



(12) **DEMANDE DE BREVET CANADIEN
CANADIAN PATENT APPLICATION**

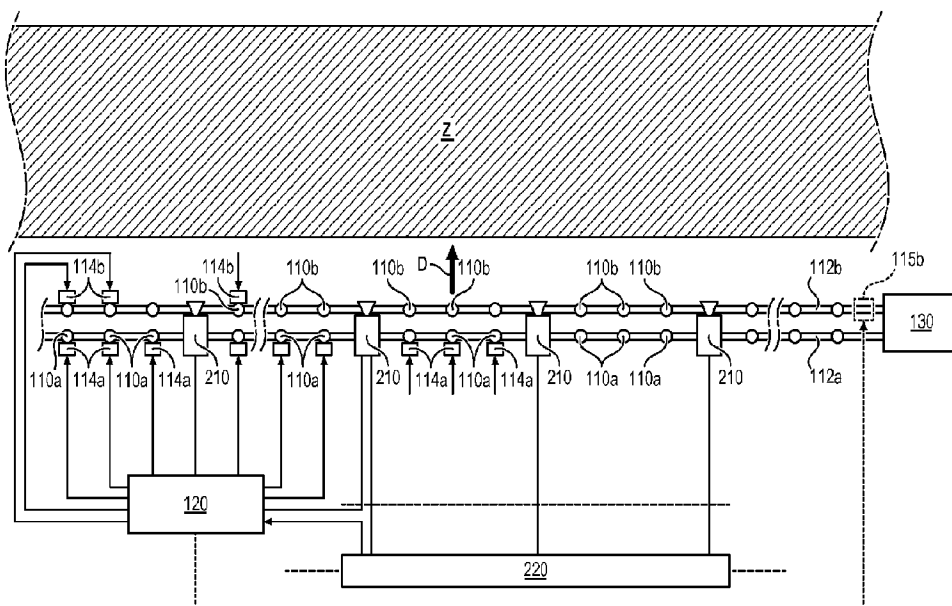
(13) **A1**

(86) **Date de dépôt PCT/PCT Filing Date:** 2022/03/22
(87) **Date publication PCT/PCT Publication Date:** 2022/09/29
(85) **Entrée phase nationale/National Entry:** 2023/09/21
(86) **N° demande PCT/PCT Application No.:** IB 2022/052598
(87) **N° publication PCT/PCT Publication No.:** 2022/201016
(30) **Priorité/Priority:** 2021/03/26 (FRFR2103068)

(51) **Cl.Int./Int.Cl. A01C 21/00** (2006.01),
A01M 21/04 (2006.01), **A01M 7/00** (2006.01),
B05B 1/20 (2006.01), **B05B 12/12** (2006.01)
(71) **Demandeur/Applicant:**
BILBERRY SAS, FR
(72) **Inventeur/Inventor:**
SERRAT, HUGO, FR
(74) **Agent:** SMART & BIGGAR LP

(54) **Titre : SYSTEME DE TRAITEMENT DE PLANTES NOTAMMENT EN AGRICULTURE**
(54) **Title: SYSTEM FOR TREATING PLANTS ESPECIALLY IN AGRICULTURE**

FIG. 1



(57) **Abrégé/Abstract:**

Un système pour le traitement de plantes comprend une rampe (10, 100) de pulvérisation dotée d'une pluralité de buses (110a, 110b) de pulvérisation réparties sur la rampe (10, 100) et alimentées par un dispositif de commande de pulvérisation (120), un ensemble de caméras (210) aptes à prendre des images d'une zone à traiter, et un dispositif de traitement numérique (220) apte à analyser les images prises par la caméra (210), à identifier des plantes à traiter et à appliquer des consignes au dispositif de commande de pulvérisation (120) en vue de pulvériser au moins un produit sur des plantes à traiter. Selon l'invention, les buses de pulvérisation (110a, 110b) et le dispositif de commande de pulvérisation (120) sont configurés pour appliquer une dose généralement uniforme d'un produit sur la zone à traiter indépendamment de l'identification de plantes à traiter dans les images, et pour appliquer localement une dose complémentaire d'un produit sur des plantes à traiter identifiées par le dispositif de traitement numérique. Application notamment en agriculture ou dans le traitement d'espaces non cultivés.

