

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 141 035**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②1 N° d'enregistrement national : **22 12384**
⑤1 Int Cl⁸ : **A 01 C 3/06 (2023.01), A 01 M 7/00, B 05 B 3/18**

①2 **DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITE** **A3**

②2 **Date de dépôt** : 28.11.22.

③0 **Priorité** : 21.10.22 FR 2210956.

④3 **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 26.04.24 Bulletin 24/17.

⑤6 **Les certificats d'utilité ne sont pas soumis à la procédure de rapport de recherche.**

⑥0 **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

Demande(s) d'extension :

⑦1 **Demandeur(s)** : SC OPTIMA Société Civile — FR.

⑦2 **Inventeur(s)** : Houssard Olivier.

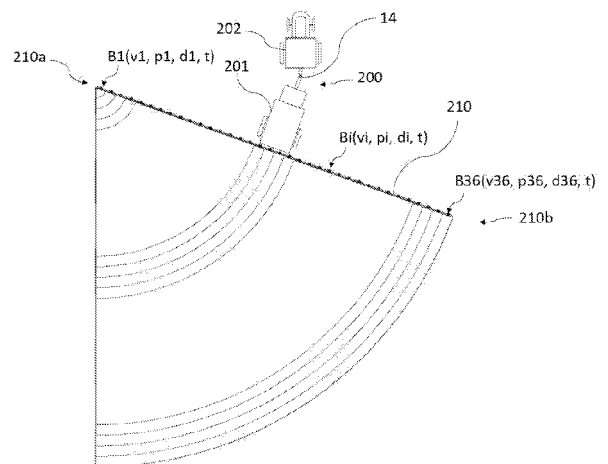
⑦3 **Titulaire(s)** : SC OPTIMA Société Civile.

⑦4 **Mandataire(s)** : RVDB.

⑤4 **Gestion du débit d'un liquide de pulvérisation en sortie d'une buse de pulvérisation sur une rampe de pulvérisation en fonction notamment d'un changement de direction et/ou de vitesse d'un pulvérisateur.**

⑤7 La présente invention concerne un système électronique (100) de gestion d'un débit (di) d'un liquide de pulvérisation en sortie d'une buse de pulvérisation (Bi) sur une rampe de pulvérisation (210) équipant un engin de pulvérisation (200), ladite rampe de pulvérisation (210) comprenant une pluralité de buses de pulvérisation (Bi) à débit variable, ledit système (100) comportant: - un module de collecte (10) configuré pour collecter une donnée de déplacement (DATA_vi) comprenant une information relative à la vitesse relative (vi) de ladite au moins une buse de pulvérisation (Bi) à un instant déterminé t ; et - une unité de traitement (20) configuré pour déterminer un débit (di) du liquide à pulvériser à l'instant $t+1$ par ladite au moins une buse de pulvérisation (Bi) en fonction de la vitesse relative (vi) de ladite au moins une buse (Bi) et d'une dose (D) déterminée de liquide de pulvérisation à pulvériser à l'instant $t+1$.

Figure d'abrégé : figure 1



FR 3 141 035 - A3



Description

Titre de l'invention : Gestion du débit d'un liquide de pulvérisation en sortie d'une buse de pulvérisation sur une rampe de pulvérisation en fonction notamment d'un changement de direction et/ou de vitesse d'un pulvérisateur

Domaine technique

- [0001] La présente invention concerne le domaine de l'électronique et plus particulièrement le domaine des systèmes de régulation du débit d'un liquide de pulvérisation en sortie de buse de pulvérisation sur une rampe de pulvérisation d'un engin de pulvérisation ou pulvérisateur du type véhicule d'épandage ou autre.
- [0002] Un des objets de la présente invention vise à proposer une solution de gestion du débit d'un liquide pour un pulvérisateur afin de pulvériser de façon localisée un liquide de pulvérisation (par exemple un liquide phytosanitaire) sur une surface (par exemple une surface agricole, surface foliaire, toiture, voie ferrée, etc.) selon une dose de pulvérisation déterminée ou variable en prenant en considération notamment la vitesse relative de la buse par exemple notamment lors d'un déplacement circulaire, d'un changement de direction ou encore d'un virage de celui-ci.
- [0003] Un des autres objets de la présente invention concerne un engin agricole du type véhicule d'épandage comprenant une rampe de pulvérisation équipée d'une pluralité de buses de pulvérisation et d'un système de gestion du débit en sortie de chaque buse.
- [0004] La présente invention trouvera de façon non-exclusive des applications avantageuses dans le domaine agricole, arboricole et/ou viticole notamment en se couplant à un calculateur pour pulvérisateur afin de réguler le débit dans le circuit des rampes d'épandage et de maintenir constant la pression à la sortie de chaque buse.
- [0005] La présente invention trouvera d'autres applications avantageuses dans d'autres domaines tels que par exemple le désherbage pour les voiries, l'épandage pour travaux routiers (domaine des travaux publics) et/ou les voies ferrées (domaine ferroviaire).

