



(11)

**EP 4 361 354 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**01.05.2024 Bulletin 2024/18**

(21) Numéro de dépôt: **23205303.3**

(22) Date de dépôt: **23.10.2023**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):  
**E02F 3/36** (2006.01) **E02F 3/43** (2006.01)  
**E02F 3/627** (2006.01) **E02F 9/26** (2006.01)  
**E02F 9/20** (2006.01) **A01K 5/00** (2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):  
**E02F 3/3627; E02F 3/3636; E02F 3/431;**  
**E02F 9/2045; E02F 9/205; E02F 9/2087;**  
**E02F 9/2091; E02F 9/262; E02F 9/2054;**  
**E02F 9/207**

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB**  
**GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL**  
**NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**BA**  
Etats de validation désignés:  
**KH MA MD TN**

(30) Priorité: **24.10.2022 FR 2211033**

(71) Demandeur: **Manurob**  
**35690 Acigne (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **GERMANAUD, Pierre**  
**35690 ACIGNE (FR)**  
• **FANENE, Guillaume**  
**35690 ACIGNE (FR)**  
• **TINAUGUS, Yann**  
**35690 ACIGNE (FR)**

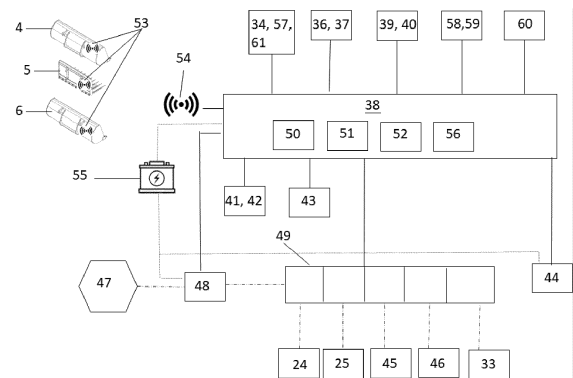
(74) Mandataire: **Loyer & Abello**  
**9, rue Anatole de la Forge**  
**75017 Paris (FR)**

(54) **MACHINE DE MANUTENTION AUTONOME, INSTALLATION EQUIPEE D'UNE TELLE MACHINE ET PROCEDE DE COMMANDE D'UNE TELLE MACHINE**

(57) L'invention concerne une machine de manutention autonome comportant un module d'accouplement autonome (52) qui est configuré pour :

- traiter un signal délivré par un capteur de détection spatiale (34, 57) et délivrer des informations de positionnement d'un l'outil (4, 5, 6) représentatives de la position et de l'orientation de l'outil (4, 5, 6) par rapport à la machine (2) ;
- commander au moins un organe de direction (45, 46) et un moteur (44) en fonction des informations de positionnement de l'outil (4, 5, 6) de manière à positionner la machine (2) par rapport au cadre porte-outil (16) dans une position relative d'accouplement ; et
- commander au moins un vérin de levage (24) et un vérin de bennage (25) lorsque la machine (2) est dans ladite position relative d'accouplement afin d'accoupler de manière autonome l'outil (4, 5, 6) au cadre porte-outil (16). L'invention concerne également une installation de manutention comportant une telle machine de manutention et un procédé de commande d'une telle machine de manutention.

[Fig. 6]



**EP 4 361 354 A1**

**Description****Domaine technique**

[0001] L'invention se rapporte au domaine des installations de manutention, notamment destinées à être installées dans une exploitation agricole, qui sont équipées d'une machine de manutention comportant une flèche montée pivotante et un outil, tel qu'un godet, monté pivotant à l'extrémité de la flèche et permettant la manutention de matières organiques. La machine de manutention peut notamment permettre de distribuer des aliments à des animaux et/ou approvisionner une installation de valorisation des déchets organiques.

[0002] L'invention se rapporte également à une machine de manutention du type précité qui est autonome, c'est-à-dire est capable de se déplacer et de procéder à des opérations de manutention de manière automatisée, sans intervention d'un conducteur.

**Arrière-plan technologique**

[0003] Dans les exploitations agricoles, il est connu d'utiliser des machines de manutention équipées de dispositifs de levage permettant de réaliser de manière récurrente différents types d'opérations de manutention, telles que par exemple transporter de l'alimentation depuis une zone de stockage de l'alimentation vers une zone de logement des animaux ou encore transporter de la matière organique vers une installation de transformation de déchets organiques, notamment une installation de méthanisation ou de compostage.

[0004] Ces machines de manutention sont équipées d'une flèche montée pivotante sur le châssis de la machine et d'un cadre porte-outil qui est apte et destinée à recevoir des outils de différents types, ce qui permet à la machine d'assurer une grande variété d'opérations de manutention.

[0005] Toutefois, ces machines de manutention nécessitent la présence d'un conducteur. Or, les opérations de manutention du type précité doivent être réalisées de manière récurrente, généralement quotidiennement, et présentent une faible valeur ajoutée. De telles opérations de manutention nuisent donc à la productivité du conducteur.

[0006] Il est connu par ailleurs des machines de manutention autonomes qui sont capables de se déplacer et de réaliser des opérations industrielles ou agricoles de manière automatisée. Cependant, de telles machines de manutention sont spécialisées dans l'automatisation d'une unique opération et ne sont donc pas non plus pleinement satisfaisantes.

**Résumé**

[0007] Une idée à la base de l'invention consiste à proposer une machine de manutention qui soit, d'une part, polyvalente, c'est-à-dire soit apte à réaliser une pluralité

d'opérations de manutention, et, d'autre part, autonome.

[0008] Selon un premier aspect, l'invention propose une machine de manutention autonome comportant :

- 5 - un châssis ;
- un essieu avant et un essieu arrière qui sont chacun montés sur le châssis selon un axe transversal ; au moins l'un desdits essieux avant et arrière étant directeur et commandé par un organe de direction ;
- 10 - un moteur qui est accouplé à au moins l'un des essieux avant et arrière par un dispositif de transmission ;
- une flèche qui est montée articulée sur le châssis entre une position extrême abaissée et une position extrême relevée ;
- 15 - un vérin de levage qui est agencé pour déplacer la flèche entre la position extrême abaissée et la position extrême relevée ;
- un cadre porte-outil qui est monté pivotant sur la flèche entre une position extrême de cavage et une position extrême de déversement et qui est apte à être accouplé à un outil ;
- un vérin de bennage qui est agencé pour déplacer le cadre porte-outil entre la position extrême de cavage et la position extrême de déversement ;
- 25 - au moins un capteur de détection spatiale apte à délivrer un signal comportant des informations représentatives de la position d'un outil ;
- une unité de commande qui comporte un module d'accouplement autonome qui est configuré pour :
- 30 - traiter le signal délivré par l'au moins un capteur de détection spatiale et délivrer des informations de positionnement de l'outil représentatives de la position et de l'orientation de l'outil par rapport à la machine ;
- 35 - commander au moins l'organe de direction et le moteur en fonction des informations de positionnement de l'outil de manière à positionner la machine par rapport au cadre porte-outil dans une position relative d'accouplement ; et
- 40 - commander au moins le vérin de levage et le vérin de bennage lorsque la machine est dans ladite position relative d'accouplement afin d'accoupler de manière autonome l'outil au cadre porte-outil.

45 [0009] Ainsi, une telle machine de manutention est particulièrement avantageuse en ce que, d'une part, elle est autonome et d'autre part, elle est polyvalente et peut ainsi réaliser une grande diversité d'opérations de manutention en raison de sa capacité à s'accoupler de manière autonome à une pluralité d'outils différents.

[0010] Selon des modes de réalisation, une telle machine de manutention peut présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

55 [0011] Selon un mode de réalisation, l'organe de direction et un vérin de direction.

[0012] Selon un mode de réalisation, le moteur est un moteur électrique.

[0013] Selon un mode de réalisation, le vérin de levage

comporte une première extrémité montée pivotante sur la flèche et une deuxième extrémité montée pivotante sur le châssis.

**[0014]** Selon un mode de réalisation, le vérin de bennage est monté pivotant, d'une part, sur la flèche et, d'autre part, sur un balancier, une bielle de bennage étant montée pivotante sur le balancier et sur le cadre porte-outil.

**[0015]** Selon un mode de réalisation, le cadre porte-outil comporte des moyens d'accrochage destinés à coopérer avec des moyens complémentaires solidaires de l'outil et une traverse destinée à coopérer avec au moins une butée d'appui de l'outil, le module d'accouplement autonome étant configuré pour : et - piloter au moins le vérin de levage et le vérin de bennage, et optionnellement le moteuret l'organe de direction, afin que les moyens d'accrochage du cadre porte-outil coopèrent avec les moyens complémentaires solidaires de l'outil et que la traverse vienne en appui contre la butée d'appui de l'outil.

**[0016]** Selon un mode de réalisation, le cadre porte-outil comporte au moins une tige de verrouillage mobile entre une position de verrouillage dans laquelle ladite tige de verrouillage est apte à s'insérer dans un orifice de verrouillage de l'outil et une position déverrouillée dans laquelle ladite tige de verrouillage est hors dudit orifice de verrouillage de l'outil, le module d'accouplement autonome étant configuré pour déplacer la tige de verrouillage de la position déverrouillée jusqu'à la position de verrouillage après la mise en appui de la traverse contre la butée d'appui de l'outil.

**[0017]** Selon un mode de réalisation, le cadre porte-outil comporte deux tiges de verrouillage qui sont chacune mobiles entre une position de verrouillage dans laquelle ladite tige de verrouillage est apte à s'insérer dans un orifice de verrouillage de l'outil et une position déverrouillée dans laquelle ladite tige de verrouillage est hors dudit orifice de verrouillage de l'outil, le module d'accouplement autonome étant configuré pour déplacer les tiges de verrouillage de la position déverrouillée jusqu'à la position de verrouillage après la mise en appui de la traverse contre la butée d'appui de l'outil.

**[0018]** Selon un mode de réalisation, le cadre porte-outil comporte un vérin de verrouillage agencé pour déplacer la tige de verrouillage entre la position de verrouillage et la position déverrouillée, le module d'accouplement autonome étant configuré pour piloter ledit vérin de verrouillage.

**[0019]** Selon un mode de réalisation, le capteur de détection spatiale est choisi parmi les caméras, par exemple stéréoscopiques, les caméras temps de vol, les LIDARS, les radars et les capteurs à ultrasons.

**[0020]** Selon un mode de réalisation, la machine est dépourvue de cabine destinée à recevoir un conducteur, ce qui permet de rendre la machine particulièrement compacte.

**[0021]** Selon un mode de réalisation, la flèche comprend deux bras de levage s'étendant de part et d'autre d'un axe longitudinal de la machine.

**[0022]** Selon un mode de réalisation, le châssis comporte une portion saillante qui fait saillie vers le haut entre les deux bras de levage, ladite portion saillante faisant saillie au-delà des deux bras de levage lorsque la flèche est dans la position extrême abaissée.

**[0023]** Selon un mode de réalisation, le capteur de détection spatiale est fixé à un sommet de la portion saillante. Ainsi, le positionnement du capteur de position spatiale sur la portion saillante précitée permet, d'une part, de limiter l'exposition dudit capteur de détection spatiale aux poussières résultant notamment de la matière qui est manutentionnée par l'outil et, d'autre part, d'offrir un excellent champ de perception, notamment sur la matière à charger. En particulier, le capteur de détection spatiale surmonte le châssis ainsi que la flèche et son outil, notamment lorsque la flèche est dans la position extrême abaissée. De plus, compte-tenu de la disposition de la portion saillante entre les bras de levage, la position du capteur de détection spatiale est centrale.