Date de soumission : 2023/09/21

No de la demande can. : 3213059

Abrégé:

Un système pour le traitement de plantes comprend une rampe (10, 100) de pulvérisation dotée d'une pluralité de buses (110a, 110b) de pulvérisation réparties sur la rampe (10, 100) et alimentées par un dispositif de commande de pulvérisation (120), un ensemble de caméras (210) aptes à prendre des images d'une zone à traiter, et un dispositif de traitement numérique (220) apte à analyser les images prises par la caméra (210), à identifier des plantes à traiter et à appliquer des consignes au dispositif de commande de pulvérisation en vue de pulvériser au moins un produit sur des plantes à traiter. Selon l'invention, les buses de pulvérisation (110a, 110b) et le dispositif de commande de pulvérisation (120) sont configurés pour appliquer une dose généralement uniforme d'un produit sur la zone à traiter indépendamment de l'identification de plantes à traiter dans les images, et pour appliquer localement une dose complémentaire d'un produit sur des plantes à traiter identifiées par le dispositif de traitement numérique. Application notamment en agriculture ou dans le traitement d'espaces non cultivés.

Titre : Système de traitement de plantes notamment en agriculture

Domaine de l'invention

5 La présente invention concerne d'une façon générale le domaine du traitement de végétaux.

État de la technique

10 On connaît déjà notamment par les documents WO2018142371A1, WO2018141995A1 et WO2018154490A1 au nom de la Demanderesse des procédés et systèmes permettant de traiter sélectivement des plantes dans des zones cultivées ou des zones ferroviaires. Un tel système comprend une rampe de pulvérisation déplacée par un tracteur et équipée d'une série de buses de pulvérisation espacées. La rampe comprend également une ou plusieurs caméras capturant des images du champ pendant le déplacement du système, et une ou plusieurs unités de traitement capables, par des techniques de reconnaissance d'images basées sur un apprentissage, de reconnaître dans les images capturées des plantes, et de commander en temps réel les buses de pulvérisation pour appliquer localement un traitement, par exemple un traitement herbicide, seulement aux endroits où la présence de plantes à traiter est détectée.

20 Ce système permet de réduire considérablement l'utilisation de produits de traitement tels que des produits phytosanitaires, par rapport à une approche conventionnelle où toutes les buses sont alimentées simultanément et de façon continue lorsque le système se déplace sur une zone à traiter.

[0004] Une difficulté toutefois avec la pulvérisation locale déclenchée sur reconnaissance de plantes à traiter réside dans le fait que certaines plantes à traiter peuvent être très petites et difficiles à identifier. En outre, certaines plantes à traiter peuvent être cachées sous des plantes plus grandes et être invisibles pour le système de traitement d'images. Il en résulte que le taux effectif de pulvérisation des espèces à traiter peut être sensiblement inférieur à 100%, ce qui fait perdre une partie substantielle de l'avantage d'une pulvérisation localisée.

Résumé de l'invention

La présente invention a pour objet de limiter ces inconvénients.

On propose à cet effet un système pour le traitement de plantes, comprenant une rampe de pulvérisation dotée d'une pluralité de buses de pulvérisation réparties sur la rampe et alimentées par un dispositif de commande de pulvérisation, le système comprenant un ensemble de caméras aptes à prendre des images d'une zone à traiter, un dispositif de traitement numérique apte à analyser les images prises par la caméra, à identifier des plantes à traiter et à appliquer des consignes au dispositif de commande de pulvérisation en vue de pulvériser au moins un produit sur des plantes à traiter, le système étant caractérisé en ce que les buses de pulvérisation et le dispositif de commande de pulvérisation sont configurés pour appliquer une dose généralement uniforme d'un produit sur la zone à traiter indépendamment de l'identification de plantes à traiter dans les images, et pour appliquer localement une dose complémentaire d'un produit sur des plantes à traiter identifiées par le dispositif de traitement numérique.

