

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 55251 A1** (51) Cl. internationale : **G06N 3/02; G06Q 50/02**

(43) Date de publication :
28.06.2023

(21) N° Dépôt :
55251

(22) Date de Dépôt :
28.12.2021

(71) Demandeur(s) :
**Moroccan foundation for Advanced Science Innovation and Research (MAScIR),
Rabat Design Center, Rue Mohamed Al Jazouli, Madinat Al Irfane, 10100 Rabat (MA)**

(72) Inventeur(s) :
BOURZEIX FRANCOIS ; BOURJA OMAR ; ZENNAYI YAHYA ; AMAR OUMKELTOUM

(74) Mandataire :
AMMANI Abdelhaq

(54) Titre : **Système d'estimation de la production de parcelles d'agrumes par imagerie smartphone**

(57) Abrégé : Le domaine de l'invention concerne l'estimation de la récolte par traitement d'images et intelligence artificielle. Plus précisément l'invention concerne un système et une méthode qui utilise un smartphone, un serveur et une base de données agricoles (pluviométrie, fertilisation, arrachage, ...) pour estimer la récolte d'une parcelle d'agrumes en poids et nombre de fruits. L'estimation de la récolte se fait généralement durant une période où les fruits ne sont pas encore mûrs et donc verts, c'est aussi la période où est effectuée la vente chez les grands agriculteurs, notamment pour l'export. Une mauvaise estimation va engendrer des coûts supplémentaires de remboursement (en cas de surestimation), ou des pertes de production (en cas de sous-estimation). Notre Système se compose d'un smartphone dont la caméra sert à prendre les images d'une face d'arbres d'agrumes et le module GPS à localiser la parcelle, d'une référence métrique qui permet de calculer le calibre des fruits et d'une méthode à base de traitement d'images et d'intelligence artificielle qui permet de détecter et de compter le nombre de fruits présents sur cette face. Ces informations, en plus de la base de données agricole, seront utilisées par une méthode d'intelligence artificielle pour prédire la récolte finale de la parcelle.

Système d'estimation de la production de parcelles d'agrumes par imagerie smartphone

Abrégé :

5 Le domaine de l'invention concerne l'estimation de la récolte par traitement d'images et intelligence artificielle. Plus précisément l'invention concerne un système et une méthode qui utilise un smartphone, un serveur et une base de données agricoles (pluviométrie, fertilisation, arrachage, ...) pour estimer la récolte d'une parcelle d'agrumes en poids et nombre de fruits.

10 L'estimation de la récolte se fait généralement durant une période où les fruits ne sont pas encore mûrs et donc verts, c'est aussi la période où est effectuée la vente chez les grands agriculteurs, notamment pour l'export. Une mauvaise estimation va engendrer des coûts supplémentaires de remboursement (en cas de surestimation), ou des pertes de production (en cas de sous-estimation).

15 Notre Système se compose d'un smartphone dont la caméra sert à prendre les images d'une face d'arbres d'agrumes et le module GPS à localiser la parcelle, d'une référence métrique qui permet de calculer le calibre des fruits et d'une méthode à base de traitement d'images et d'intelligence artificielle qui permet de détecter et de compter le nombre de fruits présents sur cette face. Ces informations, en plus de la base de données agricole, seront utilisées par une méthode d'intelligence artificielle pour prédire la récolte finale de la parcelle.

Système d'estimation de la production de parcelles d'agrumes par imagerie smartphone

DOMAINE DE L'INVENTION

5 Cette invention s'intéresse au domaine de l'estimation du rendement agricole, plus précisément le rendement des arbres fruitiers notamment les arbres d'agrumes. Cette solution permet la détection et le comptage d'agrumes durant leurs différentes phases de maturité à partir d'images prises avec un smartphone, et l'estimation de la récolte d'une parcelle en combinant le nombre de fruits comptés à une base de données agricole.

10 ETAT DE L'ART ET AVANTAGE DE L'INVENTION

Les méthodes traditionnelles d'estimation de la production d'agrumes utilisées actuellement consistent à compter manuellement les fruits de 0,5% à 1% des arbres d'une parcelle. L'échantillonnage se fait en choisissant les arbres les plus représentatifs de la parcelle. Le comptage manuel souvent effectué en dépouillant l'arbre de ses fruits avant la récolte, et l'estimation se fait par
15 la suite en estimant le poids des fruits visuellement sans prendre en considération les données météorologique et phytosanitaires. Ces méthodes sont très coûteuses, destructives et la marge d'erreur est souvent grande.