**[0024]** Selon un mode de réalisation, chacun desdits essieux avant et arrière comporte deux roues, est directeur et est commandé par un organe de direction respectif ; lesdits essieux avant et arrière étant équipés d'un système de direction agencé pour donner une inclinaison, par rapport à la direction longitudinale, différente aux deux roues de chacun des essieux avant et arrière de manière que la roue située à l'intérieur braque plus que celle située à l'extérieur. Ceci permet d'améliorer les capacités de déplacement de la machine. Ainsi, les quatre roues directrices peuvent, par exemple, être braquées en sens inverse sur une même courbe (rayon de giration de la machine est réduit) ou dans le même sens, on parle alors de déplacement « en crabe ».

**[0025]** Selon un mode de réalisation, l'unité de commande comporte un module de pilotage, le module de pilotage étant configuré pour émettre en fonction d'un itinéraire défini, une consigne de déplacement comportant trois variables  $V_1$ ,  $V_2$  et  $V_3$  ; avec :

- $V_1$  : une consigne représentative d'une variation d'angle de la trajectoire d'un point caractéristique de la machine ;
- $V_2$  : une consigne représentative d'une vitesse de déplacement du point caractéristique de la machine sur la trajectoire ; et
- $V_3$  : une consigne représentative de la variation d'angle du cap, c'est-à-dire de la direction longitudinale, de la machine ;

ledit module de pilotage étant en outre configuré pour :

- déterminer un angle médian d'inclinaison des deux roues de chacun des essieux avant et arrière en fonction de la consigne de déplacement ;
- déterminer une consigne d'angle d'inclinaison d'au moins une roue de chacun des essieux avant et arrière en fonction de la valeur de l'angle médian d'inclinaison des roues dudit essieu avant ou arrière cal-

culée précédemment ; et

- commander les organes de direction desdits essieux avant et arrière en fonction de la consigne d'angle d'inclinaison de la roue de chacun des essieux avant et arrière . Ceci offre encore davantage de possibilités de déplacement de la machine.

**[0026]** Selon un mode de réalisation, la roue de chacun des essieux avant et arrière pour laquelle on détermine la consigne d'angle d'inclinaison est la roue qui est située à l'intérieur de la trajectoire du point caractéristique de la machine.

**[0027]** La valeur de l'angle d'inclinaison des roues de chacun des essieux avant et arrière qui est située à l'extérieur de la trajectoire est ainsi obtenue en conséquence de l'agencement du système de direction tel que décrit précédemment. Selon un mode de réalisation, l'invention concerne une installation de manutention comportant au moins une machine de manutention précitée et une pluralité d'outils aptes à être accouplés au cadre porte-outil.

**[0028]** Selon un mode de réalisation, chacun des outils est équipé d'une radio-étiquette, la machine étant équipée d'un lecteur apte à lire un identifiant unique contenu dans les radio-étiquettes, le module d'accouplement autonome étant apte à comparer ledit identifiant unique avec une information d'identification de l'outil incluse dans des instructions représentatives d'une mission à réaliser reçues par l'unité de commande.

**[0029]** Selon un mode de réalisation alternatif ou complémentaire, le module d'accouplement autonome comporte, en mémoire, des informations représentatives de la géométrie de chacun des outils et est configuré pour :

- traiter le signal délivré par le capteur de position spatiale de manière à obtenir des informations de vérification représentatives de la géométrie de l'outil en regard duquel la machine est positionnée ; et
- vérifier la concordance entre les informations mémorisées représentative de la géométrie de l'outil correspondant aux instructions représentatives d'une mission à réaliser reçues par l'unité de commande.

**[0030]** Selon un mode de réalisation, l'installation de manutention comporte en outre un équipement de supervision comportant une interface homme machine permettant à un utilisateur de définir une mission comportant au moins les caractéristiques suivantes : une masse totale de matière à transporter, une zone de stockage de la matière dans laquelle la matière doit être chargée, une zone de déversement de la matière et une échéance limite pour accomplir la mission, ledit équipement de supervision étant configuré pour transmettre à l'unité de commande des instructions représentatives de la mission à réaliser.

**[0031]** Selon un mode de réalisation, l'équipement de supervision n'est pas embarqué sur la machine de manutention et est un équipement distinct de l'unité de com-

mande qui est embarquée sur la machine de manutention.

**[0032]** Selon un mode de réalisation, l'équipement de supervision est configuré pour décomposer la mission définie par l'utilisateur en une pluralité d'actions élémentaires et pour transmettre lesdites actions élémentaires à l'unité de commande. Ainsi, la machine de manutention reçoit dès le début de la mission toutes les informations nécessaires à la réalisation de la mission. La machine peut alors réaliser la mission sans faire appel à l'équipement de supervision, ce qui est particulièrement avantageux lorsque la machine est susceptible d'évoluer dans une zone blanche, c'est-à-dire dans une zone non couverte par le réseau de transmission d'information utilisé pour la communication entre l'unité de commande de la machine et l'équipement de supervision.

**[0033]** Selon un mode de réalisation, l'unité de commande comporte un module de définition d'itinéraire qui comporte, en mémoire, un réseau de chemins prédéfini et est équipé d'un programme utilisant un algorithme de type Dijkstra permettant de déterminer l'itinéraire à suivre par la machine, en fonction du réseau de chemins prédéfini, d'une position, et avantageusement d'un cap, de la machine, déterminée au moyen de signaux délivrés par au moins un ensemble de capteurs choisi parmi : un premier ensemble de capteurs comportant deux antennes de géolocalisation ; un deuxième ensemble de capteurs comportant des accéléromètres et des gyromètres ; et un troisième ensemble de capteurs comportant des odomètres équipant une ou plusieurs des roues de la machine de manutention et des instructions représentatives de la mission à réaliser reçues par l'unité de commande.

**[0034]** Selon un mode de réalisation, l'installation de manutention comporte une borne de recharge, la machine comportant un dispositif de stockage de l'énergie électrique, un capteur d'évaluation de l'état de charge pour évaluer l'état de charge dudit dispositif de stockage de l'énergie électrique, l'unité de commande comportant un module de gestion de l'énergie qui est configuré pour :

- estimer l'énergie électrique  $E_{\text{necc}}$  qui est nécessaire à la réalisation de la mission ;
- estimer l'énergie  $E_{\text{dispo}}$  qui est disponible dans le dispositif de stockage de l'énergie électrique en fonction de l'état de charge dudit dispositif de stockage de l'énergie électrique ; et
- générer une instruction de rechargement de la machine à la borne de recharge lorsque  $E_{\text{necc}} \geq E_{\text{dispo}} - E_{\text{Seuil}}$ , avec  $E_{\text{Seuil}}$  : une valeur seuil d'énergie. Ceci est particulièrement intéressant pour les missions qui ne peuvent être interrompues.

**[0035]** Selon un mode de réalisation,  $E_{\text{Seuil}}$  est supérieur à l'énergie disponible dans le dispositif de stockage de l'énergie électrique lorsque celui-ci a atteint un état de décharge profond.

**[0036]** Selon un mode de réalisation, le module de ges-

tion de l'énergie est configuré pour, en réponse à une génération d'instruction de rechargement :

- estimer une durée  $d_{\text{tot-rech}}$  nécessaire pour recharger intégralement le dispositif de stockage de l'énergie électrique ; 5
- estimer une durée totale  $d_{\text{tot-mission}}$  de la mission à réaliser ;
- calculer la somme  $S1$  de  $d_{\text{tot-mission}}$  et  $d_{\text{tot-rech}}$  ;
- comparer la somme  $S1$  à un intervalle de temps  $\Delta t$  disponible jusqu'à une échéance limite de réalisation de la mission ; et 10
- générer une consigne de niveau de rechargement de dispositif de stockage de l'énergie électrique en fonction de  $E_{\text{nec}}$  lorsque  $S1$  est supérieure à  $\Delta t$ . 15

**[0037]** Selon un mode de réalisation, le module de gestion de l'énergie génère une consigne de rechargement complet du dispositif de stockage de l'énergie électrique lorsque  $S1$  est inférieur ou égal à  $\Delta t$ . 20

**[0038]** Selon un mode de réalisation, le module de gestion de l'énergie est configuré pour :

- comparer l'état de charge du dispositif de stockage de l'énergie électrique à un seuil ; et 25
- générer une instruction de rechargement de la machine à la borne de recharge lorsque l'état de charge est inférieur audit seuil.

**[0039]** Selon un deuxième aspect, l'invention propose un procédé de commande d'une machine de maintenance autonome comportant : 30

- un châssis ;
- un essieu avant et un essieu arrière qui sont chacun montés sur le châssis selon un axe transversal ; au moins l'un desdits essieux avant et arrière étant directeur et commandé par un organe de direction ;
- un moteur qui est accouplé à au moins l'un des essieux avant et arrière par un dispositif de transmission ; 35
- une flèche qui est montée articulée sur le châssis entre une position extrême abaissée et une position extrême relevée ;
- un vérin de levage qui est agencé pour déplacer la flèche entre la position extrême abaissée et la position extrême relevée ; 40
- un cadre porte-outil qui est monté pivotant sur la flèche entre une position extrême de cavage et une position extrême de déversement et qui est apte à être accouplé à un outil ; 45
- un vérin de bennage qui est agencé pour déplacer le cadre porte-outil entre la position extrême de cavage et la position extrême de déversement ; et
- au moins un capteur de détection spatiale apte à délivrer un signal comportant des informations représentatives de la position d'un outil ; 50

le procédé de commande comportant les étapes suivantes :

- traiter le signal délivré par l'au moins un capteur de détection spatiale et délivrer des informations de positionnement de l'outil représentatives de la position et de l'orientation de l'outil par rapport à la machine ; et
- commander au moins l'organe de direction et le moteur en fonction des informations de positionnement de l'outil de manière à positionner la machine par rapport au cadre porte-outil dans une position relative d'accouplement ; et
- commander au moins le vérin de levage et le vérin de bennage lorsque la machine est dans ladite position relative d'accouplement afin d'accoupler de manière autonome l'outil au cadre porte-outil. 55

**[0040]** Selon un mode de réalisation, le procédé de commande comporte l'étape suivante :

- piloter au moins le vérin de levage et le vérin de bennage, et optionnellement le moteur et l'organe de direction, afin que des moyens d'accrochage du cadre porte-outil coopèrent avec des moyens complémentaires de l'outil et qu'une traverse du cadre porte-outil vienne en appui contre une butée d'appui de l'outil.

**[0041]** Selon un mode de réalisation, le procédé de commande comporte, après la mise en appui de la traverse contre la butée d'appui de l'outil, l'étape suivante :

- déplacer une tige de verrouillage du cadre porte-outil d'une position déverrouillée dans laquelle ladite tige de verrouillage est hors d'un orifice de verrouillage de l'outil jusqu'à une position de verrouillage dans laquelle ladite tige de verrouillage est insérée dans l'orifice de verrouillage de l'outil. 40

**[0042]** Selon un mode de réalisation, dans le procédé de commande :

- on lit un identifiant unique contenu dans une radio-étiquette équipant l'outil ; et
- on compare ledit identifiant unique avec une information d'identification de l'outil incluse dans des instructions représentatives d'une mission à réaliser. 45

**[0043]** Selon un mode de réalisation, le procédé de commande comporte les étapes suivantes :

- déterminer un itinéraire à suivre par la machine au moyen d'un algorithme de type Dijkstra en fonction :
- d'un réseau de chemin prédéfini,
- d'une position et d'un cap de la machine déterminé au moyen de signaux délivrés par au moins un ensemble de capteurs choisi parmi : 55

- un premier ensemble de capteurs comportant deux antennes de géolocalisation ;
- un deuxième ensemble de capteurs comportant des accéléromètres et des gyromètres ; et
- un troisième ensemble de capteurs comportant des odomètres équipant une ou plusieurs et, de préférence chacune, des roues de la machine de manutention ;
- d'instructions représentatives de la mission à réaliser.

