

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①① N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**3 144 812**

②① N° d'enregistrement national : **23 00284**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **B 66 C 15/00 (2023.01)**

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ Procédé de diagnostic d'une activité d'une grue pour la détermination des anomalies à l'origine d'une baisse d'activité.

②② Date de dépôt : 11.01.23.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 12.07.24 Bulletin 24/28.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 17.01.25 Bulletin 25/03.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *MANITOWOC CRANE GROUP  
FRANCE Société par actions simplifiée (SAS) — FR.*

⑦② Inventeur(s) : CLAEYS Xavier.

⑦③ Titulaire(s) : *MANITOWOC CRANE GROUP  
FRANCE Société par actions simplifiée (SAS).*

⑦④ Mandataire(s) : CABINET GERMAIN ET MAUREAU.

**FR 3 144 812 - B1**



## **Description**

### **Titre de l'invention : Procédé de diagnostic d'une activité d'une grue pour la détermination des anomalies à l'origine d'une baisse d'activité**

#### **Domaine technique**

- [0001] L'invention se rapporte à procédé de diagnostic d'une grue pour une évaluation de son activité lorsqu'utilisée sur un chantier.
- [0002] Elle se rapporte plus particulièrement à un procédé de diagnostic dans lequel sont analysées des données en lien avec la grue et son environnement, permettant de déterminer dans le temps des périodes où la productivité/l'activité de la grue aurait baissé, et d'identifier les causes ou anomalies à l'origine de cette baisse d'activité.
- [0003] L'invention trouve ainsi une application favorite dans la gestion d'un projet de construction et l'organisation, aussi bien technique, humaine que matérielle, d'un chantier dans lequel est/sont utilisée(s) une ou plusieurs grues.

#### **Technique antérieure**

- [0004] De manière connue, comprendre et analyser les causes de retard de planning et de baisse de productivité d'un chantier de construction peut s'avérer particulièrement complexe en raison de la pluralité d'acteurs humains et matériels qu'il peut faire intervenir.
- [0005] Les baisses de productivité/d'activité en journée d'une grue employée sur ce chantier peuvent trouver de nombreuses sources, autant internes qu'externes à la grue. A titre d'exemple, un retard dans une opération logistique ou une condition climatique extrême peuvent avoir comme conséquence une mise à l'arrêt de la grue, indépendamment du bon fonctionnement de celle-ci. Il existe également d'autres causes de baisse d'activité comme par exemple et non exhaustivement : une panne due à un dysfonctionnement/un arrêt d'un équipement de la grue ; un plan de charge de la grue (moments où la grue est en travail, moments où elle est inactive, etc.) peu optimisé ; une erreur humaine dans son montage, son réglage ou sa manipulation, etc.
- [0006] Il est également connu qu'une grue est équipée d'une pluralité d'équipements nécessaires à son pilotage, son fonctionnement ; et également de capteurs fournissant diverses informations sur la grue elle-même ou son environnement, par exemple et non exhaustivement : une vitesse de levage lorsque la grue lève une charge, une vitesse de rotation d'une flèche lorsqu'elle déplace la charge, alertes lorsque la flèche de la grue risque d'entrer en collision avec la flèche d'une seconde grue, un nombre de démarrage et/ou d'arrêt, un état des équipements, etc.
- [0007] Dans la littérature, des solutions comme celles présentées dans les documents

US20120158279 et US20180018641 proposent d'exploiter les données fournies par les équipements d'une machine, comme une grue, dans le but de fournir des indicateurs de performance sur celle-ci ou d'en assurer une maintenance prédictive (en prédisant la durée de vie des composants afin de mener des actions suivant celle-ci, comme un renouvellement d'un composant s'il est en fin de vie). Les documents CN107025521 et DE102015006992 proposent quant à eux d'exploiter des données équivalentes dans le but respectivement de fournir un plan de travail optimisé à la grue, et d'optimiser les capacités de la grue en fonction des intensités de ses sollicitations pour éviter toute situation de surcharge.

[0008] En revanche, aucune de ces solutions proposent d'exploiter les données fournies par la grue dans le but de contextualiser les baisses d'activité de la grue et leurs répercussions sur le planning d'avancement général du chantier, tant sur le plan matériel que sur le plan humain.