Des aspects préférés de ce système comprennent les caractéristiques supplémentaires facultatives suivantes, prises individuellement ou en toutes combinaisons que l'homme du métier appréhendera comme étant

* le produit appliqué pour la dose généralement uniforme et le produit appliqué en dose complémentaire sont constitués par le même produit.

* le produit appliqué pour la dose généralement uniforme et le produit appliqué en dose complémentaire sont des produits différents.

* le système comprend deux rangées de buses réparties le long de la rampe, avec une première rangée apte à appliquer la dose généralement uniforme de produit et une deuxième rangée apte à appliquer la dose complémentaire locale sur les plantes identifiées.

* les deux rangées de buses sont reliées par un dispositif d'alimentation à un réservoir de produit commun.

* le dispositif d'alimentation comprend pour la première rangée de buses de pulvérisation une vanne de contrôle individuelle par buse.

* le dispositif d'alimentation comprend pour la deuxième rangée de buses une vanne de contrôle commune pour au moins un groupe de buses.

* le dispositif d'alimentation comprend pour la deuxième rangée de buses une vanne de contrôle par buse.

5 * le système comprend une rangée de buses réparties le long de la rampe et auxquelles sont associées des vannes de contrôle respectives ayant au moins deux états d'ouverture, le dispositif de commande de pulvérisation étant apte à amener simultanément les vannes de contrôle dans un premier état permettant d'appliquer la dose généralement uniforme de produit et à
10 amener ponctuellement au moins une buse identifiée à partir d'une reconnaissance de plante par le dispositif de traitement numérique dans un deuxième état dans lequel la dose de produit est augmentée.

* les vannes de contrôle sont à commande progressive.

15 * la dose généralement uniforme de produit est une fraction d'une dose nominale préconisée pour le produit considéré.

* la dose complémentaire de produit, ajoutée à la dose généralement uniforme, aboutit environ à une dose nominale préconisée pour le produit considéré.

Brève description des dessins

20 D'autres aspects, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée suivante de formes de réalisation préférées de celle-ci, donnée à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux dessins annexés.

Sur les dessins :

25 - la Fig. 1 est une vue schématique de dessus, partielle, d'une rampe de pulvérisation selon une première forme de réalisation de la présente invention ;

- la Fig. 2 est une vue en élévation de côté, partielle, de la rampe de pulvérisation de la Fig.1.

- la Fig. 3 est une vue schématique de dessus, partielle, d'une rampe de pulvérisation selon une deuxième forme de réalisation de la présente invention.

Description détaillée

5 En référence aux Figures 1 et 2, on a représenté une rampe de pulvérisation 10 qui comprend une structure porteuse 100 par exemple métallique et deux ensembles de buses de pulvérisation tous deux répartis sur l'étendue de la rampe 10.

10 Une première série de buses de pulvérisation 110a est alimentée par une première conduite ou tubulure commune 112a reliée à une source 130 de liquide à pulvériser sous pression, tandis qu'une deuxième série de buses de pulvérisation 110b est alimentée par une deuxième conduite ou tubulure commune 112b également reliée à la source 130 de liquide à pulvériser sous pression.

15 Au moins au niveau de la première série de buses 110a, la pulvérisation est commandée par une pluralité de vannes de contrôle 114a montées entre la conduite commune 112a et la buse respective, de manière à pouvoir sélectivement ouvrir chaque vanne indépendamment des autres, à tout instant souhaité, et ainsi mettre la buse correspondante avec la conduite 112a pour
20 pulvériser le liquide.