Art antérieur

- [0006] On connaît dans le domaine agricole et viticole les pulvérisateurs.
- [0007] Les pulvérisateurs sont classiquement destinés à pulvériser des produits sur les cultures sous forme de liquide.
- [0008] On parle également d'intrants.
- [0009] De tels pulvérisateurs sont par exemple utilisés pour appliquer sur les cultures des liquides phytosanitaires et/ou des engrais foliaires pour désherber ou encore pour

traiter les cultures contre certaines maladies et/ou lutter contre certains insectes (insectes, acariens, etc.) qui sont susceptibles de nuire à la récolte.

- [0010] Un pulvérisateur comporte généralement un réservoir de stockage ou cuve contenant le liquide à pulvériser ; ce réservoir est raccordé à un circuit équipé d'une pompe haute pression (ou équivalent) et d'une ou plusieurs buses de pulvérisation.
- [0011] De tels pulvérisateurs peuvent équiper véhicule motorisé de type engin agricole tel que par exemple tracteur, automoteur ou encore aéronef (autonome ou non).
- [0012] On parle de véhicules d'épandage.
- [0013] Pour répondre aux spécificités des végétaux à traiter et aux réglementations environnementales, les buses classiques sont maintenant remplacées par des buses électroniques à débit variable.
- [0014] Ainsi, on connaît aujourd'hui des pulvérisateurs qui intègrent des systèmes électroniques de pilotage comprenant un calculateur central relié à la rampe de pulvérisation et capable de piloter de façon indépendante les sorties de chaque buse.
- [0015] Dans le domaine de l'agriculture, certains véhicules d'épandage comprennent un système de pulvérisateur composé d'une rampe articulée à l'arrière (ou à l'avant) du véhicule.
- [0016] Une telle rampe peut par exemple faire plusieurs dizaines de mètres de large et les buses de pulvérisation peuvent être fixées sur la rampe par exemple environ tous les cinquante centimètres, voire tous les vingt-cinq centimètres.
- [0017] Bien évidemment, on comprendra que les dimensions et les espacements ci-dessus sont fournis ici à titre purement indicatifs et ne présentent en aucun cas un caractère limitatif ou restrictif.
- [0018] Ainsi, toujours selon cet exemple, un véhicule d'épandage qui est équipé d'une rampe de quarante-huit mètres de large avec une buse fixée tous les cinquante centimètres va comporter un calculateur central qui devra être capable de piloter en temps réel et de façon indépendante les quatre-vingt-seize buses fixées sur la rampe ; bien évidemment, on peut modifier ces dimensionnements et prévoir d'autres largeurs de rampe et d'autres distances d'espacement entre les buses.
- [0019] En théorie, un tel pilotage des buses (temps réel et indépendant) permet de réaliser une pulvérisation localisée pour pulvériser le champ de façon parcellaire, c'est-à-dire sur des courtes sections de parcelle du champ ; on comprend donc que le pilotage de ces buses pour la pulvérisation localisée peut nécessiter un actionnement simultané de l'ensemble des buses comme un actionnement d'une seule buse. On parle aussi de pilotage buse à buse.
- [0020] Ce pilotage buse à buse présente donc sur le plan théorique de nombreux avantages : il permet de réduire les coûts de pulvérisation et la pollution associée en optimisant l'utilisation du liquide pulvérisé.