**[0044]** Selon un mode de réalisation, la position et le cap de la machine sont déterminés par un traitement de fusion de données traitant les signaux au moyen d'au moins deux des ensembles de capteurs précités, et de préférence d'au moins le premier ensemble de capteurs et le deuxième ensemble de capteurs.

**[0045]** Selon un mode de réalisation, les informations obtenues par le traitement de fusion de données précité sont comparées avec des informations obtenues par l'au moins un capteur de détection spatiale afin d'en contrôler la cohérence.

**[0046]** Selon un mode de réalisation, le procédé de commande comporte les étapes suivantes :

- estimer l'énergie électrique  $E_{nec}$ , qui est nécessaire à la réalisation de la mission ;
- estimer l'énergie  $E_{dispo}$  qui est disponible dans le dispositif de stockage de l'énergie électrique en fonction de l'état de charge dudit dispositif de stockage de l'énergie électrique ; et
- générer une instruction de rechargement de la machine à la borne de recharge lorsque  $E_{nec} \geq E_{dispo} - E_{Seuil}$ , avec  $E_{Seuil}$  : une valeur seuil d'énergie.

**[0047]** Selon un mode de réalisation, le procédé de commande comporte en réponse à une génération d'instruction de rechargement :

- estimer une durée  $d_{tot-rech}$  nécessaire pour recharger intégralement le dispositif de stockage de l'énergie électrique ;
- estimer une durée totale  $d_{tot-mission}$  de la mission à réaliser ;
- calculer la somme  $S1$  de  $d_{tot-mission}$  et  $d_{tot-rech}$  ;
- comparer la somme  $S1$  à un intervalle de temps  $\Delta t$  disponible jusqu'à une échéance limite de réalisation de la mission ; et
- générer une consigne de niveau de rechargement de dispositif de stockage de l'énergie électrique en fonction de  $E_{nec}$  lorsque  $S1$  est supérieure à  $\Delta t$ .

**[0048]** Notons que, selon d'autres modes de réalisation, le module de pilotage, le module de définition d'itinéraire et le module de gestion de l'énergie peuvent chacun ou en combinaison être mis en oeuvre de manière indépendante du module d'accouplement autonome, c'est-à-dire dans une machine dépourvue de module

d'accouplement autonome.

### Breve description des figures

- [0049]** L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description suivante de plusieurs modes de réalisation particuliers de l'invention, donnés uniquement à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés.

[fig.1] La figure 1 est une vue schématique d'une installation de manutention équipant une exploitation agricole.

[fig.2] La figure 2 est une vue en perspective avant droite d'une machine de manutention susceptible d'équiper l'installation de manutention de la figure 2, la flèche de la machine de manutention étant représentée avec une flèche en position de transport et équipée d'un outil.

[fig.3] La figure 3 est une vue similaire à celle de la figure 2 dans laquelle la flèche est représentée sans outil.

[fig.4] La figure 4 est une vue latérale de la machine de manutention des figures 1 et 2 dans laquelle la flèche est représentée en position extrême abaissée.

[fig.5] La figure 5 est une vue latérale de la machine de manutention dans laquelle la flèche est représentée en position extrême relevée.

[fig.6] La figure 6 est une représentation schématique de l'unité de commande de la machine de manutention et des différents capteurs et équipements équipant ladite machine de manutention.

### Description des modes de réalisation

**[0050]** En référence à la figure 1, on décrit une installation de manutention 1 mise en oeuvre dans une exploitation agricole. L'installation de manutention 1 comporte notamment au moins une machine 2 de manutention autonome, un équipement de supervision 19 configuré pour communiquer avec la machine 2 et permettant de superviser les missions de la machine 2, une borne de recharge 3 permettant de recharger une unité de stockage de l'énergie électrique de la machine 2 ainsi qu'une pluralité d'outils 4, 5, 6 qui sont ici chacun positionnés dans un emplacement d'une zone de rangement 7 et qui sont chacun susceptibles d'équiper la machine 2. Notons que, si dans le mode de réalisation représenté l'installation ne comporte qu'une seule machine 2, elle peut également en comporter plusieurs.

**[0051]** L'exploitation agricole comporte une ou plu-

sieurs zones de stockage de la matière 8, 9, 10 ainsi qu'une ou plusieurs zones de déversement de la matière 11, 12, 13 nécessitant d'être approvisionnés avec de la matière stockée dans les zones de stockage 8, 9, 10. Sur la figure 1, les zones de stockage de la matière se présentent sous la forme d'un silo d'ensilage 8, de matière en tas 9 et de matière en silo 10 tandis que les zones de déversement de la matière comportent une installation de méthanisation 11 équipée d'un trémie 14 ainsi qu'une étable intérieure 12 et une étable extérieure 13.

**[0052]** Une machine 2 selon un mode de réalisation est décrite ci-dessous en relation avec les figures 2 à 5. Par convention, la direction « longitudinale » de la machine 2 correspond à l'orientation avant-arrière. Par ailleurs, la direction « transversale » est orientée perpendiculairement à la direction longitudinale. Les termes « arrière » et « avant » correspondent respectivement aux abréviations AR et AV indiquées sur les figures et sont utilisés pour définir la position relative d'un élément par rapport à un autre selon la direction longitudinale. Les termes « avant » et « arrière » sont ici adoptées en relation avec la direction de chargement de l'outil 4, c'est-à-dire que l'outil 4 est positionné à l'avant de la machine 2. Cette définition ne préfigure pas de la direction privilégiée de déplacement de la machine 2 qui peut donc indifféremment se produire vers l'avant ou vers l'arrière.

**[0053]** La machine 2 comporte un châssis, non visible, et une flèche 15 qui est montée articulée sur le châssis par un dispositif d'articulation décrit par la suite, et à l'extrémité de laquelle est monté un cadre porte-outil 16, notamment visible sur la figure 3, destiné à recevoir un outil 4. Par outil 4, on désigne, par exemple, des fourches ou un godet, tel qu'un godet simple, un godet désileur, un godet distributeur ou autres.

**[0054]** Le châssis est mobile. Pour ce faire, dans le mode de réalisation représenté, la machine 2 comporte deux essieux, un essieu avant 17 et un essieu arrière 18, qui sont chacun montés sur le châssis selon un axe transversal et sont chacun équipés de deux roues, l'une à gauche et l'autre à droite. De manière avantageuse, les deux essieux avant 17 et arrière 18 sont des essieux directeurs, c'est-à-dire sont équipés de moyens permettant de faire varier l'orientation des roues par rapport à la direction longitudinale de la machine 2. Pour ce faire, chacun des essieux avant 17 et arrière 18 est équipé avec un vérin de direction permettant de modifier l'orientation des roues dudit essieu avant 17 ou arrière 18. En outre, de manière connue en soi, chacun des essieux avant 17 et arrière 18 est équipé d'un système de direction, comportant par exemple une barre de direction et des biellettes de direction, agencé pour donner des inclinaisons, par rapport à la direction longitudinale, différentes aux deux roues de chacun des essieux avant 17 et arrière 18 de manière que la roue située à l'intérieur braque plus que celle située à l'extérieur.

**[0055]** La machine 2 comporte au moins un moteur électrique, non illustré, qui est fixé au châssis et qui est accouplé à au moins l'un des essieux avant 17 ou arrière

18, et de préférence aux deux, par l'intermédiaire d'un dispositif de transmission, mécanique ou hydraulique. La machine 2 comporte également un dispositif de stockage de l'énergie électrique, non visible, qui comprend une ou plusieurs batteries et qui est connecté au moteur électrique afin de l'alimenter en énergie électrique.

**[0056]** Dans le mode de réalisation représenté, la flèche 15 comporte deux bras de levage 20, 21 qui s'étendent longitudinalement, parallèlement l'un à l'autre et qui sont disposés de part et d'autre du plan longitudinal médian de la machine 2. Les deux bras de levage 20, 21 sont reliés l'un à l'autre au moyen de traverses.

**[0057]** La flèche 15 est montée mobile par rapport au châssis entre une position extrême abaissée, représentée sur la figure 3, et une position extrême relevée, représentée sur la figure 5. La flèche 15 est ainsi apte à prendre une pluralité de positions entre les deux positions extrêmes précitées et notamment une position de transport, représentée sur la figure 2 dans laquelle le cadre porte-outil 16 est positionné à une distance du sol suffisante pour ne pas dégrader la garde au sol de la machine 2.

**[0058]** La flèche 15 est montée articulée sur le châssis au moyen d'un dispositif d'articulation comportant deux bielles, à savoir une bielle avant 22 et une bielle arrière 23, notamment visibles sur la figure 5. La bielle arrière 23 est montée pivotante, d'une part, sur le châssis et, d'autre part, sur la flèche 15. La bielle avant 22 est également montée pivotante, d'une part, sur le châssis et sur la flèche 15. Les quatre axes géométriques de pivotement précités sont parallèles les uns aux autres et orientés transversalement.

**[0059]** La machine 2 comporte un vérin de levage 24, également représenté sur la figure 5, permettant à la flèche 15 de se déplacer entre la position extrême abaissée et la position extrême relevée. Pour ce faire, le vérin de levage 24 présente une extrémité qui est montée articulée sur le châssis et une autre extrémité qui est montée articulée sur la flèche 15. Ainsi, lorsque le vérin de levage 24 se déploie, il entraîne un mouvement de la flèche 15 en direction de la position extrême relevée. Au contraire, lorsqu'il se rétracte, il entraîne un mouvement de la flèche 15 en direction de la position extrême abaissée.

**[0060]** Le cadre porte-outil 16 est destiné à être solidarisé à un outil 4 et est monté articulé à l'extrémité avant de la flèche 15 autour d'un axe A. Le cadre porte-outil 16 est ainsi apte à prendre une pluralité de positions entre deux positions extrêmes, à savoir une position extrême de cavage et une position extrême de déversement. Un vérin de bennage 25 agit sur le cadre porte-outil 16 via un balancier 26 de manière à le faire pivoter autour de l'axe A, par rapport à la flèche 15. Le vérin de bennage 25 comporte une première extrémité qui est montée articulée sur la flèche 15 et une deuxième extrémité qui est montée articulée sur le balancier 26.

**[0061]** Les deux extrémités du balancier 26 sont respectivement montées articulées sur la flèche 15 et sur une bielle de bennage 27 qui est, en outre, montée arti-

culée sur le cadre porte-outil 16 de sorte que le mouvement de pivotement du balancier 26 entraîne le pivotement du cadre porte-outil 16 autour de l'axe A. Dans la configuration représentée, lorsque le vérin de bennage 25 se déploie, il entraîne un pivotement du cadre porte-outil 16 par rapport à la flèche 15, autour de l'axe A, vers la position extrême de déversement alors que, au contraire, lorsque le vérin de bennage 25 se rétracte, il entraîne un pivotement du cadre porte-outil 16 par rapport à la flèche 15 en direction de la position extrême de cavage.