Les systèmes d'estimation de la récolte par imagerie existants ne permettent généralement pas l'estimation de la récolte durant une période précoce ou pour des arbres avec un feuillage abondant.

20 Prenant l'exemple du système MY164924, ce brevet propose un système composé d'une caméra, un software de traitement d'images pour détecter la surface des fruits en pixel et un software de d'estimation de la production de l'arbre. La détection des fruits se fait en comptant le nombre de pixels dans chaque surface de fruit. L'utilisation de ce système est donc limitée aux fruits qui se différencient clairement du feuillage, mais les images d'arbres fruitiers (en particulier les agrumes) contiennent
25 plusieurs autres paramètres tels que les ombres du feuillage, la superposition des fruits et bien évidemment la couleur du fruit semblable à celle du feuillage. La détection par pixels et donc très compliquée et ne donne pas de bons résultats dans la plupart des cas.

On trouve aussi le document KR20140125229, qui présente un système qui consiste à prendre une image, détecter les branches et les bourgeons, et combiner ces informations avec l'historique des
30 années précédentes pour estimer la récolte. Dans ce cas les arbres doivent impérativement avoir les branches qui apparaissent, ce qui n'est pas toujours le cas de certaines variétés d'agrumes (la clémentine par exemple).

D'autres systèmes qui utilisent différents outils d'intelligence artificielle pour la détection et comptage des fruits, utilisent d'autres dispositifs mobiles moins faciles à se procurer, et plus difficiles à utiliser

35 Le document CN110222677 par exemple, présente un système à base d'une « Raspberry pi ». Il permet de prendre des images à l'aide d'une caméra liée à la Raspberry et détecte les fruits en temps réel en utilisant un modèle Deep Learning.

Le document CN105865420, décrit un système qui consiste à mettre deux smartphones sur une barre verticale et les utiliser pour créer une vision stéréoscopique qui permet de calculer la taille de l'arbre

et les calibres des fruits, pour finalement créer un modèle qui estime le rendement et la taille de l'arbre.

D'autres systèmes se basent plutôt sur la télédétection en utilisant uniquement des images satellites ou drones pour l'estimation de la récolte. Par exemple le document CN110428114A, décrit un système à base d'images drones basé sur la détection des arbres dans une parcelle, puis la détection et le comptage des branches pour estimer le nombre de fruits dans tous les arbres.

Comparée à l'existant, notre invention présente les caractéristiques innovantes suivantes :

- Un système basé principalement sur l'imagerie smartphone, pour une utilisation très pratique.
- Une estimation de la récolte des parcelles d'agrumes à un stade de maturité précoce des fruits, lorsqu'ils sont encore petits et verts, contrairement à d'autres inventions qui se basent principalement sur la colorimétrie pour détecter les fruits.
- Une estimation du nombre total de fruits dans un arbre, qui intègre les fruits non visibles à la surface de l'arbre en utilisant des algorithmes d'intelligence artificielle.
- Un système évolutif qui permet aux modèles d'intelligence artificielle de s'améliorer après chaque campagne agricole

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

Figure 1 : Vue générale du système composé d'un smartphone (104), d'un serveur (105) et d'une base de données agricole (106). Le smartphone contient une application mobile (109) qui sert d'interface client (103) permettant principalement de prendre une photo puis d'afficher l'estimation de la récolte. Le serveur (105) sert à estimer la récolte en utilisant les images provenant de l'application mobile (109) et à l'historique des informations sur la parcelle stocker dans la base de données agricole (106).

Figure 2 : Architecture du système évolutif qui permet d'améliorer le modèle IA d'estimation du nombre de fruits (222) après chaque campagne agricole. Le système permet de générer un nouveau modèle de détection qui prend en considération les campagnes précédentes et la campagne en cours en utilisant :

- Le nombre de fruits visibles sur une face de l'arbre (211), détectés sur les images prises lors de l'estimation de la récolte.
- Les informations de la parcelles (212) stockées dans le serveur.
- Les informations réelles de la production en nombre de fruits de chaque arbre (213) rentrées par l'utilisateur (103) à partir de l'application mobile.
- Les informations contenues dans la base de données agricole (214)

Pour lancer l'entraînement le système utilise comme point de départ l'ancien modèle.