### **Résumé de l'invention**

[0009] Afin de répondre à la problématique exposée, l'invention se rapporte à un procédé de diagnostic d'une activité d'une grue pour une détection et une classification d'une période de baisse d'activité de ladite grue dans un chantier de construction parmi plusieurs périodes d'activité, ledit procédé de diagnostic mettant en œuvre au moins les étapes suivantes :

- détection de données de grue issues d'équipements de la grue, et comprenant au moins des données de travail représentatives d'un travail de la grue mettant en œuvre au moins une manœuvre d'au moins un élément structurel de la grue ;
- détection de données environnementales représentatives d'un environnement du chantier de construction ;
- historisation par période d'activité des données de grue et des données environnementales dans une base de données distante ;
- pour chaque période d'activité, traitement des données de travail pour calculer un temps de travail de la grue durant la période d'activité, et comparaison dudit temps de travail avec au moins un seuil d'activité pour déterminer si ladite période d'activité est une période de baisse d'activité ou non ;
- pour chaque période de baisse d'activité, traitement des données de grue et des données environnementales associées au moins à ladite période de baisse d'activité pour identifier au moins une anomalie, du chantier de construction ou de la grue, à laquelle est associée ladite période de baisse d'activité.

[0010] Autrement dit, et avantageusement, à partir :

- de données fournies par les équipements que comprend la grue, et qui sont au moins représentatives d'un travail de cette dernière lorsqu'au moins un de ses éléments

structurels est manœuvré (par exemple le moufle qui est levé lorsqu'une charge est levée, ou encore la flèche qui effectue une rotation pour le déplacement de la charge suite à son levage), et

- de données environnementales représentatives de l'environnement et de la localisation du chantier de construction dans lequel la grue évolue,

lesquelles données sont recueillies au cours d'une ou plusieurs périodes d'activité données (une période d'activité pouvant être par exemple une journée, une semaine, un mois) puis stockées et historicisées par période d'activité (pour que soient identifiées les données recueillies propres à chaque période d'activité) dans la base de données distante,

[0011] le procédé de diagnostic est capable :

- de déterminer si une baisse d'activité de la grue a eu lieu ou non pour au moins une période d'activité considérée. Pour cela, le procédé calcule à partir des données représentatives du travail de la grue son temps d'activité au cours de la période d'activité, c'est-à-dire la durée totale pendant cette période d'activité où elle a été active ; puis compare ce temps d'activité à un seuil d'activité pouvant par exemple correspondre à un temps d'activité moyen objectif par les gestionnaires du chantier de construction ; et

- dans le cas d'une baisse d'activité détectée, de déterminer et contextualiser les causes, désignées par la suite comme des anomalies, à l'origine de cette baisse d'activité, permettant alors aux gestionnaires du chantier d'améliorer en continu le planning d'avancement de celui-ci sur les plans matériel (avec une meilleure gestion des équipements par exemple) et/ou humain et/ou logistique/organisationnel.

[0012] Selon une caractéristique de l'invention, l'au moins une anomalie comprend au moins une anomalie interne de la grue traduisant une défaillance technique de la grue et identifiée à partir des données de grue.

[0013] Selon un mode de réalisation de l'invention, l'au moins une anomalie interne comprend au moins un défaut matériel, logiciel ou de communication de l'un des équipements appelé équipement défaillant, identifié à partir des données de grue issues dudit équipement défaillant.

[0014] Autrement dit, le procédé de diagnostic est conçu pour déterminer si l'anomalie responsable d'une baisse d'activité de la grue durant une période d'activité donnée est causée par une défaillance technique de cette dernière pouvant être provoquée non exhaustivement par : un dysfonctionnement ou une panne d'un ou plusieurs de ces composants et équipements ; un dysfonctionnement ou une panne d'un logiciel, un problème de communication entre équipements/composants de la grue, etc. Ce type d'anomalie est déterminée par le procédé de diagnostic à partir des données fournies par exemple par les équipements/composants de la grue eux-mêmes, ou par le ges-

tionnaire de panne de celle-ci.