Concernant la deuxième série de buses 110b, on prévoit soit une pluralité de vannes de contrôle 114b associées aux buses respectives et capables de mettre individuellement les buses en communication avec la conduite commune 112b, soit (comme illustré en traits tiretés) une vanne
25 unique 115b, commune, montée entre le réservoir 130 de liquide à épandre et la conduite 112b.

Les différentes vannes de contrôle sont commandées par une unité de commande de pulvérisation 120. Les vannes de contrôle sont de préférence des électrovannes du type à commande à largeur d'impulsions (PWM pour
30 « Pulse Width Modulation » en terminologie anglo-saxonne), disponibles sur

le marché, qui permettent une commande proportionnelle du débit moyen et donc de la dose appliquée par unité de temps sur les plantes.

La rampe est soit intégrée à un engin E, soit tractée par un engin, soit encore portée par un engin, l'engin pouvant être un tracteur agricole ou encore un véhicule routier ou ferroviaire notamment pour traiter un espace non cultivé.

La rampe 100 porte en outre un ensemble de caméras 210 dont les axes AC sont ici orientés en direction plongeante dans des plans verticaux parallèles à la direction D de déplacement de l'engin et aptes à prendre des images d'une zone Z sur laquelle se déplace rampe 100, afin d'identifier des plantes à traiter. Ces plantes peuvent être des adventices sur lesquelles on souhaite sélectivement pulvériser un produit herbicide, ou encore des plantes cultivées sur lesquelles on souhaite sélectivement pulvériser un produit phytosanitaire (insecticide, engrais, régulateur de croissance, etc.). Dans une variante non illustrée, les caméras peuvent être orientées verticalement vers le bas.

Ces caméras 210 sont reliées à une ou plusieurs unités de traitement numérique 220 apte(s) analyser les images prises par les caméras pour déterminer la présence de plantes cibles à traiter. Cette analyse s'effectue par exemple par décomposition de chaque image en sous-images de taille déterminée, application d'une fonction de convolution sur chacune des sous-images en utilisant des matrices de poids, et détermination d'une probabilité de présence d'une plante cible en fonction du résultat de la convolution. Les documents WO2018142371A1 et WO2018141995A1 au nom de la demanderesse décrivent de telles techniques.

Le cas échéant, la rampe comprend tout équipement complémentaire tel que dispositif de mesure de hauteur, dispositif de commande de la position ou de la géométrie de la rampe, système d'éclairage, etc.

A chaque fois qu'une plante à traiter est localisée dans une image par l'unité de traitement 220, sa position dans l'image permet d'en déduire sa position réelle sur la zone en cours de traitement, et des données correspondantes sont transmises à unité de commande de pulvérisation 120.

[0036] Selon un aspect de l'invention, l'unité commande 120 est apte à commander la pulvérisation de manière, en premier lieu, à réaliser au cours du déplacement de l'engin une pulvérisation uniforme de la zone à traiter à l'aide de l'ensemble de la deuxième série de buses 110b. De préférence, le circuit commande 120 et/ou la constitution du circuit d'alimentation des buses sont configurés pour que la dose appliquée par les buses 110b soit essentiellement uniforme sur l'ensemble de la zone à traiter, notamment en prenant en compte les pertes de charge dans la conduite d'alimentation 112b. Cette pulvérisation uniforme est mise en œuvre indépendamment de la détection, par le système de vision comprenant les caméras 210 et l'unité de traitement 220, de la présence effective ou non de plantes à traiter dans la zone Z.

De préférence, la dose appliquée pour cette pulvérisation uniforme (en général définie par un poids ou un volume de produit par unité de surface traitée) est égale à une fraction, par exemple de 10 à 40%, préférentiellement autour de 20% pour un herbicide, de la dose nominale préconisée, cette dose étant appliquée par commande appropriée de la ou des vannes de contrôle 114b ou 115b associée(s) à la deuxième série de buses.

