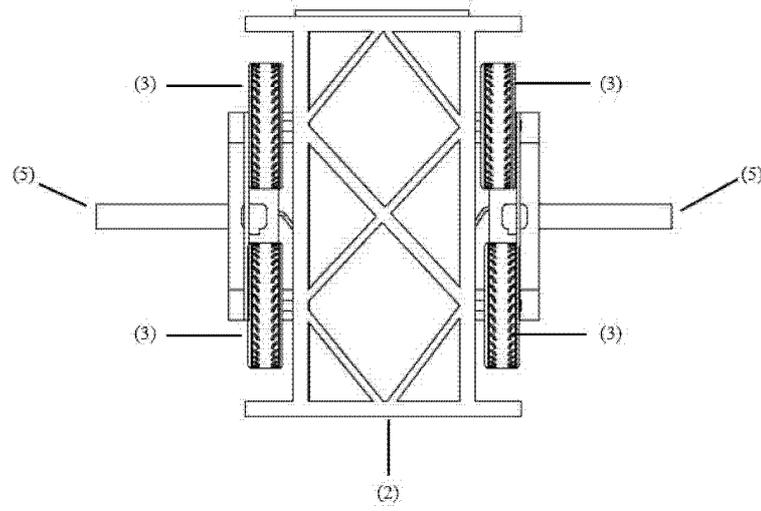


Fig.5

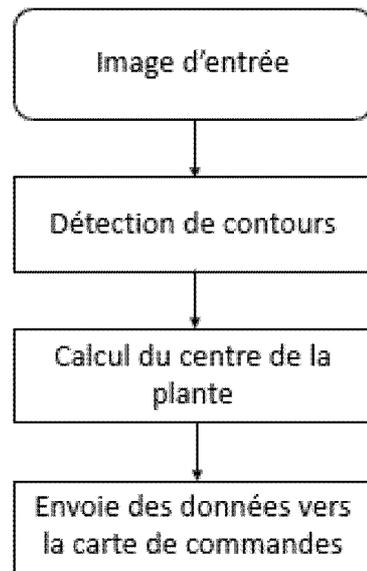


Fig. 6

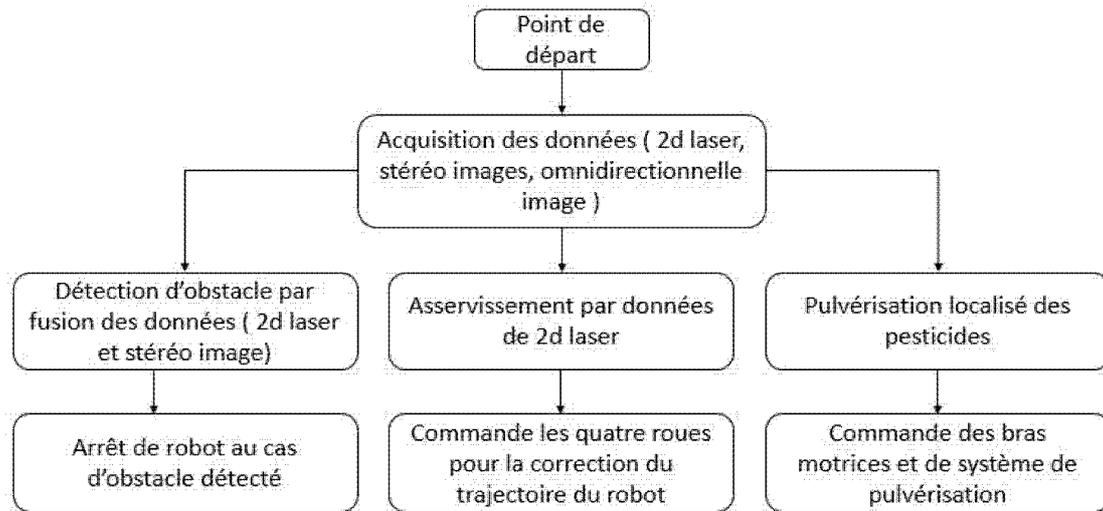


Fig.7

**RAPPORT DE RECHERCHE  
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**  
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la  
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée  
par la loi 23-13)

<b>Renseignements relatifs à la demande</b>	
N° de la demande : 56823	Date de dépôt : 20/05/2022
Déposant : Université Mohammed V - Rabat	
Intitulé de l'invention : Robot de pulvérisation autonome et localisée de pesticides	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site <a href="http://worldwide.espacenet.com">http://worldwide.espacenet.com</a> , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport	
<input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté	
<input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention	
<input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examineur : Saad-eddine BOUDIH	Date d'établissement du rapport : 23/06/2022
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	

**Partie 1 : Considérations générales****Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description  
2 Pages
- Revendications  
7
- Planches de dessin  
4 Pages