Figure 3 : Architecture du fonctionnement général du système, séparant les opérations effectuées sur l'application mobile (109) et sur le serveur (105). Sur l'application mobile, la première étape est la création d'une parcelle (301) en entrant les informations sur sa position GPS, la variété plantée, le nombre d'arbres ..., Ensuite vient la prise d'une image d'un arbre (301), l'application mobile teste la qualité de l'image (302), si l'image n'est pas de bonne qualité l'application demande de reprendre l'image (301), sinon celle-ci utilise le modèle (221) pour détecter les fruits visibles sur la face de l'arbre prise en image (304) et le modèle (223) pour estimer le calibre des fruits détectés. L'utilisateur choisit ensuite de prendre une nouvelle image (305) ou de passer à l'estimation parcellaire (les étapes de prise des images, vérification de la qualité des images et comptage des fruits visibles peuvent être

répétée autant de fois que voulue (305) jusqu'à ce que l'utilisateur soit satisfait du nombre d'images prises). Si l'application mobile a accès à internet, elle communique avec le serveur et envoie les images prises (306), le comptage de fruits (307) et les informations de la parcelle si elle n'a pas été créée, et les supprime de la mémoire du smartphone (à l'exception des données GPS de la parcelle). Le serveur (105) enregistre les images et les informations de la parcelle envoyés par l'application mobile et les stocke dans la base de données historique du serveur (311). Le serveur combine les nombres de fruits comptés pour chaque image (307) avec les informations de la base de données agricole (106), pour les utiliser avec le modèle d'estimation du nombre de fruits dans l'arbre pour prédire le nombre de fruits total dans chaque arbre (312). Cette prédiction est ensuite combinée avec les informations de la parcelle enregistrés dans la base de données historique sur le serveur (311) et utilise un modèle d'estimation du nombre de fruits dans la parcelle pour prédire le rendement général de la parcelle (313). Le serveur enregistre le rendement dans la base de données historique (311) et l'envoie à l'application mobile pour affichage (314).

15 DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

L'invention objet de ce brevet est système d'estimation de la récolte des agrumes en utilisant l'imagerie smartphone associé à une procédure basé sur des modèles d'intelligence artificielle et de data mining. Le système est composé d'un smartphone avec une application mobile, un serveur et une base de données agricoles.

20 L'application mobile constitue l'interface utilisateur qui permet de gérer les fonctionnalités offertes par l'invention.

Le serveur servira à synchroniser les informations entre le smartphone et la base de données, il servira aussi à faire les calculs lourds des modèles IA.

25 La base de données agricole permettra d'améliorer l'estimation de la récolte. Cette base de données contiendra les différentes informations sur les pratiques agricoles, les conditions météorologie, et un historique des rendements des années précédente associé à chaque parcelle d'agrumes gérées par le système.

30 L'estimation de la récolte se fait en 3 parties principales : La détection des agrumes et de leur calibre dans une seule face de l'arbre, l'estimation du nombre de fruits total et de leur poids dans tout l'arbre et l'estimation du nombre de fruits et de leur poids dans toute la parcelle.

35 0. Premièrement l'application mobile utilise un algorithme de traitement d'images intégré pour calculer le niveau de flou, de contraste et de luminosité sur l'image. Si ces seuils dépassent la valeur minimum fixée, ou que l'image n'est pas géotaguée, elle est considérée de mauvaise qualité et doit être reprise. Cette étape permet d'assurer un minimum de qualité sur les images pour avoir garantir la fiabilité des étapes suivante.

40 1. Ensuite un modèle de deep learning intégré dans l'application mobile détecte les fruits visibles sur l'image et retourne le nombre détecté. Ce modèle deep learning a déjà été entraîné sur une base de données d'agrumes de différentes variétés, et sur tous les stades de maturité notamment dans le cas où les fruits sont toujours verts et de petite taille (quelques jours après la chute biologique).

En ce qui concerne le calibre des fruits, cette invention propose deux solutions : si le smartphone comporte une caméra stéréo, celle-ci sera utilisée pour calculer le diamètre des fruits, sinon une référence de couleur bleu peut être utilisée pour estimer les proportions des

fruits, l'utilisateur peut aussi choisir de ne pas se baser sur le calibre dans son estimation, et utiliser l'information sur le poids moyen.

2. Par la suite un modèle de machine learning utilisera les données de comptages, les données historiques et la base de données agricole pour estimer le nombre de fruits total pour chacun des arbres.
 3. Finalement un modèle de machine learning utilisera les informations sur le nombre total d'arbres, la superficie de la parcelle, le poids des fruits détectés et leurs calibres, pour estimer la production de la parcelle en nombre de fruits et en poids (Tonne).
- 10 Pour assurer une amélioration continue du système, un modèle d'apprentissage automatique ajustera les modèles de data mining en exploitant les informations saisies à la fin de chaque campagne agricole par les utilisateurs du système.