- [0021] De tels systèmes de pulvérisation localisée permettent en outre d'améliorer la précision de la pulvérisation en pulvérisant correctement les sections du champ en fonction des besoins réels.
- [0022] En revanche, le Demandeur a observé que, sur le plan pratique, pulvériser buse par buse reste difficile à mettre à mettre en œuvre.
- [0023] Avec les pulvérisateurs actuels, il est en effet très difficile d'assurer cette pulvérisation localisée de façon pleinement satisfaisante car la configuration du circuit d'eau du pulvérisateur ne permet pas d'avoir un débit de pulvérisation stable en sortie de buse.
- [0024] On observe en effet des temps de transition lors du pilotage d'une seule buse.
- [0025] Ces temps de transition sont causés par une ouverture de la buse qui entraîne une baisse de pression significative laquelle ne permet pas une pulvérisation optimisée.
- [0026] En mode « pulvérisation localisée », le Demandeur a constaté qu'il était important de maintenir une pression constante en sortie de buses sans temps de transition de manière à ce que la pulvérisation soit optimale. Or, comme expliqué ci-dessus, on observe systématiquement une perte de pression dans les circuits actuels, laquelle implique un temps de transition pour atteindre le débit souhaité en sortie de buse.
- [0027] Les seules solutions de l'art antérieur qui prétendent mettre œuvre une « pulvérisation localisée » utilisent des buses et/ou des multi-buses pilotées par tronçon et non individuellement (c'est à dire buse à buse).
- [0028] On retrouve ainsi de telles solutions par exemple dans les documents FR2964577A1 et EP3338546A1.
- [0029] Le Demandeur observe par ailleurs pour les solutions de ces documents FR2964577A1 et EP3338546A1 des temps de latence très élevés.
- [0030] On observe par ailleurs qu'aucune des solutions existantes ne prend en considération la trajectoire dudit véhicule. En effet, certaines surfaces agricoles nécessitent de contourner un obstacle et/ou peuvent être de forme circulaire. La trajectoire du véhicule n'est donc pas forcément rectiligne.
- [0031] Or, dans un virage, la vitesse relative d'une extrémité de la rampe est très différente de la vitesse relative d'une autre extrémité de la rampe.
- [0032] Le Demandeur observe par ailleurs que ces vitesses
- [0033] Avec les solutions actuelles, la pulvérisation dans un virage reste identique et ne prend pas en considération la trajectoire et la vitesse du véhicule qui changent en permanence.
- [0034] Le Demandeur soumet que, pour ces raisons, les pulvérisateurs qui sont connus jusqu'à présent et qui comprennent un module de pilotage capable de piloter des tronçons de buses ne sont pas efficaces et ne permettent pas une pulvérisation précise et localisée pour fournir la dose appropriée de liquide de pulvérisation

Résumé de l'invention

- [0035] La présente invention vise à améliorer la situation décrite ci-dessus.
- [0036] La présente invention vise notamment à remédier à au moins l'un des différents problèmes techniques mentionnés ci-dessus en proposant une solution de pulvérisation buse à buse optimale et adaptable au circuit existant.
- [0037] L'objet de la présente invention concerne selon un premier aspect un procédé de gestion d'un débit d'un liquide de pulvérisation en sortie d'au moins une buse de pulvérisation sur une rampe de pulvérisation équipant un engin de pulvérisation du type par exemple un véhicule d'épandage se déplaçant sur une surface à traiter, la rampe de pulvérisation comprenant une pluralité de buses de pulvérisation à débit variable réparties le long de la rampe.
- [0038] Avantagement, le procédé selon la présente invention comporte les étapes suivantes :
- une collecte d'une donnée de déplacement comprenant une information relative à une vitesse relative de l'au moins une buse de pulvérisation à un instant déterminé t ; et
 - une détermination du débit du liquide à pulvériser à l'instant $t+1$ par l'au moins une buse de pulvérisation en fonction de la vitesse relative de l'au moins une buse à l'instant t et d'une dose déterminée de liquide de pulvérisation à pulvériser à l'instant $t+1$.
- [0039] Ainsi, en prenant en considération la vitesse relative de l'au moins une buse, il devient possible d'appliquer en temps réel le bon débit en sortie de chaque buse pour appliquer sur la surface à traiter la dose attendue de liquide de pulvérisation.
- [0040] Cette prise en considération de la vitesse relative de la buse permet d'éviter les surdosages et/ou les sous dosages, notamment lorsqu'un engin du type véhicule d'épandage effectue un virage et/ou lorsque le véhicule traite une surface circulaire et/ou lorsque le véhicule effectue un demi-tour (coupure de la pulvérisation en temps réel).
- [0041] Grâce aux caractéristiques techniques ci-dessus, et notamment la prise en considération de la vitesse relative de chaque buse, on dispose d'une solution de pulvérisation assurant une pulvérisation buse à buse avec un débit maîtrisé qui est fonction de la dose cible à pulvériser.
- [0042] La prise en considération de ce nouveau paramètre assure une pulvérisation localisée (buse à buse) avec un débit adapté en sortie de chaque buse pour un dosage précis.
- [0043] Avantagement, le procédé selon la présente invention comprend une génération d'un signal de pilotage ; un tel signal comprend de préférence le débit du liquide à pulvériser à l'instant $t+1$ et une transmission du signal de pilotage à destination de l'au moins une buse de pulvérisation.