En parallèle de ce fonctionnement en continu, le système est configuré pour que, lorsqu'une plante à traiter est identifiée dans une image prise par une caméra 210, une pulvérisation locale de produit soit effectuée à l'emplacement où la plante a été identifiée. A cet effet, l'unité de traitement 220 adresse à l'unité de commande de pulvérisation 120 les données permettant à cette dernière de déterminer laquelle des buses 110a de la première série de buses doit être activée et à quel instant (en fonction notamment de la vitesse d'avancement de l'engin), comme décrit dans les précédentes demandes de brevets au nom de la Demanderesse, et la consigne d'ouverture est adressée à l'instant précité (en tenant compte des éventuelles latence) à la vanne de contrôle correspondante.

La dose pour cette pulvérisation locale est de préférence proche de la dose nominale préconisée pour le produit considéré, et par exemple de l'ordre

de 80 % de la dose nominale si les buses de la deuxième série 112b applique une dose égale à 20% de la dose nominale. En variante, et dans le cas où les électrovannes 112a sont à commande proportionnelle, on peut prévoir d'ajuster la dose en fonction d'un ou de plusieurs critères dont le type de plante détectée, le niveau de développement de la plante tel qu'estimé par le système de vision 210, 220, et/ou d'autres facteurs tels que les conditions ambiantes, la vitesse de déplacement de l'engin, etc.

Ainsi, les buses 110a de la première série permettent de réaliser un traitement localisé et d'efficacité garantie aux plantes à traiter détectées par le système de vision 210, 220, tandis que les buses 110b de la deuxième série appliquent un traitement de sécurité sur l'ensemble de la zone, pour ainsi traiter des plantes qui se seraient pas détectées par le système de vision, quelle qu'en soit la raison (plante trop petite, plante cachée, plante non répertoriée dans le processus de reconnaissance, etc.).

Dans une deuxième forme de réalisation et en référence à la Figure 3, la rampe comporte une série de buses unique 110a, chaque buse étant connectée à une conduite d'alimentation commune 112a par l'intermédiaire d'une vanne de contrôle respective.

Dans cette réalisation, chaque vanne 112a est à commande progressive, en étant apte à délivrer une dose de produit variable en fonction d'une consigne elle-même variable entre 0 et 100%.

En régime permanent, les vannes 112a sont commandées de telle sorte que chacune des buses 110a délivre une dose de produit par exemple de 10 à 40% de la dose nominale, de préférence autour de 20% pour le cas d'un herbicide foliaire.

Lorsqu'une plante à traiter est identifiée par le système de vision 210, 220, la buse concernée et les instants de début de de fin de traitement localisé sont déterminés au niveau de l'unité de traitement 220 et l'unité de commande 120. La vanne de contrôle de la buse concernée est alors commandée par l'unité de commande 120 pour réaliser entre les instants de début et de fin calculés, une ouverture plus grande de la vanne de contrôle 112a associée à

la buse concernée, pour réaliser pendant cette fenêtre temporelle une pulvérisation à une dose plus élevée, par exemple à la dose nominale pour le produit considéré.

5 On obtient ainsi les mêmes avantages que pour le premier mode de réalisation.

Bien entendu, la présente invention n'est nullement limitée aux formes de réalisation décrites et représentées, mais l'homme du métier saura y apporter de nombreuses variantes et modifications. En particulier :

10 - on entend par « buse » aussi bien une buse individuelle qu'un groupe ou grappe de buses, par exemple des buses opérant dans des directions différentes et/ou avec des géométries de pulvérisation différentes ;

- dans le cas de groupes de buses, les vannes de contrôles associées peuvent comprendre une vanne par buse, une vanne par groupe ou une vanne par sous-groupe ;

15 - les vannes de contrôle, qu'elles soient en tout ou rien ou à commande progressive, peuvent être réalisées avec toute technologie appropriée, en étant intégrées aux buses ou distinctes des buses ;

20 - le système de la première forme de réalisation peut être utilisé pour appliquer deux produits différents, par exemple un produit mouillant de façon uniforme avec la deuxième série de buses et un produit de traitement local avec la première série de buses ;

- l'activation d'une buse concernée pour une pulvérisation localisée couvre également l'activation d'un ensemble de buses voisines.