**Partie 2 : Rapport de recherche**

Classement de l'objet de la demande :

CIB : A01C23/00 ; A01M7/00 ; B05B12/12

CPC : A01C23/005 ; A01M7/0032 ; B05B12/122

Plateformes et bases de données électroniques de recherche :

EPOQUENET, WPI, ScienceDirect, ORBIT

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
Y	CN106135174A ; CHEN TIANLAI [CN], CHEN YONGHONG [CN] ; 23-11-2016 Description, Figures 2-8	1-7
Y	US2022117209A1 ; VERDANT ROBOTICS INC [US] ; 21-04-2022 Paragraphe 178	1-7
A	CN111903645A ; UNIV GUANGXI SCI & TECHNOLOGY [CN] ; 10-11-2020	1-7
A	CN105638613A ; UNIV CHINA AGRICULTURAL [CN] ; 08-06-2016	1-7

**\*Catégories spéciales de documents cités :**

-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément  
-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier  
-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent  
-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs  
-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

**Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité****Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté***- Remarques de forme*

La revendication 1 n'est pas conforme aux dispositions de l'article 9 du décret d'application de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, la revendication doit être rédigée en deux parties, la première consistant en un préambule indiquant la désignation de l'objet de l'invention et les caractéristiques techniques qui sont nécessaires à la définition des éléments revendiqués mais qui, combinées entre elles, font partie de l'état de la technique, et la seconde (la partie caractérisante) précédée des expressions « caractérisée en » ou « caractérisé par » ou d'une formule analogue, consistant en une indication des caractéristiques énoncées dans la première partie, sont celles pour lesquelles la protection est demandée.

*- Remarques de clarté*

La demande ne satisfait pas aux exigences de l'article 35 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. Les revendications 1-7 manquent de clarté et de concision, et ce pour les raisons suivantes :

Les revendications 6 et 7 ne satisfont pas à l'exigence de clarté, car l'objet de la protection demandée n'est pas clairement défini. Les revendications 6 et 7 tentent de définir l'objet par le résultat recherché, ce qui revient simplement à énoncer le problème sous-jacent, sans indiquer les caractéristiques techniques nécessaires pour parvenir à ce résultat.

Le terme « Hokuyo 2d » employé dans la revendication 1, qui semble constituer une marque déposée, n'a pas de sens précis car il n'est pas accepté sur le plan international en tant que terme descriptif standard. L'objet de cette revendication n'est donc pas clairement défini.

**Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté	Revendications 1-7 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive	Revendications aucune Revendications 1-7	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-7 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : CN106135174A  
D2 : US2022117209A1

## 1. Nouveauté

Aucun des documents cités ci-dessus, considéré isolément, ne divulgue un robot mobile écologique pour vulgarisation comportant l'ensemble des caractéristiques techniques de la revendication 1. D'où l'objet de ladite revendication est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. Par conséquent, les revendications dépendantes 2-7 sont aussi nouvelles.

## 2. Activité inventive

**2.1-** Le document D1, qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue un robot mobile écologique pour vulgarisation comprenant :

- Un châssis équipé de quatre roues motrices.
- Un système de pulvérisation équipé d'un réservoir prévu pour contenir les pesticides d'une pompe émergée prévu pour délivrer ledit pesticide auxdits bras motorisés par le biais d'un tuyau.
- Des cartes électroniques de commande et de traitements des données captées par lesdits capteurs.

L'objet de la revendication 1 diffère du système connu de D1 en ce qu'il comprend Un système de vision omnidirectionnelle contenant des capteurs de perception embarqués, un miroir sphérique et une caméra perspective CCD, une caméra stéréo.

L'effet technique apporté par cette différence réside dans le fait de scanner 180° suivant un plan horizontal et capturer une scène 3D.

Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme la collecte des données à travers les caméras afin de permettre au robot mobile de les traiter et détecter les obstacles existants.

La solution proposée dans la revendication 1 de la présente demande n'implique pas une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. En effet, le document D2 divulgue l'utilisation des capteurs de perception embarqués, d'une caméra perspective CCD et d'une caméra stéréo « ZED ». Par conséquent, l'introduction de ces caractéristiques dans le système connu de D1 est considérée comme une solution de développement ordinaire que l'homme du métier utiliserait, afin de résoudre le problème posé, sans faire preuve d'esprit inventif.

**2.2-** L'objet des revendications dépendantes 2-7 ne satisfait pas aux exigences de l'activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. En effet, quelques caractéristiques additionnelles de ces revendications sont connues de D1

en combinaison avec D2. Les autres caractéristiques, divulguées dans les revendications 2-5, sont considérées comme des modifications qui sont à la portée de l'homme du métier et qu'il aurait été évident pour lui de modifier les éléments connus de D1 et D2 par des expériences de routine.

### **3. Application industrielle**

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.