- [0044] Avantageusement, la vitesse relative de l'au moins une buse est collectée via une balise de géolocalisation du type par exemple GPS.
- [0045] Avantageusement, l'étape de collecte comprend une mesure d'une vitesse angulaire de l'au moins une buse par exemple à l'aide d'un gyroscope placé sur la rampe ou encore sur le pulvérisateur.
- [0046] Avantageusement, l'étape de collecte comprend une mesure d'une vitesse de déplacement du véhicule à l'instant, par exemple par un accéléromètre placé sur le véhicule ou la rampe.
- [0047] Alternativement, cette vitesse de déplacement peut également être fournie directement par le véhicule (par exemple par un système intelligent dudit véhicule ou équivalent).
- [0048] Avantageusement, il peut être envisagé que, lors de l'étape de détermination, la vitesse relative de la buse est calculée en fonction de la vitesse de déplacement du véhicule.
- [0049] Avantageusement, il peut être envisagé que, lors de l'étape de détermination, la vitesse relative de la buse est en outre calculée en fonction d'une position relative de la buse sur la rampe.
- [0050] La prise en considération de cette position relative de la buse sur la rampe est souhaitable, notamment lors d'un virage. En effet, lors d'un tel virage, la partie interne de la rampe se déplace à une vitesse inférieure à celle de la partie externe de la rampe.
- [0051] Chaque buse de la rampe a donc une vitesse relative différente en fonction de sa position relative sur la rampe.
- [0052] Avantageusement, il peut être envisagé que, lors de l'étape de détermination, la vitesse relative de la buse est en outre calculée en fonction d'un angle de braquage du véhicule, par exemple à l'aide d'un capteur angulaire entre l'engin de pulvérisation et la rampe). Cette alternative permet d'affiner la détermination de la vitesse relative de la buse lors d'un virage selon un angle de braquage déterminé. Un tel angle de braquage permet en effet de connaître le rayon de courbure du virage réalisé lequel permet de déterminer la vitesse relative de chaque buse dans le virage lorsqu'on connaît la position relative de celle-ci dans la rampe.
- [0053] Avantageusement, il est envisageable de prévoir la présence d'un capteur configuré pour déterminer les éventuels phénomènes de fouettement de la rampe en sortie de virage ou lorsque la rampe entre en collision avec un obstacle. En effet, on constate que ces phénomènes de fouettement peuvent entraîner des approximations dans la pulvérisation.
- [0054] La présence de ce capteur permet de pallier ces problèmes.
- [0055] Avantageusement, la dose déterminée de liquide de pulvérisation à pulvériser à l'instant $t+1$ est constante.

- [0056] Avantageusement, la dose déterminée de liquide de pulvérisation à pulvériser à l'instant $t+1$ est modulée par une cartographie de la surface à traiter. En d'autres termes, la cartographie de la surface à traiter est connue et, dans cette variante, il est possible de déterminer au préalable la dose à pulvériser sur chaque portion de la surface à traiter. Dans cette variante, il est ainsi prévu une géolocalisation de la buse pour déterminer sa position relative par rapport à la cartographie de la surface à traiter.
- [0057] Avantageusement, la dose déterminée de liquide de pulvérisation à pulvériser à l'instant $t+1$ est déterminé à l'instant t par une capture à l'aide d'une caméra d'une image comprenant la surface à traiter et un traitement de cette dite image. On comprend ici que le traitement de cette dite image est réalisé par des algorithmes de traitement d'images dédiés à la reconnaissance de caractéristiques du végétal à traiter (nature, type, forme, volume de la surface foliaire, etc.) et/ou par des algorithmes du type Machine Learning.
- [0058] Selon un deuxième aspect, l'objet de la présente invention concerne un programme d'ordinateur qui comporte des instructions adaptées pour l'exécution des étapes du procédé selon le premier aspect de l'invention, ceci notamment lorsque le programme d'ordinateur est exécuté par au moins un processeur.
- [0059] Un tel programme d'ordinateur peut utiliser n'importe quel langage de programmation, et être sous la forme d'un code source, d'un code objet, ou d'un code intermédiaire entre un code source et un code objet, tel que dans une forme partiellement compilée, ou dans n'importe quelle autre forme souhaitable.
- [0060] Selon un troisième aspect, l'objet de la présente invention concerne un support d'enregistrement lisible par un ordinateur sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour l'exécution des étapes du procédé selon le premier aspect de l'invention.
- [0061] D'une part, le support d'enregistrement peut être n'importe quel entité ou dispositif capable de stocker le programme. Par exemple, le support peut comporter un moyen de stockage, tel qu'une mémoire ROM, un CD-ROM ou une mémoire ROM de type circuit microélectronique, ou encore un moyen d'enregistrement magnétique ou un disque dur.
- [0062] D'autre part, ce support d'enregistrement peut également être un support transmissible tel qu'un signal électrique ou optique, un tel signal pouvant être acheminé via un câble électrique ou optique, par radio classique ou hertzienne ou par faisceau laser autodirigé ou par d'autres moyens. Le programme d'ordinateur selon l'invention peut être en particulier téléchargé sur un réseau de type Internet.
- [0063] Alternativement, le support d'enregistrement peut être un circuit intégré dans lequel le programme d'ordinateur est incorporé, le circuit intégré étant adapté pour exécuter ou pour être utilisé dans l'exécution du procédé en question.