Mode d'utilisation :

15 D'autres particularités et caractéristiques de l'invention ressortent de la description détaillée d'un mode de réalisation particulier présenté ci-dessous, à titre d'illustration, en se basant sur les 3 figures.

Comme illustré dans la figure 1, le système permet à l'utilisateur (103) de prédire l'estimation d'une parcelle (101) d'arbres d'agrumes (102), en utilisant une application mobile (109) installée sur son smartphone (104).

20 L'utilisation du système pour l'estimation de la récolte d'une parcelle est illustrée dans la figure 3, et suis les étapes suivantes :

- Si la parcelle n'est pas créée sur l'application mobile, l'utilisateur commence par créer la parcelle (300).
- L'utilisateur prend une image d'une face d'un arbre de la parcelle à l'aide de l'application mobile (301). Cette dernière estime par la suite la qualité de l'image (303) et donne à l'utilisateur la main pour confirmer ou reprendre l'image. L'application vérifie que l'image appartient bien à la parcelle en utilisant ses coordonnées GPS, et les coordonnées GPS de la parcelle indiqués lors de sa création. L'application procède ensuite à la détection et le comptage des fruits visibles sur l'image prise (304) et le calcul du calibre de chaque fruit (223).
- L'utilisateur répète cette dernière étape pour avoir un nombre d'images d'arbres significatif par rapport à la taille de la parcelle.
- Quand l'utilisateur juge qu'il a pris assez d'images, il lance l'estimation de la récolte. Cette étape nécessite une communication entre l'application mobile (109) et le serveur (305) pour assurer une estimation très rapide. Cette étape peut être répétée si l'application n'arrive pas à se connecter à internet.
- Le serveur estime le nombre de fruits total par arbre et par parcelle (312 & 313), en utilisant le nombre de fruits détectés sur l'image (307), les informations de la parcelle (311) et la base de données agricole (106), et retourne à l'application mobile l'estimation de la production de la parcelle en tonnes et en nombre de fruits (314).
- Toutes ces informations sont enregistrées dans une base de données historique (311) accessible à tout moment à traves l'application mobile.

L'utilisation du système pour l'amélioration des modèles de détection et estimation du nombre de fruits par arbre est illustrée dans la figure 2, et suis les étapes suivantes :

- L'utilisateur lance la commande sur l'application mobile, et rentre manuellement le nombre de fruits réel dans les arbres (212) qu'il avait déjà pris en photo lors de l'estimation de rendement.
- 5 - L'application mobile envoie l'information sur le comptage réel de l'arbre au serveur, qui combine cette information avec le nombre de fruits détectés (211), les informations sur la parcelle (213) et la base de données agricole (106), pour entraîner un nouveau modèle de d'estimation du nombre de fruits par arbre.
- 10 - Pour améliorer le modèle de détection d'agrumes, le serveur utilise les images (201) prises par l'application mobile et préalablement stockées, ces images peuvent être annotées et réentraînées pour améliorer la détection (221).

Revendications

1. Méthode évolutive d'estimation du rendement des parcelles d'arbres fruitiers durant tous les stades de maturité des fruits par traitement d'image, comprenant les étapes suivantes :
 - a. Configuration de la parcelle en précisant sa position GPS et les informations relatives à la culture ;
 - b. Acquisition d'au moins une image numérique d'une face d'un arbre fruitier situé sur la parcelle ;
 - c. Vérification par un algorithme de traitement d'image la qualité des images prises ;
 - d. Repérage et comptage des fruits visibles sur l'image par un algorithme de détection prenant en compte la texture, la forme, la couleur et d'autres informations ;
 - e. Estimation du calibre et du poids des fruits ;
 - f. Estimation par un modèle d'intelligence artificielle du nombre de fruits total dans l'arbre ;
 - g. Calcul du rendement parcellaire générant le nombre de fruits total de la parcelle ainsi que le tonnage de la parcelle.
2. Méthode selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**elle est implémentée sous forme d'une application mobile qui peut être hébergée directement sur un smartphone ou bien sur un serveur externe centralisant les estimations faites par un même utilisateur à partir de smartphones différents et durant des périodes différentes.
3. Méthode selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les images peuvent être prises directement depuis la caméra du smartphone, ou bien importées depuis un stockage cloud ou depuis la galerie du téléphone.
4. Méthode selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les images sélectionnées peuvent être géotaguées par le module GPS pour vérifier la position indiquée lors de la configuration de la parcelle par l'utilisateur.
5. Méthode selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'**un algorithme de traitement d'image vérifie, lorsque l'information est disponible, si l'image géotaguée appartient à la parcelle en cours de traitement
6. Méthode selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la vérification de la qualité des images comporte principalement la détection du flou, du contraste et de la luminosité de l'image, en combinant des techniques basées sur l'histogramme et des algorithmes de classification par intelligence artificielle.
7. Méthode selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les fruits présents sur les images d'arbres fruitiers sont détectés et comptés par un modèle d'intelligence artificielle à base de convolutions permettant la détection du fruit à un niveau précoce de maturité : juste après la chute physiologique.