**[0062]** Le cadre porte-outil 16 comporte, en partie haute, des moyens d'accrochage destinés à coopérer avec des moyens complémentaires solidaires de l'outil 4. Dans le mode de réalisation représenté, les moyens d'accrochage comportent une paire de barreaux 28, visibles sur les figures 3, 4 et 5 s'étendant transversalement et coaxialement l'un à l'autre tandis que les moyens complémentaires comportent deux crochets 29, dont l'un est visible sur les figures 4 et 5, qui sont solidaires de l'outil 4 et sont agencés pour venir s'accrocher respectivement sur l'un et l'autre des deux barreaux 28. Notons que selon un autre mode de réalisation, la structure est inversée, c'est-à-dire que le cadre porte-outil 16 est équipée de crochets destinés à coopérer avec une paire de barreaux portés par l'outil 4.

**[0063]** Par ailleurs, le cadre porte-outil 16 comporte, en partie basse, une traverse 30, visible sur les figures 3, 4 et 5 qui est formée d'une barre métallique et est agencée pour coopérer avec une paire de butée d'appui 31 formées, par exemple, sur des ferrures soudées au dos de l'outil 4, et dont l'une est visible sur les figures 4 et 5.

**[0064]** Par ailleurs, le cadre porte-outil 16 comporte également des tiges de verrouillage 32, visibles sur la figure 3, qui s'étendent transversalement et sont aptes et destinées à être insérées dans des orifices de verrouillage, non représentés, de l'outil 4. Les orifices de verrouillage sont, par exemple, ménagés dans les ferrures situées au dos de l'outil 4. Les tiges de verrouillage 32 sont mobiles transversalement entre une position de verrouillage dans laquelle elles sont aptes à être positionnées à l'intérieur de l'un des orifices de verrouillage et une position déverrouillée dans laquelle elles sont hors des orifices de verrouillage. Dans le mode de réalisation représenté, le cadre porte-outil 16 comporte un vérin de verrouillage 33 permettant de déplacer les tiges de verrouillage 32 entre la position de verrouillage et la position déverrouillée. Le vérin de verrouillage 33 est un vérin double effet s'étendant transversalement. Le vérin de verrouillage 33 est monté « flottant » sur le cadre porte-outil 16, ce qui signifie que ni son corps ni sa tige ne sont immobilisés en translation, la mise en butée de l'un contre une pièce fixe au cours de l'extension dudit vérin de verrouillage ayant pour effet de répartir l'effort de poussée pour que l'autre vienne à son tour en butée contre une pièce fixe. Les tiges de verrouillage 32 sont montées dans des manchons dont l'un est solidaire du corps du

vérin de verrouillage 33 et dont l'autre est solidaire de la tige du vérin de verrouillage 33. Pour plus d'information sur les caractéristiques d'un tel cadre porte-outil 16, on pourra également se référer à la demande FR2869054.

**[0065]** Afin d'accoupler un outil 4, 5, 6 au cadre porte-outil 16, on engage les crochets 29 autour des barreaux 28 et le vérin de bennage 25 est actionné de façon à faire pivoter le cadre porte-outil 16 en direction de la position extrême de cavage, ce qui permet de mettre en contact la traverse 30 avec les butées d'appui 31 de l'outil 4. Les orifices de verrouillage se situent ainsi en regard des tiges de verrouillage 32 de sorte que, lorsque le vérin de verrouillage 33 s'étend, les tiges de verrouillage 32 s'insèrent dans les orifices de verrouillage. Il suffit de procéder aux opérations inverses pour désaccoupler l'outil 4, 5, 6 du cadre porte-outil 16.

**[0066]** Par ailleurs, la machine 2 comporte au moins un capteur de détection spatiale 34, c'est-à-dire un capteur générant des signaux qui comportent des informations représentatives de la position des objets situés dans l'environnement de la machine 2. Dans le mode de réalisation représenté, le capteur de détection spatiale 34 est fixé sur une portion saillante 35 qui fait saillie, entre les deux bras de levage 20, 21, vers le haut, au-delà desdits bras de levage 20, 21 lorsque la flèche 15 est dans la position de transport ou dans la position extrême abaissée. Le capteur de détection spatiale 34 est choisi parmi les caméras et notamment les caméras stéréoscopiques, les caméras temps de vol, les LIDARS, les radars et les capteurs à ultrasons. Dans le mode de réalisation représenté, le capteur de détection spatiale 34 est une caméra stéréoscopique.

**[0067]** Selon un mode de réalisation avantageux, la machine 2 comporte au moins un autre capteur de position spatiale, qui est avantageusement d'un type différent du capteur de détection spatiale 34 décrit précédemment et permettant d'assurer une redondance des informations collectées. La machine 2 peut notamment comporter d'autres capteurs de position spatiale, tels que des LIDARS par exemple, à l'avant et à l'arrière de la machine 2, par exemple sous son châssis. Sur la figure 3, on observe schématiquement la position d'un capteur de détection spatiale 57, tel qu'un LIDAR par exemple, disposé à l'avant de la machine 2 sous son châssis.

**[0068]** Les capteurs de détection spatiale 34, 57 sont notamment aptes à délivrer des signaux comportant des informations représentatives de la position d'un outil et des matières organiques à charger.

**[0069]** La machine 2 comporte en outre deux antennes de géolocalisation 36, 37, représentées notamment sur la figure 4, du type GNSS par exemple, permettant de délivrer des informations représentatives de la position de la machine 2 dans l'espace. De manière avantageuse, la machine 2 comporte au moins deux antennes de géolocalisation 36, 37 qui sont positionnées à deux localisations différentes, ce qui permet de déduire des signaux délivrés par ces deux antennes de géolocalisation 36, 37, une information représentative du cap de la machine



2 dans l'espace. Les deux antennes de géolocalisation 36, 37 sont ici espacées l'une de l'autre selon la direction longitudinale. L'une des antennes de géolocalisation 36, 37 est fixée sur le capteur de position spatiale 34, au sommet de la portion saillante 35, tandis que l'autre antenne de géolocalisation 37 est fixée au sommet de la partie arrière de la carrosserie de la machine 2, derrière l'extrémité arrière de la flèche 15. Une telle disposition est avantageuse en ce qu'elle permet de disposer les antennes de géolocalisation à une distance importante l'une de l'autre, notamment plus importante que si elles étaient positionnées dans un même plan transversal, ce qui permet d'obtenir une meilleure sensibilité sur la détermination du cap de la machine 2. De plus, cette disposition permet d'obtenir une information relative au tangage de la machine 2, c'est-à-dire au déplacement angulaire de la machine 2 autour d'un axe transversal.

**[0070]** En revenant à la figure 1, on décrit ci-dessous les différentes fonctionnalités mises en oeuvre par l'installation de manutention 1 ainsi que les moyens permettant la mise en oeuvre de ces fonctionnalités.

**[0071]** L'équipement de supervision 19 comporte une mémoire, un processeur ainsi que des moyens de télécommunication lui permettant notamment de communiquer avec une unité de commande embarquée dans la machine 2. A titre d'exemple, les moyens de télécommunication peuvent notamment utiliser les réseaux cellulaires ou des réseaux locaux spécifiques (utilisant par exemple les normes WIFI, UWB ou Bluetooth). L'équipement de supervision 19 comporte également une interface homme machine.

**[0072]** L'équipement de supervision 19 est configuré pour permettre à un installateur de paramétrer l'installation de manutention 1 via l'interface homme machine. Lors de cette étape de paramétrage, sont enregistrées, dans la mémoire dudit équipement de supervision 19, les paramètres de l'installation de manutention 1, et notamment :

- la position de la ou des zones de stockage de la matière 8, 9, 10 ;
- la position de la ou des zones de déversement de la matière 11, 12, 13 ;
- la position de la borne de recharge 3 ;
- une liste des outils 4, 5, 6 ;
- pour chacun desdits outils 4, 5, 6, une pluralité de caractéristiques, telles que sa contenance, sa capacité à être utilisé pour le chargement dans au moins une zone de stockage de la matière 8, 9, 10 et sa capacité à être utilisé pour le déversement dans au moins une zone de déversement 11, 12, 13 ; et
- la position de la zone rangement 7 des outils 4, 5, 6 et l'emplacement de chacun des outils 4, 5, 6 dans ladite zone de rangement 11, 12, 13 .

**[0073]** Par ailleurs, l'interface homme-machine de l'équipement de supervision 19 est également configuré pour qu'un utilisateur puisse définir une liste de missions

et les planifier.

**[0074]** Selon un mode de réalisation, chaque mission comprend au moins les quatre caractéristiques de consigne suivantes : la masse totale de matière à transporter, la zone de stockage de la matière 8, 9, 10 dans laquelle la matière doit être chargée, la zone de déversement de la matière 11, 12, 13 ainsi qu'une échéance limite pour accomplir la mission. Selon un mode de réalisation, la mission peut également comporter d'autres caractéristiques et notamment une indication quant à son caractère interruptible, ce qui peut notamment être le cas lorsque la mission vise à distribuer des aliments à des animaux.

**[0075]** L'équipement de supervision 19 est configuré pour décomposer la mission définie par l'utilisateur en une pluralité de tâches et pour décomposer la pluralité de tâches en une pluralité d'actions élémentaires. Pour ce faire, en fonction des paramètres de l'installation définis lors de l'étape de paramétrage et des caractéristiques de consigne de la mission, l'équipement de supervision 19 identifie notamment l'outil approprié 4, 5, 6, son emplacement, le nombre de trajets nécessaires entre la zone de stockage et la zone de déversement de la matière pour transporter la masse totale ainsi que la masse de matière à transporter pour chacun desdits trajets et en déduit une liste d'action élémentaires à réaliser. Chaque action élémentaire peut notamment correspondre à l'une des actions suivantes : déplacement entre deux points, accouplement d'un outil 4, 5, 6 identifié au cadre porte-outil 16, chargement d'une quantité identifiée de matière dans l'outil 4, 5, 6, déversement d'une quantité identifiée de matière, désaccouplement de l'outil 4, 5, 6 du cadre porte-outil 4, 5, 6.

**[0076]** A titre d'exemple, en supposant que la mission consiste à transporter 1000 kg de matière depuis un silo d'ensilage 8 et à les distribuer aux animaux logés dans l'étable intérieure 12 avant une échéance limite, l'équipement de supervision 19 découpe cette mission en quatre tâches, à savoir transporter 4 fois 250 kg depuis le silo d'ensilage 8 jusqu'à l'étable intérieure 12 au moyen d'un outil 4, 5, 6 identifié, par exemple du type godet désileur. Chacune de ces quatre tâches est en outre décomposée par l'équipement de supervision 19 en une pluralité d'actions élémentaires. Ainsi, pour la première tâche correspondant au transport de 250 kg de matière depuis le silo d'ensilage 8 jusqu'à l'étable intérieure 12 au moyen de l'outil 4, 5, 6 identifié, les actions élémentaires sont les suivantes :

- déplacement de la machine 2 jusqu'à l'emplacement dans la zone de rangement 7 de l'outil 4, 5, 6 identifié ;
- accouplement dudit outil 4, 5, 6 au cadre porte-outil 16 de la machine 2 ;
- déplacement de la machine 2 jusqu'au silo d'ensilage 8 ;
- chargement de 250 kg de matière dans l'outil 4, 5, 6 ;
- déplacement de la machine 2 jusqu'à l'étable inté-

rieur 12 ;

- distribution des 250 kg de matière aux animaux dans l'étable intérieure 12 ; et
- déplacement de la machine 2 jusqu'au silo d'ensilage 8.

**[0077]** En relation avec la figure 6, on décrit ci-dessous l'unité de commande 38 de la machine 2 de manutention ainsi que les équipements sur lesquels elle agit.