- [0064] L'objet de la présente invention concerne selon un quatrième aspect un système électronique de gestion d'un débit d'un liquide de pulvérisation en sortie d'au moins une buse de pulvérisation sur une rampe de pulvérisation équipant un engin de pulvérisation du type par exemple un véhicule d'épandage, la rampe de pulvérisation comprenant une pluralité de buses de pulvérisation à débit variable réparties le long de la rampe.
- [0065] Selon la présente invention, le système comporte avantageusement :
- un module de collecte configuré pour collecter une donnée de déplacement comprenant une information relative à la vitesse relative de l'au moins une buse de pulvérisation à un instant déterminé t ; et
 - une unité de traitement configurée pour déterminer un débit du liquide à pulvériser à l'instant $t+1$ par l'au moins une buse de pulvérisation en fonction de la vitesse relative de l'au moins une buse à l'instant t et d'une dose déterminée de liquide de pulvérisation à pulvériser.
- [0066] Avantageusement, le système selon la présente invention comprend des moyens configurés pour la mise en œuvre des étapes du procédé tel que décrit ci-dessus selon le premier aspect de la présente invention.
- [0067] Avantageusement, chaque buse de pulvérisation de la rampe est une buse à débit variable sont des buses à pulsation.
- [0068] De préférence, chaque buse de pulvérisation à débit variable est apte à être pilotée électriquement par une unité de pilotage selon une technologie PWM capable de faire varier le débit de chaque buse en modulant la durée d'ouverture lors d'un cycle d'ouverture/fermeture de la buse.
- [0069] Une telle technologie PWM pour « Pulse Width Modulation » (ou modulation de largeur d'impulsion) repose sur le principe de faire varier le débit des buses en modulant la durée du cycle d'ouverture des buses.
- [0070] De préférence, les buses à débit variable présentent une fréquence d'ouverture/fermeture de 10 à 100 Hertz.
- [0071] En d'autres termes, on comprend ici que chaque buse est capable de s'ouvrir et se fermer 10 à 100 fois par seconde. La modulation du débit de la buse s'effectue donc ici en faisant varier la durée d'ouverture de la buse au sein d'un cycle d'ouverture/fermeture.
- [0072] L'objet de la présente invention concerne selon un sixième aspect un engin de pulvérisation du type par exemple véhicule d'épandage comprenant :
- une rampe de pulvérisation équipée d'une pluralité de buses de pulvérisation à débit variable réparties le long de ladite rampe, chaque buse de pulvérisation étant aptes à pulvériser ledit liquide de pulvérisation ; et
 - un système de pulvérisation tel que décrit ci-dessus selon le cinquième aspect de la

présente invention.