25 - on entend par « unité de traitement numérique » aussi bien un dispositif de traitement unique qu'un ensemble de dispositifs de traitement, notamment à traitements parallèles, éventuellement répartis en différents emplacements du système de traitement de plantes et associés à des caméras respectives ou des groupes de caméras respectifs.

30 La présente invention s'applique en agriculture ainsi que dans tout domaine il peut être nécessaire de traiter des plantes, par exemple appliquer un herbicide sur des plantes adventices, notamment le traitement de zones

dans le domaine des transports, de l'aménagement urbain, etc. Elle peut être mise en œuvre sur décision d'un opérateur en fonction de son observation du terrain et des opérations à effectuer.

5 Elle peut alternativement être mise en œuvre de façon automatisée ou semi-automatisée en fonction par exemple d'une analyse d'image d'un échantillon du champ à traiter, le choix pouvant être soit un traitement uniforme, soit un traitement localisé, soit une combinaison d'un traitement uniforme et d'un traitement localisé comme décrit dans ce qui précède.

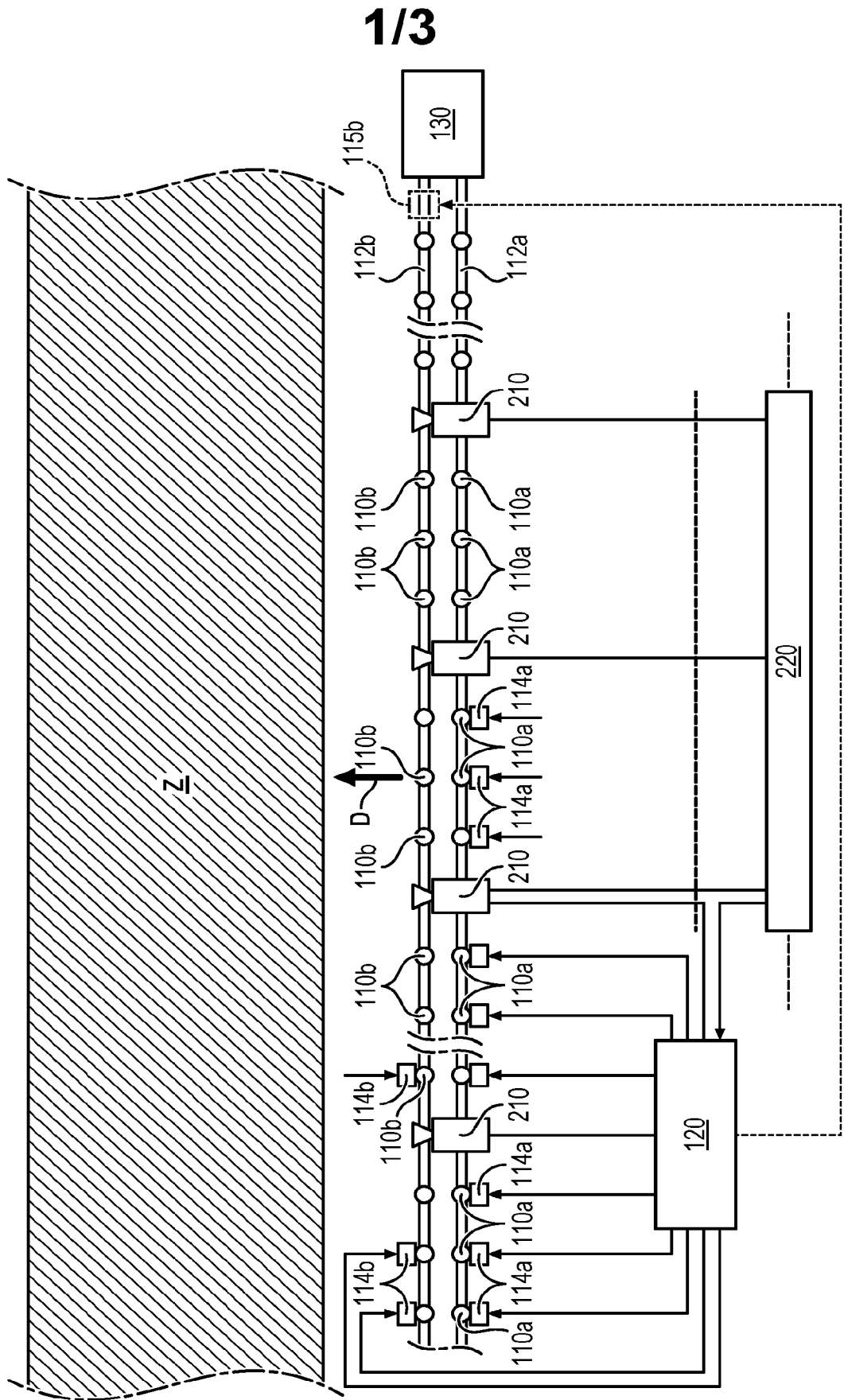
Revendications

1. Système pour le traitement de plantes, comprenant une rampe de pulvérisation dotée d'une pluralité de buses de pulvérisation réparties sur la rampe et alimentées par un dispositif de commande de pulvérisation, le système comprenant un ensemble de caméras aptes à prendre des images d'une zone à traiter, un dispositif de traitement numérique apte à analyser les images prises par la caméra, à identifier des plantes à traiter et à appliquer des consignes au dispositif de commande de pulvérisation en vue de pulvériser au moins un produit sur des plantes à traiter, le système étant caractérisé en ce que les buses de pulvérisation et le dispositif de commande de pulvérisation sont configurés pour appliquer une dose généralement uniforme d'un produit sur la zone à traiter indépendamment de l'identification de plantes à traiter dans les images, et pour appliquer localement une dose complémentaire d'un produit sur des plantes à traiter identifiées par le dispositif de traitement numérique.