**[0078]** L'unité de commande 38 est équipée de moyens de télécommunication lui permettant de communiquer avec l'équipement de supervision 19. L'unité de commande 38 est ainsi configurée pour recevoir des instructions représentatives de la mission à réaliser et des actions élémentaires correspondantes déterminées par l'équipement de supervision 19. L'unité de commande 38 est également configurée pour transmettre à l'équipement de supervision 19 un accusé réception des instructions ainsi que pour transmettre un message de fin d'action indiquant la réalisation l'action élémentaire en cause. Ceci permet à l'équipement de supervision 19 et par conséquent à l'utilisateur de suivre en temps réel l'avancement de la mission.

**[0079]** Comme représenté sur la figure 6, l'unité de commande 38 est notamment connectée au capteurs suivants :

- aux capteurs de position spatiale 34, 57, 61, tels que la caméra stéréoscopique disposée au sommet de la portion saillante 35 et les autres capteurs de position spatiales, tel que des LIDARS, disposées par exemple sous le châssis de la machine 2 ;
- aux antennes de géolocalisation 36, 37,
- à un capteur 39 pour délivrer un signal représentatif de la position relative de la flèche 15 par rapport au châssis de la machine 2 ;
- à un capteur 40 pour délivrer un signal représentatif de la position relative du cadre porte-outil 16 par rapport à la flèche 15 ;
- à des capteurs 41, 42 pour délivrer des signaux représentatifs de l'orientation d'au moins l'une des roues de l'essieu avant 17 et l'une des roues de l'essieu arrière 18 ;
- à un capteur d'évaluation de l'état de charge 43 pour évaluer l'état de charge du dispositif de stockage de l'énergie électrique 55 ;
- des accéléromètres 58 permettant de mesurer l'accélération de la machine selon au moins deux directions sécantes l'une à l'autre et des gyromètres 59 formant ensemble une centrale à inertie ; et
- optionnellement, des odomètres 60 équipant une ou plusieurs des roues de la machine 2, et de préférence chacune.

**[0080]** L'unité de commande 38 est en outre équipée de moyens de traitement :

- pour traiter les signaux collectés par le(s) capteur(s)

de position spatiale 34 et délivrer des informations relatives à la position des objets dans l'environnement de la machine 2. Les informations comportent notamment des coordonnées tridimensionnelles d'une pluralité de points à la surface des objets ; et

- pour traiter les signaux délivrés par les antennes de géolocalisation 36, 37 et/ou les signaux délivrés par la centrale à inertie, c'est-à-dire les accéléromètres 58 et les gyromètres 59 et délivrer des informations relatives à la position, au cap et au tangage de la machine 2 ; et
- optionnellement, pour traiter les signaux délivrés par les odomètres 60 et délivrer des informations relatives à la position, au cap et au tangage de la machine 2 .

**[0081]** Selon un mode de réalisation, les moyens de traitement déterminent la position et le cap de la machine 2 par un traitement de fusion des données qui traite les signaux délivrés par les antennes de géolocalisation 36, 37 et par la centrale à inertie. Ce traitement de fusion des données permet ainsi de corriger les erreurs afin d'estimer de manière très précise le cap et la position de la machine.

**[0082]** En outre, selon un mode de réalisation, les informations déterminées par le traitement de fusion des données précité sont comparées avec les informations obtenues par un ou plusieurs des capteurs de détection spatiale 34, 57, 61 afin d'en contrôler la cohérence. Sur la figure 4, un capteur de position spatiale 61 du type LIDAR est représenté. Il est ici positionné à l'arrière de la machine 2, de préférence à proximité du sommet de la partie arrière.

**[0083]** L'unité de commande 38 est configurée pour générer des consignes au moteur électrique 44 qui est accouplé à au moins l'un des essieux avant 17 et arrière 18 par l'intermédiaire d'un dispositif de transmission.

**[0084]** L'unité de commande 38 est également configurée pour assurer une commande du circuit hydraulique de commande qui assure la commande du vérin de levage 24, du vérin de bennage 25, des vérins de direction 45, 46 et du vérin de verrouillage 33. Le circuit hydraulique de commande comporte notamment un réservoir 47, une pompe 48 raccordée au réservoir 47 ainsi qu'un distributeur à partage de débits 49. La pompe 48 est également alimentée en énergie électrique par le dispositif de stockage de l'énergie électrique 55 décrit précédemment. Le distributeur à partage de débit 49 est configuré pour mettre en communication le fluide hydraulique provenant de la pompe 48 avec le vérin de levage 24, le vérin de bennage 25, le vérin de direction 45 de l'essieu avant 17, le vérin de direction 46 de l'essieu arrière 18, le vérin de verrouillage 33 ou simultanément avec plusieurs desdits vérins.

**[0085]** L'unité de commande 38 comporte également des moyens de pilotage qui sont configurés pour :

- commander, de manière autonome, le déplacement

de la machine 2 dans l'espace ; et

- commander, de manière autonome, le pivotement la flèche 15 par rapport au châssis et du cadre porte-outil 16 par rapport à la flèche 15 ;

en fonction de l'action élémentaire à réaliser, des informations relatives à la position des objets dans l'environnement de la machine 2 et des informations relatives à la position, au cap et au tangage de la machine 2.

**[0086]** Par ailleurs, l'unité de commande 38 comporte un module de définition d'itinéraire 50 qui comporte, en mémoire, un réseau de chemins qui a été préalablement défini par l'installateur lors du paramétrage de l'installation de manutention 1. Le module de définition d'itinéraire 50 est également équipé d'un programme utilisant un algorithme de type Dijkstra permettant de déterminer l'itinéraire à suivre par la machine 2, notamment en fonction du réseau de chemin prédéfini, de la position et du cap de la machine 2 définis dans l'action élémentaire en cause. Le module de définition d'itinéraire 50 est en outre configuré pour modifier l'itinéraire à suivre, en fonction des informations relatives à la position des objets dans l'environnement de la machine 2 délivrés au moyen des capteurs de position spatiale 34, 57, notamment lorsqu'un objet constitue un obstacle sur l'itinéraire préalablement déterminé.

**[0087]** Par ailleurs, l'unité de commande 38 comporte également un module de pilotage 51 pour commander, de manière autonome, le déplacement de la machine 2 dans l'espace afin qu'elle suive l'itinéraire défini par le module de définition d'itinéraire 50 en fonction notamment des informations relatives à la position des objets dans l'environnement de la machine 2 et des informations relatives à la position et au cap de la machine 2.

**[0088]** Afin de commander le déplacement de la machine 2, le module de pilotage 51 est configuré pour générer, en fonction de l'itinéraire défini par le module de définition d'itinéraire 50, une consigne de déplacement permettant de piloter :

- le moteur électrique 44 qui est accouplé à au moins l'un des essieux avant 17 et arrière 18 ; et
- les deux vérins de direction 45, 46 qui sont respectivement associés à l'un et l'autre des essieux avant 17 et arrière 18.

**[0089]** Pour ce faire, le module de pilotage 51 est configuré pour émettre, à chaque instant, en fonction de l'itinéraire défini par le module de définition d'itinéraire 50, une consigne de déplacement comportant trois variables  $V_1$ ,  $V_2$  et  $V_3$  ; avec :

- $V_1$  : une consigne représentative de la variation d'angle de la trajectoire d'un point caractéristique de la machine 2, par exemple son centre ;
- $V_2$  : une consigne représentative de la vitesse de déplacement du point caractéristique de la machine

2 sur sa trajectoire ; et

- $V_3$  : une consigne représentative de la variation d'angle du cap de la machine 2, c'est-à-dire de sa direction longitudinale.

5

**[0090]** Afin de déduire les consignes de pilotage du moteur électrique 44 et des vérins de direction 45, 46, le module de pilotage 51 détermine l'angle médian d'inclinaison des deux roues de chacun des essieux avant 17 et arrière 18 correspondant à la consigne de déplacement et en déduit une consigne d'angle d'inclinaison pour la roue de chacun des essieux avant et arrière qui est située à l'intérieur de la trajectoire du centre de la machine 2 afin que cet angle soit en cohérence avec l'angle médian d'inclinaison précédemment déterminé. L'unité de pilotage 51 commande alors chacun des vérins de direction 45, 46 avec une consigne déterminée de manière que la roue de chacun des essieux avant et arrière qui est située à l'intérieur de la trajectoire du centre de la machine 2 présente un angle d'inclinaison correspondant à la consigne précédemment déterminée. L'unité de pilotage 51 asservit alors la course des vérins de direction 45, 46 en fonction desdites consignes et des signaux représentatifs de l'orientation d'au moins l'une des roues de l'essieu avant 17 et l'une des roues de l'essieu arrière 18 délivrés par les capteurs 41, 42. Selon un autre mode de réalisation, il est également possible de déterminer un angle d'inclinaison des roues situées à l'extérieur de la trajectoire du centre de la machine 2 afin que cet angle soit en cohérence avec l'angle médian d'inclinaison et de commander les vérins de direction 45, 46 avec cette consigne.

**[0091]** Par ailleurs, l'unité de commande 38 comporte également un module d'accouplement autonome 52 qui est mis en oeuvre pour réaliser l'action élémentaire d'accouplement de l'outil 4, 5, 6 au cadre porte-outil 16, lorsque la machine 2 a atteint l'emplacement de la zone de rangement 7 correspondante.

**[0092]** Selon un mode de réalisation, le module d'accouplement autonome 52 comporte, en mémoire, des informations représentatives de la géométrie de chacun des outils 4, 5, 6. Le module d'accouplement autonome 52 est en outre configuré pour :

45

- traiter au moins l'un des signaux délivrés par les capteurs de position spatiale 34 de manière à obtenir des informations de vérification représentatives de la géométrie de l'outil 4, 5, 6 en regard duquel la machine 2 est positionnée ;
- vérifier la concordance entre les informations mémorisées représentative de la géométrie de l'outil 4, 5, 6 référencé dans l'action élémentaire en cause et les informations de vérification ; et
- confirmer que l'outil 4, 5, 6 en regard duquel la machine 2 est positionnée correspond à l'outil 4, 5, 6 référencé dans l'action élémentaire en cause lorsque la concordance est vérifiée. Si la concordance n'est pas vérifiée, un message d'anomalie est trans-

55

mis à l'équipement de supervision 19.

**[0093]** Par ailleurs, le module d'accouplement autonome 52 est configuré pour déplacer la machine 2 afin de la positionner par rapport audit outil 4, 5, 6 dans une position relative d'accouplement en fonction d'au moins l'un des signaux délivrés par les capteurs de position spatiale 34.

**[0094]** Pour ce faire, le module d'accouplement autonome 52 comporte des moyens de traitement configuré pour traiter au moins l'un des signaux collectés par le(s) capteur(s) de position spatiale 34 et délivrer des informations de positionnement de l'outil représentatives de la position et de l'orientation de l'outil par rapport à la machine 2. Les informations comportent notamment des coordonnées tridimensionnelles d'au moins deux points caractéristiques de l'outil 4, 5, 6.

**[0095]** Ainsi, le module d'accouplement autonome 52 est configuré pour commander, en fonction des informations de positionnement de l'outil, le déplacement de la machine 2 en pilotant le moteur électrique 44 et les vérins de direction 45, 46 de sorte que celle-ci se situe dans une position relative d'accouplement dans laquelle les moyens d'accrochage du cadre porte-outil 16 (dans le mode de réalisation représenté, les barreaux 28) se situent verticalement en regard des moyens complémentaires de l'outil 4, 5, 6 (dans le mode de réalisation représenté les crochets 29).