- [0073] De préférence, ledit engin de pulvérisation est du type véhicule motorisé, autonome ou non.
- [0074] De préférence, ledit engin de pulvérisation comprend en outre :
- un réservoir contenant un liquide à pulvériser (par exemple un liquide phytosanitaire) ; et/ou
 - un circuit de pulvérisation raccordant en boucle le réservoir et la rampe ; et/ou
 - une unité de pilotage apte à piloter chaque buse indépendamment l'une de l'autre pour une pulvérisation buse à buse ; et/ou
 - une pompe.
- [0075] Préférentiellement, ladite pompe est située en aval du circuit sur la boucle d'arrivée entre le réservoir et la rampe de pulvérisation, la pompe étant apte à injecter dans le circuit de pulvérisation le liquide selon un débit déterminé.
- [0076] De préférence, la pression dans le circuit de pulvérisation est maintenue constante à 3 bars.
- [0077] Ainsi, par ses différentes caractéristiques techniques fonctionnelles et structurelles décrites ci-dessus, on dispose d'un système de pulvérisation buse à buse efficace qui assure une pulvérisation avec un débit adapté en sortie de buse pour fournir la bonne dose sur la surface à traiter et éviter les surdosages ou les sous dosages ; on notera en outre qu'un tel système peut venir s'adapter sur les circuits existants en apportant un minimum de modifications.

Description des figures

- [0078] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description ci-dessous, en référence aux figures annexées qui en illustrent un exemple de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif et sur lesquelles :
- [0079] [Fig.1]
- [0080] La [Fig.1] représente une vue schématique de dessus d'un engin de pulvérisation de type véhicule d'épandage comprenant un système de gestion du débit de buses selon un exemple de réalisation de la présente invention lorsque ledit engin effectue un virage tout en pulvérisant un liquide de pulvérisation ;
- [0081] [Fig.2]
- [0082] La [Fig.2] représente un organigramme du procédé de gestion du débit des buses d'une rampe de pulvérisation d'un engin de pulvérisation conforme à la [Fig.1] ; et
- [0083] [Fig.3]
- [0084] La [Fig.3] représente une vue schématique d'un système de gestion du débit de buses selon un exemple de réalisation de la présente invention.

Description détaillée

- [0085] Un système de gestion du débit des buses sur une rampe pour une pulvérisation buse à buse selon un exemple de réalisation de la présente invention ainsi que le véhicule associé vont maintenant être décrits dans ce qui va suivre en référence conjointement aux figures 1 à 3.
- [0086] L'exemple de réalisation décrit ici portera plus précisément sur un véhicule d'épandage 200 tel qu'illustré en [Fig.1]. On comprendra qu'il s'agit d'un exemple de réalisation parmi d'autres possibles et que la présente invention pourra se rapporter à tout type de pulvérisateur.
- [0087] Dans l'exemple de réalisation de la [Fig.1], le véhicule d'épandage 200 comprend un tracteur 202 tractant une remorque 201 sur laquelle est monté classiquement un système de pulvérisation.
- [0088] On comprend ici qu'il s'agit d'un exemple parmi d'autres possibles. En effet, la présente invention ne se limite pas à cet exemple de réalisation et le système de pulvérisation peut également être traîné ou portée selon d'autres variantes.
- [0089] Dans l'exemple décrit, le système de pulvérisation comportant :
- un réservoir (non représenté ici) contenant un liquide à pulvériser tel que par exemple un liquide phytosanitaire ; et
 - une rampe de pulvérisation 210 présentant au moins un tronçon avec une pluralité de buses de pulvérisation B_i (i étant ici un entier positif compris entre 1 et N , N étant égal à 36 dans cet exemple).
- [0090] Dans cet exemple, la rampe de pulvérisation 210 comprend plus particulièrement trente-six buses de pulvérisation B_1 à B_{36} réparties tous les cinquante centimètres sur une longueur totale de dix-huit mètres.
- [0091] Dans cet exemple, il est prévu pour un fonctionnement correct de la pulvérisation un circuit (non représenté ici) qui relie en boucle le réservoir à la rampe 210. On comprend dans cet exemple que le réservoir est relié à l'entrée de la rampe 210 par une boucle d'arrivée du circuit et que la sortie de la rampe est reliée au réservoir par une boucle de retour.
- [0092] Il est également prévu de façon connue une pompe (non représentée ici) et une vanne de régulation (non représentée ici).
- [0093] Dans cet exemple, la pompe est située en aval du circuit (c'est-à-dire sur la boucle d'arrivée du circuit) entre le réservoir et la rampe de pulvérisation 210. Ici, la pompe est configurée pour injecter dans le circuit de pulvérisation le liquide selon un débit variable déterminé.
- [0094] La vanne de régulation est quant à elle située en amont du circuit (c'est-à-dire sur la boucle de retour du circuit) entre la rampe de pulvérisation 210 et le réservoir.
- [0095] Dans l'exemple décrit ici, les buses B_i sont de préférence à débit variable et sont du type PWM (on pourra aussi prévoir des buses du type ON/OFF dans certaines

variantes).