8. Méthode selon les revendications 1 et 7, **caractérisé en ce que** l'architecture du module de détection et comptage des fruits fonctionne avec une large diversité de configuration d'image : niveau de luminosité, orientation et proximité par rapport à l'arbre.
9. Méthode selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le calcul du calibre ou du diamètre des fruits peut être réalisé au moyen de deux approches :
 - Une approche automatique : basée sur l'utilisation de techniques de la vision stéréoscopique pour extraire la notion de profondeur des objets dans l'image, et en déduire les dimensions métriques indépendamment de la distance entre la caméra et l'arbre pris en image ;
 - Ou une approche semi-automatique : basée sur l'utilisation d'une référence physique de couleur bleu accrochée directement à l'arbre, qui sera détectée automatiquement dans l'image pour que l'algorithme en déduise une correspondance entre les distances en pixel et les distances métriques.
10. Méthode selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, pour estimer le nombre de fruits total dans l'arbre, incluant les fruits non visibles dans l'image, le modèle d'intelligence artificielle combine les photos avec :
 - Les informations renseignées par l'utilisateur sur les parcelles : géolocalisation de la parcelle, variété d'arbres, porte-greffe et nombre d'arbres sur la parcelle ;
 - La correspondance entre le calibre du fruit et son poids moyen, préenregistrée pour chaque variété de fruit ;
 - Et, si disponible, la base de données agricole contenant : les données météorologiques, les informations sur l'irrigation, les traitements phytosanitaires et autres données relatives à la gestion de la parcelle, ainsi que l'historique des données réelles validées par l'utilisateur qui permet d'alimenter un modèle évolutif basé sur une architecture d'apprentissage par renforcement.