**[0096]** Lorsque cette position relative d'accouplement est atteinte, le module d'accouplement autonome 52 pilote le vérin de levage 24 et le vérin de bennage 25 de manière à engager les moyens d'accrochage du cadre porte-outil 16 dans les moyens complémentaires de l'outil 4, 5, 6. Selon un mode de réalisation, le module d'accouplement autonome 52 peut également piloter le moteur 44 et les vérins de directions 45, 46 afin de déplacer la machine 2 simultanément au déplacement de la flèche 15 et du cadre porte-outil 16 pour engager les moyens d'accrochage du cadre porte-outil 16 dans les moyens complémentaires de l'outil 4, 5, 6.

**[0097]** Simultanément ou dans un deuxième temps, le module d'accouplement autonome 52 pilote le vérin de bennage 25 afin d'assurer le pivotement du cadre porte-outil 16 en direction de la position extrême de cavage de sorte que la traverse 30 vienne en appui contre les butées d'appui 31 de l'outil 4.

**[0098]** Par la suite, le module d'accouplement autonome 52 pilote le vérin de verrouillage 33 de manière à déplacer les tiges de verrouillage 32 vers la position de verrouillage, à l'intérieur des orifices de verrouillage correspondant de l'outil 4, 5, 6.

**[0099]** En outre, selon un mode de réalisation, chacun des outils 4, 5, 6 est équipé d'une radio-étiquette 53, du type désigné par le sigle RFID pour « Radio Frequency Identification » en langue anglaise, qui comporte un identifiant unique tandis que la machine 2 est équipée d'un lecteur 54 apte à lire l'identifiant unique contenu dans la radio-étiquette 53. Le module d'accouplement autonome

52 est ainsi apte à comparer l'identifiant unique de la radio-étiquette 53 avec l'identifiant de l'outil référencé dans l'action élémentaire. Ceci permet de vérifier que l'outil 4, 5, 6 qui a été accouplé au cadre porte-outil 16 est le bon. Une telle vérification peut être utilisée comme méthode alternative ou complémentaire à la méthode mentionnée ci-dessus dans laquelle l'on vérifie la concordance entre les informations mémorisées représentative de la géométrie de l'outil 4, 5, 6 référencé dans l'action élémentaire en cause et les informations de vérification représentative de la géométrie de l'outil 4, 5, 6, obtenues à partir d'au moins l'un des signaux délivrés par les capteurs de position spatiale 34.

**[0100]** Par ailleurs, l'unité de commande 38 est également équipée d'un module de gestion de l'énergie 56. Ce module de gestion de l'énergie 56 est notamment configuré pour mettre en oeuvre, préalablement à l'exécution de la mission, une procédure préliminaire de vérification d'autonomie énergétique. Pour ce faire, lorsque l'unité de commande 38 reçoit les instructions représentatives de la mission à réaliser et des actions élémentaires correspondantes déterminées par l'équipement de supervision 19, le module de gestion de l'énergie 56 estime, d'une part, l'énergie électrique  $E_{nec}$ , qui est nécessaire à la réalisation de la mission et, d'autre part, l'énergie  $E_{dispo}$  qui est disponible dans le dispositif de stockage de l'énergie électrique 55, en fonction de la capacité  $C$  dudit dispositif de stockage de l'énergie électrique 55 et de son état de charge délivré par le capteur d'évaluation de l'état de charge 43. Le module de gestion de l'énergie 56 compare alors l'énergie nécessaire  $E_{nec}$  à l'énergie disponible  $E_{dispo}$ . De préférence, le module de gestion de l'énergie 56 compare l'énergie nécessaire  $E_{nec}$  à la soustraction  $E_{dispo} - E_{Seuil}$  avec  $E_{Seuil}$  : une valeur seuil d'énergie qui est supérieure à l'énergie disponible dans le dispositif de stockage de l'énergie électrique 55 lorsque celui-ci a atteint un état de décharge profond.

**[0101]** Lorsque  $E_{nec} < E_{dispo} - E_{Seuil}$ , le module de gestion de l'énergie 56 confirme que la charge du dispositif de stockage de l'énergie électrique 55 est suffisante et la machine 2 débute l'exécution de la mission.

**[0102]** En outre, pendant l'exécution de la mission, le module de gestion de l'énergie 56 compare périodiquement l'état de charge du dispositif de stockage de l'énergie électrique 55 avec un seuil  $Seuil1$ . Si l'état de charge est inférieur audit seuil  $Seuil1$ , le module de gestion de l'énergie 56 interrompt la mission en cours de réalisation, génère une instruction de rechargement de la machine 2 à la borne de recharge 3 et en informe l'équipement de supervision 19. Ceci permet d'éviter que le dispositif de stockage de l'énergie électrique 55 ne se retrouve dans un état déchargé dans l'hypothèse où l'estimation de l'énergie nécessaire  $E_{nec}$  est erronée.

**[0103]** Lorsque  $E_{nec} \geq E_{dispo} - E_{Seuil}$ , plusieurs procédures sont susceptibles d'être mises en oeuvre.

**[0104]** Selon un mode de réalisation, lorsque  $E_{nec} \geq E_{dispo} - E_{Seuil}$ , le module de gestion de l'énergie 56 génère une instruction de rechargement de la machine 2 à la

borne de recharge 3 : la machine 2 se déplace alors jusqu'à la borne de recharge 3 et s'y connecte de manière autonome.

[0105] Selon un mode de réalisation, lorsqu'une instruction de rechargement de la machine 2 est générée, le module de gestion de l'énergie 56 estime la durée  $d_{\text{tot-rech}}$  nécessaire pour recharger intégralement le dispositif de stockage de l'énergie électrique 55.

[0106] Le module de gestion de l'énergie 56 estime la durée totale  $d_{\text{tot-mission}}$  de la mission à réaliser et calcule la somme S1 de la durée totale  $d_{\text{tot-mission}}$  de la mission à réaliser et de la durée  $d_{\text{tot-rech}}$  nécessaire pour recharger intégralement le dispositif de stockage de l'énergie électrique 55 et la compare à l'intervalle de temps  $\Delta t$  disponible jusqu'à l'échéance limite de réalisation de la mission.

[0107] Lorsque la somme S1 est inférieure ou égale à  $\Delta t$ , le module de gestion de l'énergie 56 génère une consigne de rechargement complet du dispositif de stockage de l'énergie électrique 55.

[0108] Au contraire, lorsque la somme S1 est supérieure à  $\Delta t$ , le module de gestion de l'énergie 56 génère une consigne de rechargement a minima du dispositif de stockage de l'énergie électrique 55, c'est-à-dire que le dispositif de stockage de l'énergie électrique 55 est rechargé jusqu'à atteindre un état de charge déterminé en fonction de l'énergie électrique  $E_{\text{necc}}$  qui est nécessaire à la réalisation de la mission et qui est notamment supérieur à celui-ci.

[0109] Selon un mode de réalisation, le module de gestion de l'énergie 56 ne met en oeuvre la procédure de vérification préliminaire d'autonomie énergétique que lorsque la mission ne présente pas, parmi ses caractéristiques, un caractère interruptible. Dès lors, lorsque la mission présente un caractère interruptible, le module de gestion de l'énergie 56 se contente de vérifier périodiquement que l'état de charge du dispositif de stockage de l'énergie électrique 55 est supérieur au seuil Seuil1 précité et d'interrompre la mission lorsque l'état de charge est inférieur audit seuil Seuil1.

[0110] Certains éléments représentés, notamment l'équipement de supervision 19 et l'unité de commande 38, peuvent être réalisés sous différentes formes, de manière unitaire ou distribuée, au moyen de composants matériels et/ou logiciels. Des composants matériels utilisables sont les circuits intégrés spécifiques ASIC, les réseaux logiques programmables FPGA ou les microprocesseurs. Des composants logiciels peuvent être écrits dans différents langages de programmation, par exemple C, C++, Java ou VHDL. Cette liste n'est pas exhaustive.

[0111] Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec plusieurs modes de réalisation particuliers, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention, telle que définie par les revendications.

[0112] L'usage du verbe « comporter », « comprendre » ou « inclure » et de ses formes conjuguées n'exclut pas la présence d'autres éléments ou d'autres étapes que ceux énoncés dans une revendication.

[0113] Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

## Revendications

1. Installation de manutention comportant une machine (2) de manutention autonome comportant :

- un châssis ;
- un essieu avant (17) et un essieu arrière (18) qui sont chacun montés sur le châssis selon un axe transversal ; au moins l'un desdits essieux avant (17) et arrière (18) étant directeur et commandé par un organe de direction (45, 46) ;
- un moteur (44) qui est accouplé à au moins l'un des essieux avant (17) et arrière (18) par un dispositif de transmission ;
- une flèche (15) qui est montée articulée sur le châssis entre une position extrême abaissée et une position extrême relevée ;
- un vérin de levage (24) qui est agencé pour déplacer la flèche (15) entre la position extrême abaissée et la position extrême relevée ;
- un cadre porte-outil (16) qui est monté pivotant sur la flèche (15) entre une position extrême de cavage et une position extrême de déversement et qui est apte à être accouplé à un outil (4, 5, 6) ;
- un vérin de bennage (25) qui est agencé pour déplacer le cadre porte-outil (16) entre la position extrême de cavage et la position extrême de déversement ;
- au moins un capteur de détection spatiale (34, 57) apte à délivrer un signal comportant des informations représentatives de la position d'un outil (4, 5, 6) ;
- une unité de commande (38) qui comporte un module d'accouplement autonome (52) qui est configuré pour :
  - traiter le signal délivré par l'au moins un capteur de détection spatiale (34, 57) et délivrer des informations de positionnement de l'outil (4, 5, 6) représentatives de la position et de l'orientation de l'outil (4, 5, 6) par rapport à la machine (2) ;
  - commander au moins l'organe de direction (45, 46) et le moteur (44) en fonction des informations de positionnement de l'outil (4, 5, 6) de manière à positionner la machine (2) par rapport au cadre porte-outil (16) dans une position relative d'accouplement ; et
  - commander au moins le vérin de levage (24) et le vérin de bennage (25) lorsque la machine