- [0096] Dans cet exemple, les buses Bi sont pilotées électriquement par l'unité de pilotage 30 pour actionner et déclencher l'ouverture de chaque buse lors d'un cycle d'ouverture/fermeture de celle-ci.
- [0097] Dans cet exemple, on prévoit une fréquence d'ouverture/fermeture de 10 à 100 Hertz pour chaque buse.
- [0098] Dans cet exemple, on prévoit en outre la mise en œuvre d'une unité de pilotage 30.
- [0099] Une telle unité de pilotage 30 est configurée pour piloter chacune des buses Bi indépendamment les unes des autres.
- [0100] Une telle unité de pilotage 30 est particulièrement appréciée dans le domaine de l'épandage et de la pulvérisation ; elle permet de faire une pulvérisation localisée. Elle peut également permettre un désherbage localisé selon le cas d'usage.
- [0101] En pilotant les buses indépendamment les unes des autres, il est possible de pulvériser des portions de parcelles et donc de réduire la pulvérisation en fonction de la surface à traiter par exemple.
- [0102] Cette pulvérisation localisée répond à de nombreux enjeux écologiques en permettant de réduire, ou à tout le moins d'optimiser, l'utilisation des intrants sur les surfaces agricoles.
- [0103] Comme expliqué dans le préambule, les solutions actuelles ne prennent pas en considération les variations de trajectoires du véhicule d'épandage 200.
- [0104] Or, on constate que, compte tenu de l'envergure d'une rampe 210 (dix-huit mètres dans cet exemple), la vitesse relative d'une extrémité 210a de la rampe 210 est très différente de la vitesse relative de l'autre extrémité 210b de la rampe 210 lorsque le véhicule 200 effectue un virage par exemple pour traiter une surface agricole circulaire ; ceci n'est pas le cas lorsque le véhicule a une trajectoire rectiligne.
- [0105] Ceci part du principe que le virage extérieur est plus long que le virage à la corde : plus le rayon de courbure du virage engagé est grand, plus le virage extérieur est long par rapport au virage à la corde.
- [0106] Ainsi, comme illustré dans l'exemple de la [Fig.1], on peut constater que, lors d'un virage, la vitesse relative v_1 de la buse B1 située à l'extrémité interne 210a de la rampe est très inférieure à la vitesse relative v_2 de la buse B2 située à l'extrémité externe 210b de la rampe 210.
- [0107] A titre d'exemple, lorsqu'un véhicule d'épandage 200 se déplaçant à une vitesse de quatre kilomètres par heure et équipé d'une rampe de pulvérisation 210 de dix-huit mètres effectue un virage dont le rayon de courbure est de neuf mètres, on peut relever :
- une vitesse relative de l'extrémité interne 210a de la rampe 210 (ici la corde) égale à cent-dix centimètres par heure ; et

du véhicule 200, par exemple à l'aide d'un accéléromètre 13 placé sur ledit véhicule 200 ou la rampe 210, ou encore de collecter celle-ci via une balise 11 de géolocalisation du type GPS et/ou un système intelligent de navigation du véhicule 200.

[0119] Cette donnée de déplacement DATA_{vi} peut également comprendre d'autres informations pertinentes pour l'objectif recherché telles que par exemple :

- la position relative p_i de la buse B_i sur la rampe 210 ; et/ou
- la largeur de la rampe 210 ; et/ou
- l'angle de braquage de l'engin de pulvérisation 200 lequel est mesuré par exemple à l'aide d'un capteur angulaire 14 placé entre l'engin de pulvérisation 200 et la rampe 210 ; et/ou
- le cap du véhicule lors de son déplacement.

[0120] On comprendra ici que les informations relatives à la position relative p_i de la buse B_i sur la rampe 210 et la largeur de la rampe 210 sont connues et ont été fournies au préalable au système lors d'un paramétrage de celui-ci.

[0121] A partir de ces informations qui sont prédéterminées, mesurées et/ou collectées, il est possible de déterminer la vitesse relative v_i de chacune des buses B_i .

[0122] Cette détermination est réalisée soit par calcul via un calculateur configuré à cet effet soit par un abaque comprenant des valeurs préétablies.

[0123] On sait ainsi déterminer à partir d'un abaque la vitesse relative d'une buse B_i lorsqu'on connaît les paramètres suivants :

- la position p_i de la buse B_i sur la rampe 210 ;
- la largeur de la rampe 210 ;
- l'angle de braquage du véhicule 200 ; et
- la vitesse de déplacement du véhicule 200.