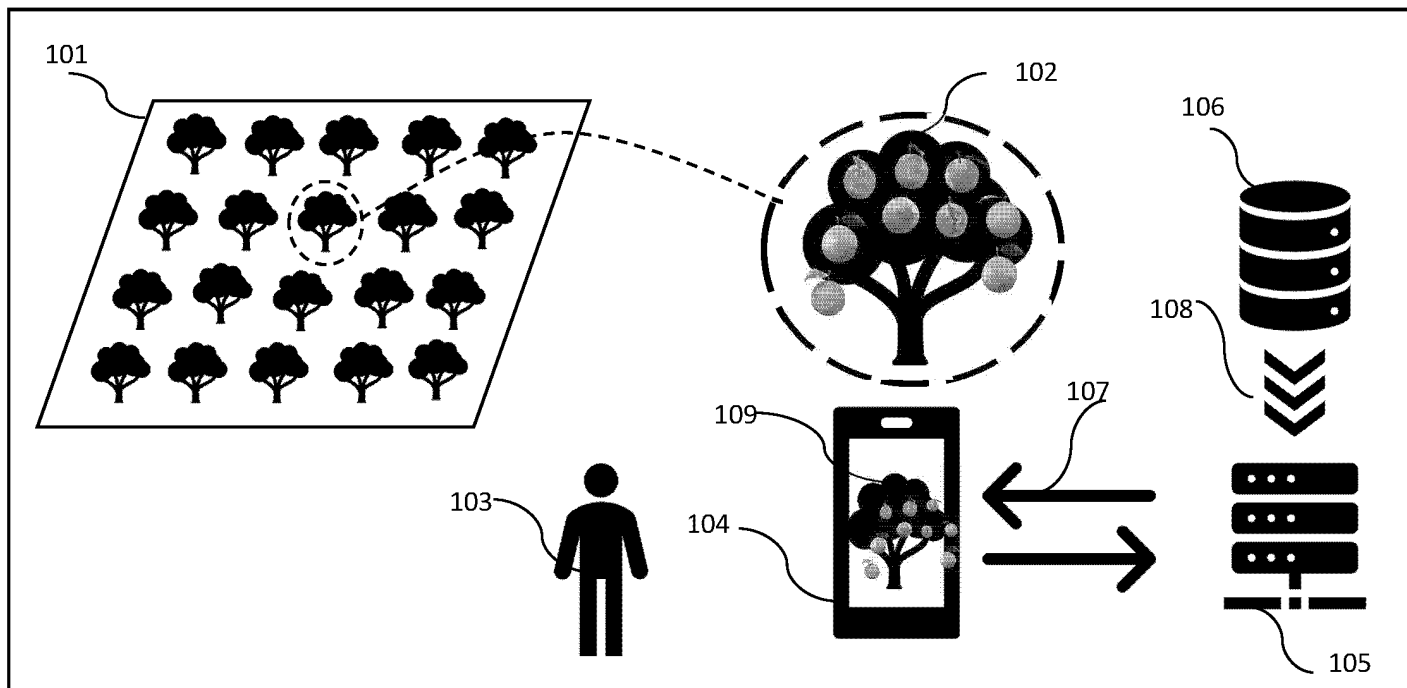


Figure 1 : Modèle de réalisation

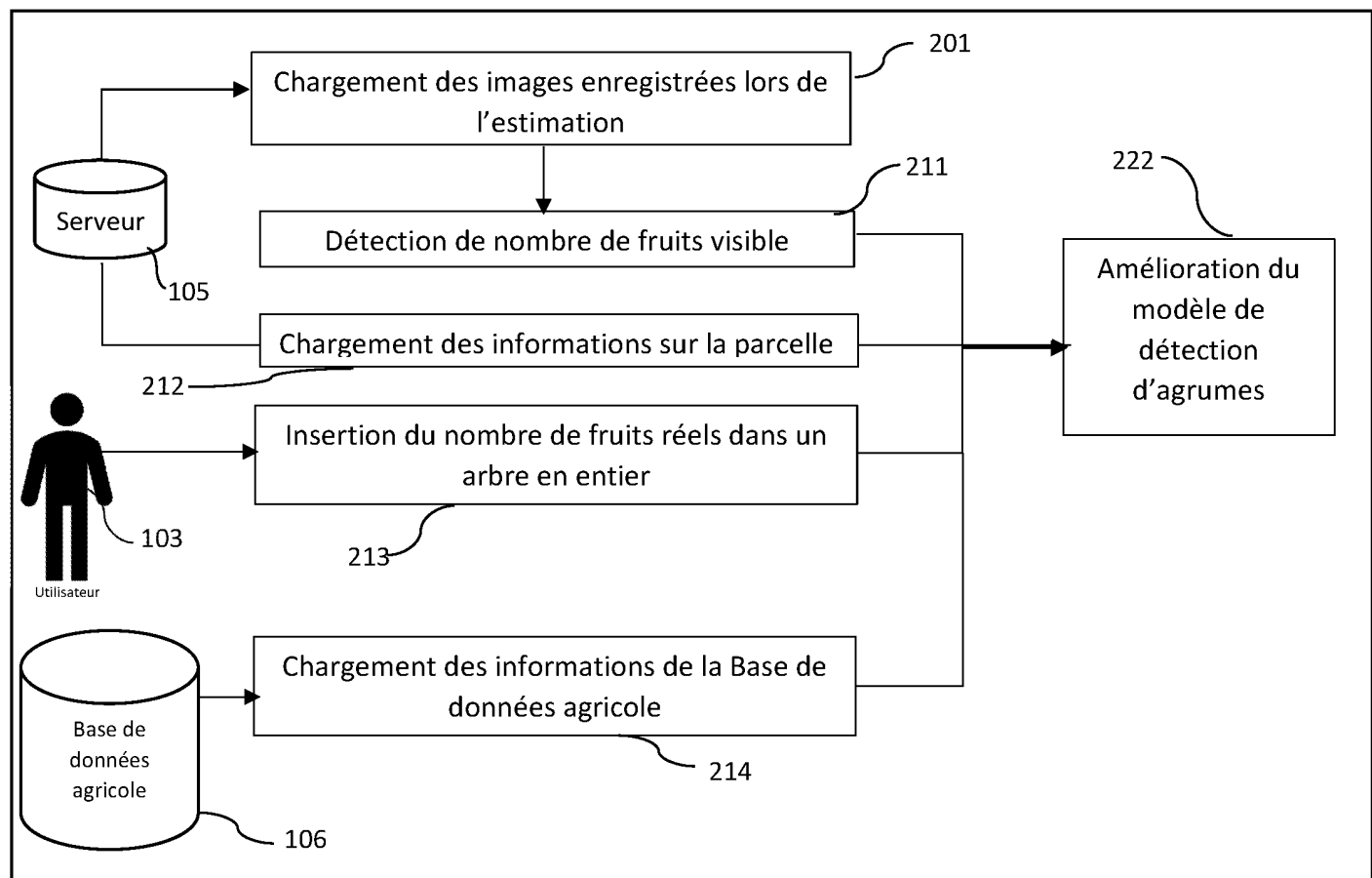