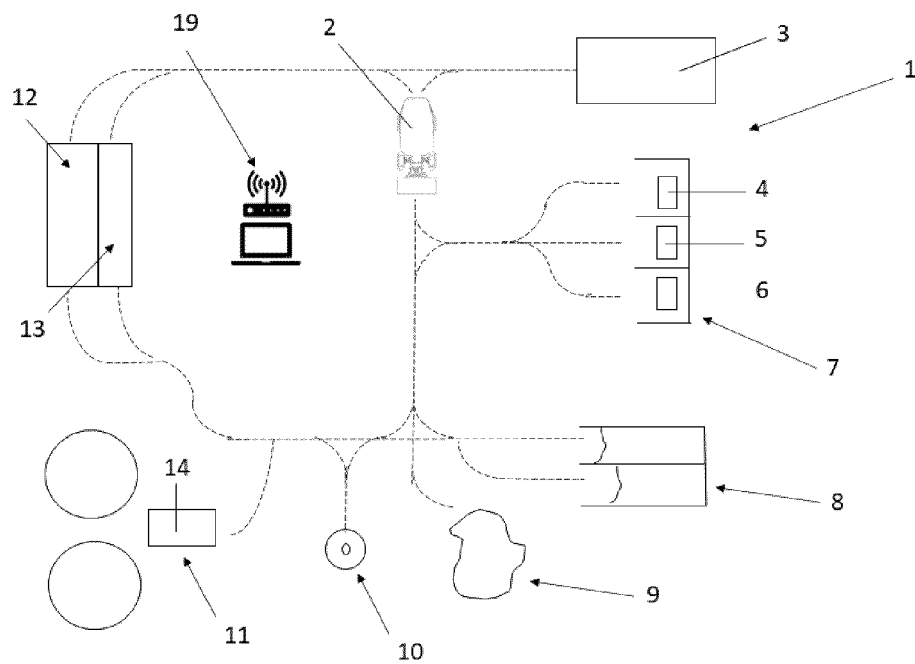
- (2) est dans ladite position relative d'accouplement afin d'accoupler de manière autonome l'outil (4, 5, 6) au cadre porte-outil (16) ; l'installation de manutention comportant en outre une pluralité d'outils (4, 5, 6) aptes à être accouplés au cadre porte-outil (16) et un équipement de supervision (19) comportant une interface homme machine permettant à un utilisateur de définir une mission comportant au moins les caractéristiques suivantes : une masse totale de matière à transporter, une zone de stockage de la matière (8, 9, 10) dans laquelle la matière doit être chargée, une zone de déversement de la matière (11, 12, 13) et une échéance limite pour accomplir la mission, ledit équipement de supervision (19) étant configuré pour transmettre à l'unité de commande (38) des instructions représentatives de la mission à réaliser.
2. Installation de manutention selon la revendication 1, dans laquelle le cadre porte-outil (16) comporte des moyens d'accrochage (28) destinés à coopérer avec des moyens complémentaires (29) solidaires de l'outil (4, 5, 6), et une traverse (30) destinée à coopérer avec au moins une butée d'appui (31) de l'outil (4, 5, 6), le module d'accouplement autonome (52) étant configuré pour :
- piloter au moins le vérin de levage (24) et le vérin de bennage (25) et, optionnellement le moteur (44) et l'organe de direction (45, 46), afin que les moyens d'accrochage (28) du cadre porte-outil (16) coopèrent avec les moyens complémentaires (29) solidaires de l'outil et que la traverse (30) vienne en appui contre la butée d'appui (31) de l'outil (4, 5, 6).
3. Installation de manutention selon la revendication 2, dans laquelle le cadre porte-outil (16) comporte au moins une tige de verrouillage (32) mobile entre une position de verrouillage dans laquelle ladite tige de verrouillage (32) est apte à s'insérer dans un orifice de verrouillage de l'outil (4, 5, 6) et une position déverrouillée dans laquelle ladite tige de verrouillage (32) est hors dudit orifice de verrouillage de l'outil (4, 5, 6) et dans laquelle le module d'accouplement autonome (52) est configuré pour déplacer la tige de verrouillage (32) de la position déverrouillée jusqu'à la position de verrouillage après la mise en appui de la traverse (30) contre la butée d'appui (31) de l'outil (4, 5, 6).
4. Installation de manutention selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle le capteur de détection spatiale (34, 57) est choisi parmi les caméras, les caméras temps de vol, les LIDARS, les radars et les capteurs à ultrasons.
5. Installation de manutention selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle chacun desdits essieux avant (17) et arrière (18) comporte deux roues, est directeur et est commandé par un organe de direction (45, 46) respectif ; lesdits essieux avant (17) et arrière (18) étant équipés d'un système de direction agencé pour donner une inclinaison, par rapport à la direction longitudinale, différente aux deux roues de chacun des essieux avant (17) et arrière (18) de manière que la roue située à l'intérieur braque plus que celle située à l'extérieur.
6. Installation de manutention selon la revendication 5, dans laquelle l'unité de commande (38) comporte un module de pilotage (51), le module de pilotage (51) étant configuré pour émettre en fonction d'un itinéraire défini, une consigne de déplacement comportant trois variables  $V_1$ ,  $V_2$  et  $V_3$  ; avec :
- $V_1$  : une consigne représentative d'une variation d'angle de la trajectoire d'un point caractéristique de la machine (2) ;
  - $V_2$  : une consigne représentative d'une vitesse de déplacement du point caractéristique de la machine (2) sur la trajectoire ; et
  - $V_3$  : une consigne représentative de la variation d'angle du cap, c'est-à-dire de la direction longitudinale, de la machine (2) ;
- ledit module de pilotage (51) étant en outre configuré pour :
- déterminer un angle médian d'inclinaison des deux roues de chacun des essieux avant (17) et arrière (18) en fonction de la consigne de déplacement ;
  - déterminer une consigne d'angle d'inclinaison d'au moins une roue de chacun des essieux avant (17) et arrière (18) en fonction de la valeur de l'angle médian d'inclinaison des roues dudit essieu avant (17) ou arrière (18) calculée précédemment ; et
  - commander les organes de direction (45, 46) desdits essieux avant (17) et arrière (18) en fonction de la consigne d'angle d'inclinaison de la roue de chacun des essieux avant (17) arrière (18).
7. Installation de manutention selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle chacun des outils (4, 5, 6) est équipé d'une radio-étiquette (53) et dans laquelle la machine (2) est équipée d'un lecteur (54) apte à lire un identifiant unique contenu dans les radio-étiquettes (53), le module d'accouplement autonome (52) étant apte à comparer ledit identifiant unique avec une information d'identification de l'outil (4, 5, 6) incluse dans des instructions représentatives d'une mission à réaliser reçues par

l'unité de commande (38).

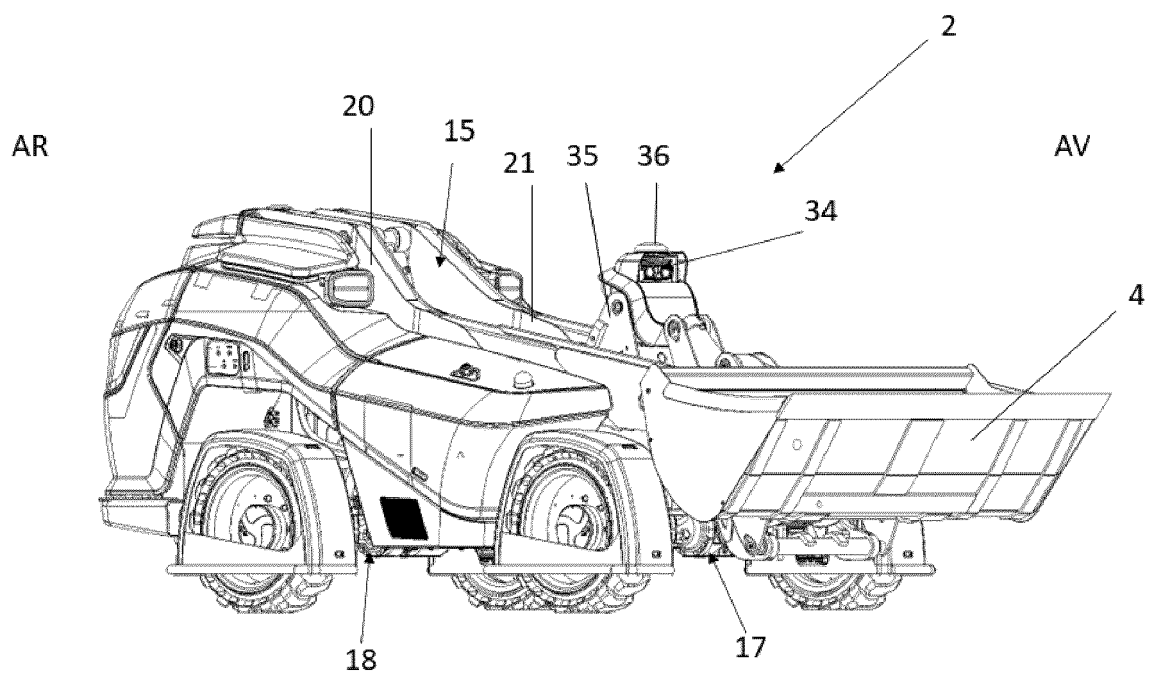
8. Installation de manutention selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle l'équipement de supervision (19) est configuré pour décomposer la mission définie par l'utilisateur en une pluralité d'actions élémentaires et pour transmettre lesdites actions élémentaires à l'unité de commande (38). 5
  
9. Installation de manutention selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle l'unité de commande (38) comporte un module de définition d'itinéraire (50) qui comporte, en mémoire, un réseau de chemins prédéfini et est équipé d'un programme utilisant un algorithme de type Dijkstra permettant de déterminer l'itinéraire à suivre par la machine (2), en fonction du réseau de chemins prédéfini, d'une position de la machine (2) déterminée au moyen de signaux délivrés par au moins un ensemble de capteurs choisi parmi : un premier ensemble de capteurs comportant deux antennes de géolocalisation (36, 37) ; un deuxième ensemble de capteurs comportant des accéléromètres (58) et des gyromètres (59) et un troisième ensemble de capteurs comportant des odomètres (60) équipant une ou plusieurs des roues de la machine (2) et des instructions représentatives de la mission à réaliser reçues par l'unité de commande (38). 10  
15  
20  
25
  
10. Installation de manutention selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, comportant une borne de recharge (3) et dans laquelle la machine (2) comporte un dispositif de stockage de l'énergie électrique (55), un capteur d'évaluation de l'état de charge (43) pour évaluer l'état de charge dudit dispositif de stockage de l'énergie électrique (55), l'unité de commande (38) comportant un module de gestion de l'énergie (56) qui est configuré pour : 30  
35
  - estimer l'énergie électrique  $E_{necc}$  qui est nécessaire à la réalisation de la mission ; 40
  - estimer l'énergie  $E_{dispo}$  qui est disponible dans le dispositif de stockage de l'énergie électrique (55) en fonction de l'état de charge dudit dispositif de stockage de l'énergie électrique (55) ; et 45
  - générer une instruction de rechargement de la machine (2) à la borne de recharge (3) lorsque  $E_{necc} \geq E_{dispo} - E_{seuil}$ , avec  $E_{seuil}$  : une valeur seuil d'énergie. 50
  
11. Installation de manutention selon la revendication 10, dans laquelle le module de gestion de l'énergie (56) est configuré pour, en réponse à une génération d'instruction de rechargement : 55
  - estimer une durée  $d_{tot-rech}$  nécessaire pour recharger intégralement le dispositif de stockage de l'énergie électrique (55) ;

- estimer une durée totale  $d_{tot-mission}$  de la mission à réaliser ;
- calculer la somme S1 de  $d_{tot-mission}$  et  $d_{tot-rech}$  ;
- comparer la somme S1 à un intervalle de temps  $\Delta t$  disponible jusqu'à une échéance limite de réalisation de la mission ; et
- générer une consigne de niveau de rechargement de dispositif de stockage de l'énergie électrique (55) en fonction de  $E_{necc}$  lorsque S1 est supérieure à  $\Delta t$ .