[0124] Une fois cette vitesse relative v_i de la buse B_i déterminée, cette information est envoyée à une unité de traitement 20 qui lors d'une étape S2 calcule le débit d_i du liquide à pulvériser par la buse de pulvérisation B_i à l'instant $t+1$; ce débit est calculé en fonction de la vitesse relative v_i de la buse B_i à l'instant t et d'une dose déterminée D de liquide de pulvérisation à pulvériser.

[0125] On notera que cette dose D peut être :

- une dose constante,
- une dose modulée par une cartographie de la surface à traiter, ou encore
- une dose déterminée en temps réel par une caméra qui détecte la nature/type du végétal à traiter (par exemple par traitement d'images et/ou Machine Learning) et détermine une dose en fonction de ces informations.

[0126] La valeur d_i est ensuite transmise à unité de pilotage 30 qui génère lors d'une étape S3 un signal de pilotage s comprenant le débit d_i du liquide à pulvériser à l'instant $t+1$ et transmet lors d'une étape S4 le signal de pilotage s à destination de chaque buse de

pulvérisation Bi pour pulvériser le liquide à l'instant t+1 selon le débit déterminé di.

[0127] On comprendra ici qu'il s'agit d'un traitement en temps réel.

[0128] Ce traitement de données spécifiquement dédié à la pulvérisation pour buse PWM permet de réguler en temps réel et individuellement le débit de chaque buse en fonction de la vitesse relative de chaque buse (qui varie notamment en fonction d'un changement de vitesse de vitesse du véhicule et/ou d'un changement de direction). Il trouvera de nombreuses applications avantageuses dans le domaine de la pulvérisation.

[0129] Il devra être observé que cette description détaillée porte sur un exemple de réalisation particulier de la présente invention, mais qu'en aucun cas cette description ne revêt un quelconque caractère limitatif à l'objet de l'invention ; bien au contraire, elle a pour objectif d'ôter toute éventuelle imprécision ou toute mauvaise interprétation des revendications qui suivent.

[0130] Il devra également être observé que les signes de références mis entre parenthèses dans les revendications qui suivent ne présentent en aucun cas un caractère limitatif ; ces signes ont pour seul but d'améliorer l'intelligibilité et la compréhension des revendications qui suivent ainsi que la portée de la protection recherchée.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de gestion d'un débit (di) d'un liquide de pulvérisation en sortie d'au moins une buse de pulvérisation (Bi) sur une rampe de pulvérisation (210) équipant un engin de pulvérisation (200) du type véhicule d'épandage se déplaçant sur une surface à traiter, ladite rampe de pulvérisation (210) comprenant une pluralité de buses de pulvérisation (Bi) à débit variable réparties le long de ladite rampe (210), ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :
- une collecte (S1) d'une donnée de déplacement (DATA_vi) comprenant une information relative à la vitesse relative (vi) de ladite au moins une buse de pulvérisation (Bi) à un instant t déterminé ; et
 - une détermination (S2) dudit débit (di) du liquide à pulvériser par ladite au moins une buse de pulvérisation (Bi) à l'instant t+1 en fonction de la vitesse relative (vi) de ladite au moins une buse (Bi) à l'instant t et d'une dose déterminée (D) de liquide de pulvérisation à pulvériser à l'instant t+1.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, lequel comprend une génération (S3) d'un signal de pilotage (s) comprenant ledit débit (di) du liquide à pulvériser à l'instant t+1 et une transmission (S4) dudit signal de pilotage (s) à destination de ladite au moins une buse de pulvérisation (Bi) pour pulvériser ledit liquide à l'instant t+1 selon le débit déterminé (di).
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la vitesse relative (vi) de ladite au moins une buse (Bi) est collectée via une balise (11) de géolocalisation du type GPS.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étape de collecte (S1) comprend une mesure d'une vitesse angulaire de ladite au moins une buse (Bi), par exemple à l'aide d'un gyroscope (12) placé sur ladite rampe (210).
- [Revendication 5] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étape de collecte (S1) comprend une mesure d'une vitesse de déplacement (v) dudit engin de pulvérisation (200), par exemple à l'aide d'un accéléromètre (13) placé sur ledit engin de pulvérisation (200) ou ladite rampe (210).
- [Revendication 6] Procédé selon la revendication 5, dans lequel, lors de l'étape de détermination (S2), la vitesse relative (vi) de ladite buse (Bi) est calculée en fonction de la vitesse de déplacement (v) dudit engin de pulvérisation