Figure 2 : Architecture du système évolutif

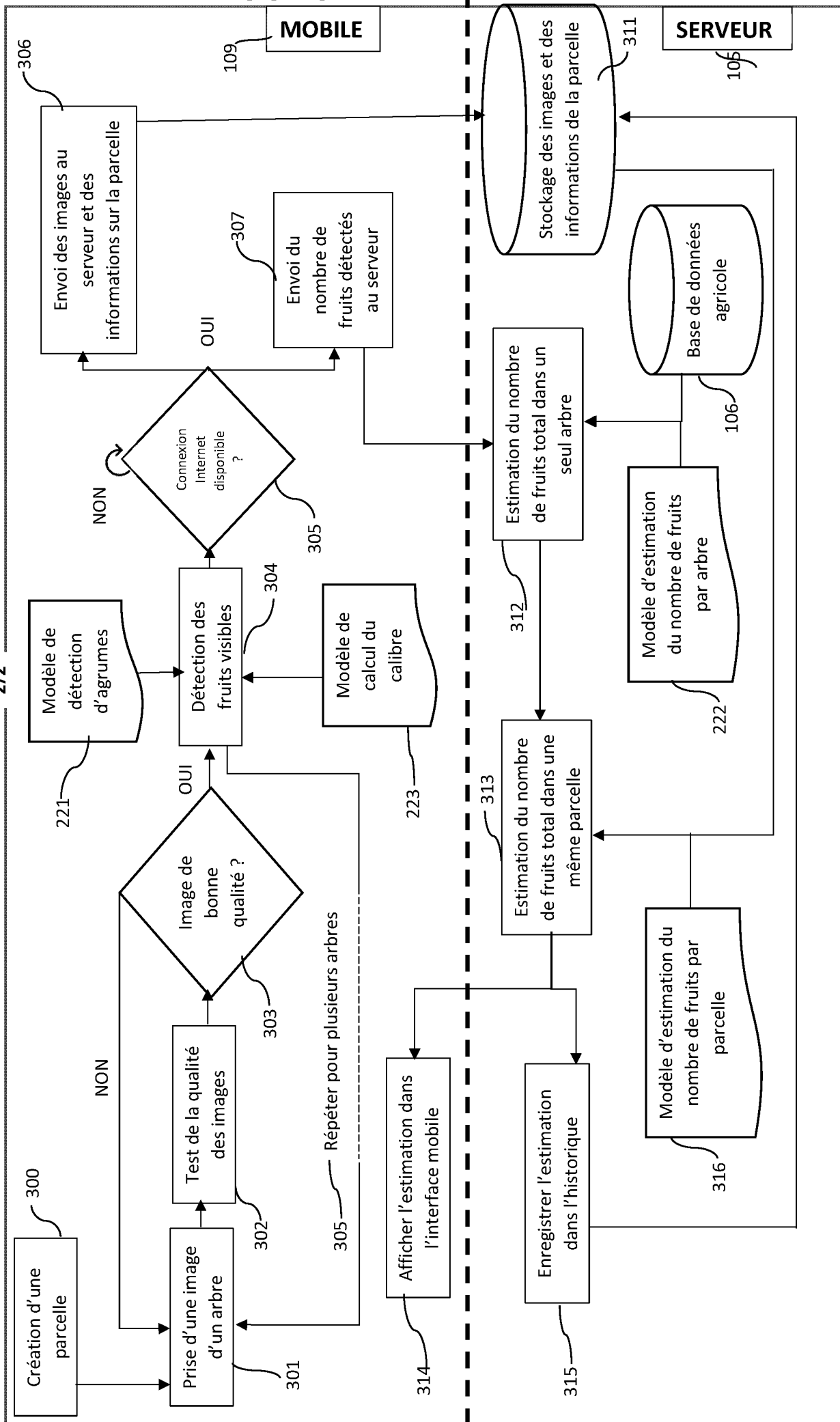
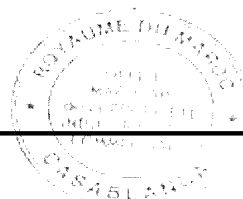