2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le produit appliqué pour la dose généralement uniforme et le produit appliqué en dose complémentaire sont constitués par le même produit.
3. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le produit appliqué pour la dose généralement uniforme et le produit appliqué en dose complémentaire sont des produits différents.
4. Système selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend deux rangées de buses réparties le long de la rampe, avec une première rangée apte à appliquer la dose généralement uniforme de produit et une deuxième rangée apte à appliquer la dose complémentaire locale sur les plantes identifiées.

5. Système selon les revendications 2 et 4 prises en combinaison, caractérisé en ce que les deux rangées de buses sont reliées par un dispositif d'alimentation à un réservoir de produit commun.
- 5 6. Système selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que le dispositif d'alimentation comprend pour la première rangée de buses de pulvérisation une vanne de contrôle individuelle par buse.
- 10 7. Système selon la revendication 6, caractérisé en ce que le dispositif d'alimentation comprend pour la deuxième rangée de buses une vanne de contrôle commune pour au moins un groupe de buses.
- 15 8. Système selon la revendication 6, caractérisé en ce que le dispositif d'alimentation comprend pour la deuxième rangée de buses une vanne de contrôle par buse.
- 20 9. Système selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend une rangée de buses réparties le long de la rampe et auxquelles sont associées des vannes de contrôle respectives ayant au moins deux états d'ouverture, le dispositif de commande de pulvérisation étant apte à amener simultanément les vannes de contrôle dans un premier état permettant d'appliquer la dose généralement uniforme de produit et à amener ponctuellement au moins une buse identifiée à partir d'une reconnaissance de plante par le dispositif de traitement numérique dans un deuxième état dans
25 lequel la dose de produit est augmentée.
10. Système selon la revendication 9, caractérisé en ce que les vannes de contrôle sont à commande progressive.