[Fig. 1]

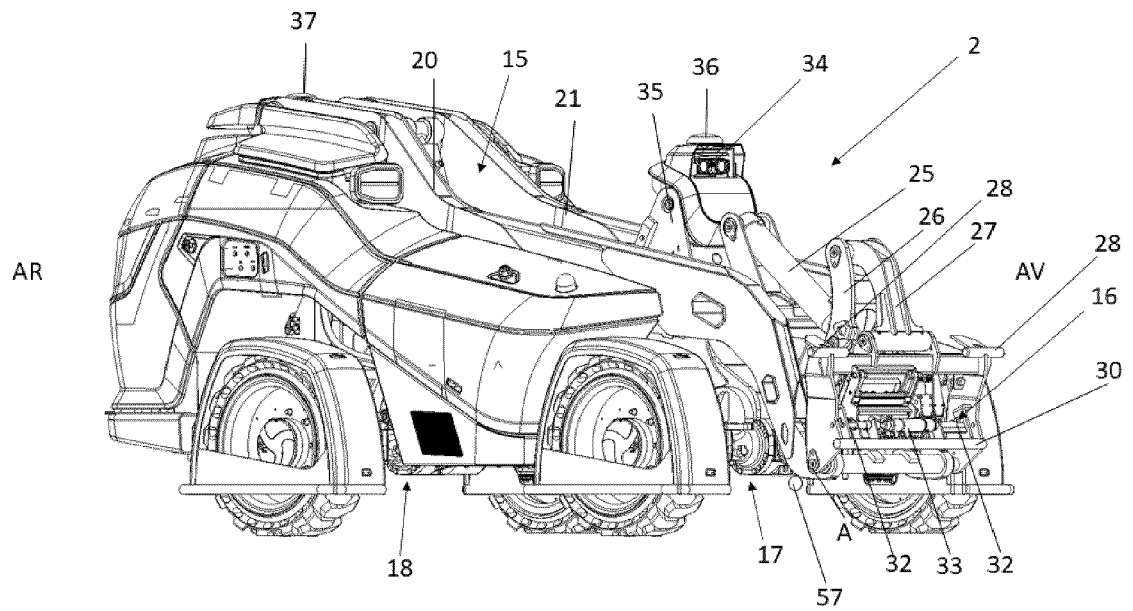


[Fig. 2]

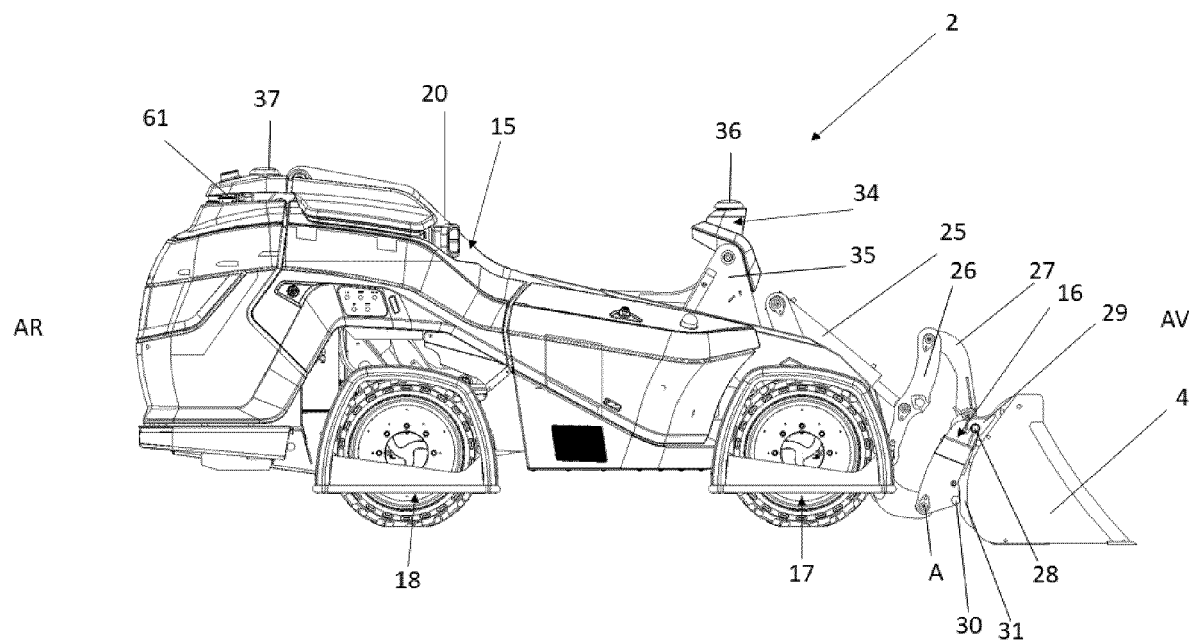




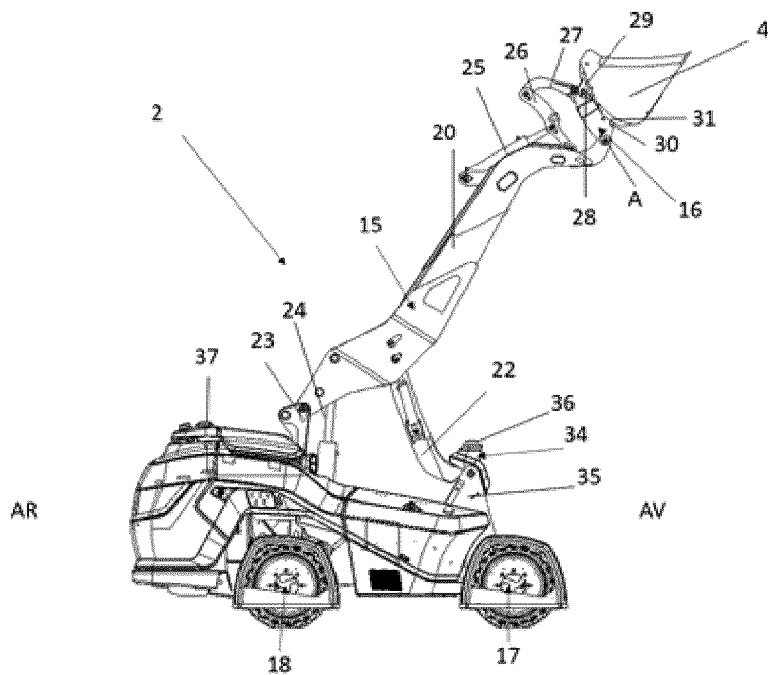
[Fig. 3]



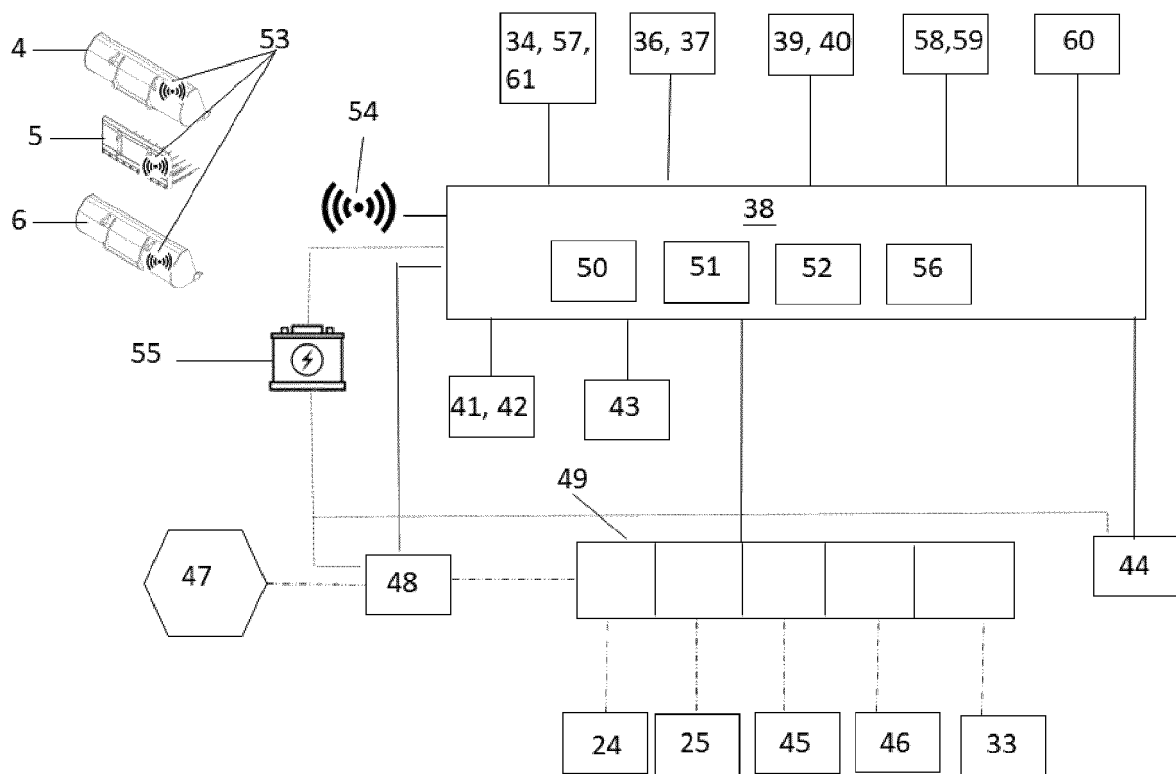
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]





## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 23 20 5303

## DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	US 2018/238015 A1 (FEY ALEXANDER [US]) 23 août 2018 (2018-08-23) * alinéa [0062]; figure 3 * * figure 1a à 4 * * alinéa [0020] * * alinéa [0062] * * alinéa [0068] * * alinéa [0024] * * alinéa [0066] * * alinéa [0063] * * alinéa [0064] * * alinéa [0022] *	1-11	INV. E02F3/36 E02F3/43 E02F3/627 E02F9/26 E02F9/20 A01K5/00
Y	WO 2022/094577 A1 (DEERE & CO [US]) 5 mai 2022 (2022-05-05) * figure 1 à 21 * * alinéa [37et39] * * alinéa [0002] *	1-11	
Y	EP 4 033 035 A1 (VOLVO CONSTR EQUIP AB [SE]) 27 juillet 2022 (2022-07-27) * alinéa [0022] * * figure 2 *	4	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
Y	US 2009/206589 A1 (OSSWALD CHRIS [US] ET AL) 20 août 2009 (2009-08-20) * figures 28-32 * * figures 27-31 * * alinéa [0125] *	5, 6	E02F A01K
Y	WO 2020/239205 A1 (VOLVO CONSTR EQUIP AB [SE]) 3 décembre 2020 (2020-12-03) * page 12, ligne 26 - page 13, ligne 5 * * figure 4 *	7	
Y	WO 2021/131645 A1 (KOMATSU MFG CO LTD [JP]) 1 juillet 2021 (2021-07-01) * abrégé *	9	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		4 mars 2024	Bultot, Coralie
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			



**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 23 20 5303

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

04-03-2024

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
<b>US 2018238015 A1</b>	<b>23-08-2018</b>	<b>AUCUN</b>	
<b>WO 2022094577 A1</b>	<b>05-05-2022</b>	<b>AUCUN</b>	
<b>EP 4033035 A1</b>	<b>27-07-2022</b>	<b>CN 114859768 A</b>	<b>05-08-2022</b>
		<b>EP 4033035 A1</b>	<b>27-07-2022</b>
		<b>US 202228341 A1</b>	<b>21-07-2022</b>
<b>US 2009206589 A1</b>	<b>20-08-2009</b>	<b>AUCUN</b>	
<b>WO 2020239205 A1</b>	<b>03-12-2020</b>	<b>AUCUN</b>	
<b>WO 2021131645 A1</b>	<b>01-07-2021</b>	<b>AU 2020414620 A1</b>	<b>14-04-2022</b>
		<b>CA 3155835 A1</b>	<b>01-07-2021</b>
		<b>JP 2021105258 A</b>	<b>26-07-2021</b>
		<b>US 2022389679 A1</b>	<b>08-12-2022</b>
		<b>WO 2021131645 A1</b>	<b>01-07-2021</b>
<b>WO 2021193492 A1</b>	<b>30-09-2021</b>	<b>CN 115280633 A</b>	<b>01-11-2022</b>
		<b>DE 112021001794 T5</b>	<b>16-02-2023</b>
		<b>JP WO2021193492 A1</b>	<b>30-09-2021</b>
		<b>US 2022412054 A1</b>	<b>29-12-2022</b>
		<b>WO 2021193492 A1</b>	<b>30-09-2021</b>

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- FR 2869054 [0064]