Figure 3 : Architecture générale du système

**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)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 55251	Date de dépôt : 28/12/2021
Déposant : Moroccan foundation for Advanced Science Innovation and Research (MAScIR)	
Intitulé de l'invention : Système d'estimation de la production de parcelles d'agrumes par imagerie smartphone	
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 http://worldwide.espacenet.com , 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 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: Sara AGUENDICH	Date d'établissement du rapport : 07/06/2022
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
5 Pages
- Revendications
10
- Planches de dessin
2 Pages

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : G06Q50/02 ; G06V10/20 ; G06N3/02

CPC : G06Q50/02 ; G06V10/20 ; G06N3/02

Plateformes et bases de données électroniques de recherche :

EPOQUENET, WPI, ScienceDirect, IEEE, ORBIT

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
A	WO2021183306A1; AEROBOTICS PTY LTD [ZA]; PATERSON JAMES [ZA]; 16-09-2021 Abrégé; Description ; Figures 1-13	1-10
A	XP086107090 ; « Deep learning techniques for estimation of the yield and size of citrus fruits using a UAV » ; Apolo-Apolo O E; Martínez-Guanter J; Egea G; Raja P; Pérez-Ruiz M; Elsevier ; 29-02-2020	1-10
A	XP028534350 ; « Citrus yield estimation based on images processed by an Android mobile phone » ; Gong Aiping; Yu Junlin; He Yong; Qiu Zhenjun; Elsevier ; 20-04-2013	1-10

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

Nouveauté	Revendications 1-10	Oui
	Revendications aucune	Non
Activité inventive	Revendications 1-10	Oui
	Revendications aucune	Non
Application Industrielle	Revendications 1-10	Oui
	Revendications aucune	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 : WO2021183306A1

D2 : XP086107090

D3 : XP028534350

1. Nouveauté

Aucun des documents cités ci-dessus, considéré isolément, ne divulgue une méthode d'estimation du rendement des parcelles d'arbres fruitiers comprenant l'ensemble des caractéristiques techniques des revendications 1 à 10. D'où l'objet desdites revendications est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité inventive

Le document D1, qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue une méthode d'estimation du rendement des parcelles d'arbres fruitiers durant tous les stades de maturité des fruits par traitement d'image, comprenant les étapes suivantes :

- a. Acquisition d'au moins une image numérique d'une face d'un arbre fruitier situé sur la parcelle ;
- b. Repérage et comptage des fruits visibles sur l'image par un algorithme de détection prenant en compte la texture, la forme, la couleur et d'autres informations ;
- c. Estimation du calibre et du poids des fruits ;
- d. Estimation par un modèle d'intelligence artificielle du nombre de fruits total dans l'arbre ;
- e. Calcul du rendement parcellaire générant le nombre de fruits total de la parcelle ainsi que le tonnage de la parcelle.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que la méthode de la présente demande comprend également les étapes suivantes :

- Configuration de la parcelle en précisant sa position GPS et les informations relatives à la culture ;
- Vérification par un algorithme de traitement d'image la qualité des images prises ;

Les effets techniques desdites différences sont :

- Déterminer la position de l'image à travers les coordonnées GPS.
- Calculer le niveau de flou, de contraste et de luminosité à travers un algorithme de traitement d'image.

Le problème objectif technique que la présente invention se propose de résoudre est considéré comme celui de fournir une solution implémentée sur smartphone pour l'estimation du rendement des parcelles d'arbres fruitiers qui permet de déterminer la position de l'image et d'assurer une bonne qualité d'image afin de garantir la fiabilité des calculs des modèles d'intelligence artificielle.

La solution à ce problème proposée dans la revendication 1 n'est pas décrite dans l'art antérieur, pris seul ou en combinaison. Aucun enseignement n'a été trouvé dans les documents de l'état de la technique qui aurait incité l'homme du métier, d'arriver à la solution telle que décrite dans la revendication 1.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 implique une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13 concernant l'activité inventive.

Les revendications 2 à 10 dépendent à la revendication 1 dont l'objet est considéré inventif, comme indiqué auparavant, et satisfont donc aux exigences de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

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.