11. Système selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la dose généralement uniforme de produit est une fraction d'une dose nominale préconisée pour le produit considéré.
- 5 12. Système selon les revendications 2 et 11 prises en combinaison, caractérisé en ce que la dose complémentaire de produit, ajoutée à la dose généralement uniforme, aboutit environ à une dose nominale préconisée pour le produit considéré.

FIG. 1



1/3

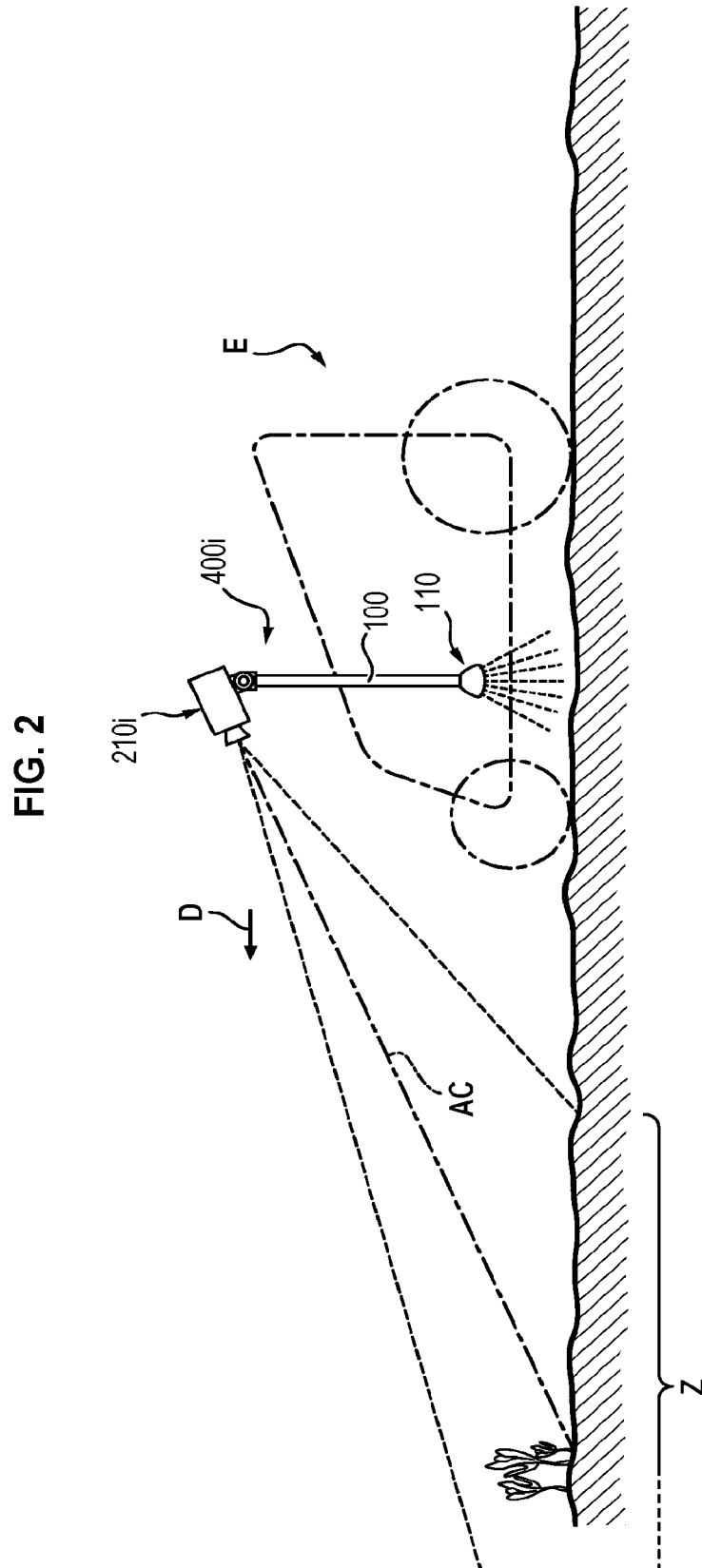


FIG. 2