- [0015] Avantageusement, l'identification de cette anomalie permet au gestionnaire du chantier de déterminer que la cause de la baisse d'activité de la grue provient d'une défaillance d'un équipement de l'engin lui-même, en raison par exemple de son manque d'entretien, d'une réparation non réalisée, ou d'une usure dans le cadre d'un équipement consommable.
- [0016] Selon une caractéristique de l'invention, l'au moins une anomalie comprend au moins une anomalie d'utilisation traduisant une utilisation non conforme de la grue et identifiée à partir des données de grue.
- [0017] Selon un mode de réalisation de l'invention, l'au moins une anomalie d'utilisation comprend au moins une anomalie de montage traduisant un montage ou un réglage non conforme de la grue lors de son installation, et identifiée à partir de données de capteur choisies parmi les données de grue et issues d'au moins un capteur de la grue.
- [0018] Selon un mode de réalisation de l'invention, l'au moins une anomalie d'utilisation comprend au moins une anomalie de pilotage traduisant un pilotage non conforme de la grue par un grutier lors de manœuvres, et identifiée à partir des données de travail, comme par exemple une donnée de vitesse d'au moins un élément structurel de la grue ou une donnée de surcharge.
- [0019] Autrement dit, le procédé de diagnostic est conçu pour déterminer si l'anomalie responsable d'une baisse d'activité de la grue durant une période d'activité donnée est causée par une anomalie d'usage de la grue, non exhaustivement :
- un pilotage non approprié de la grue par le grutier (levage / dépose trop rapide d'une charge, rotation trop rapide de la flèche, etc.) ;
  - une mauvaise installation de la grue, et/ou un réglage de ses éléments structurels, fonctionnel ou de lestage. Par exemple, en vue de répondre à des besoins spécifiques du chantier de construction, des réglages particuliers doivent être réalisés sur les éléments et équipements de la grue pour remplir des fonctionnalités additionnelles. Or, ces réglages peuvent ne pas avoir été anticipés avant démarrage du chantier de construction, impliquant que des retards se produiront à des instants non désirés au cours du cycle de vie du chantier pour réaliser ces réglages, sans quoi celui-ci ne pourra pas avancer.
- [0020] Les retards peuvent être également entraînés par un changement de la configuration initiale non prévue du chantier de construction, avec la remontée de nouveaux besoins jusqu'alors non connus.
- [0021] Ce type d'anomalie est déterminée par le procédé de diagnostic à partir des données de grue fournies par exemple par des équipements/composants ou bien des capteurs de la grue, par exemple : des données sur la localisation des éléments structurels, fonctionnels et de lestage ; des données de charge/surcharge lors du levage d'une charge ;

des données de vitesse lors de la rotation de la flèche, ou bien des données de vitesse ou de positionnement de la montée ou de la descente de la moufle, etc.

- [0022] Avantageusement, l'identification de cette anomalie permet au gestionnaire du chantier de déterminer que la cause de la baisse d'activité de la grue n'est pas liée à l'engin de construction lui-même mais à des erreurs humaines, lesquelles doivent pousser le gestionnaire de chantier à améliorer l'organisation du chantier sur le plan humain.
- [0023] Selon une caractéristique de l'invention, l'au moins une anomalie comprend au moins une anomalie climatique traduisant une condition climatique extrême et identifiée à partir de données climatiques choisies parmi les données environnementales.
- [0024] Selon une caractéristique de l'invention, les données climatiques comprennent l'une au moins des données suivantes : des données de température, des données de vitesse de vent et des données hygrométriques.
- [0025] Autrement dit, le procédé de diagnostic est conçu pour déterminer si l'anomalie responsable d'une baisse d'activité de la grue durant une période d'activité donnée est causée par des conditions climatiques extrêmes, généralement associées à des intempéries, comme : de très fortes ou très basses températures extérieures ; de très fortes pluies ; de très fortes rafales de vent. Ce type d'anomalie est déterminée par le procédé de diagnostic à partir des données environnementales comme des données de température, des données de vitesse de vent et des données hygrométriques, lesquelles sont fournies par des dispositifs de mesure adaptés (comme des capteurs de température extérieure, des anémomètres pour la mesure de la vitesse du vent, etc.).
- [0026] Avantageusement, l'identification de cette anomalie permet au gestionnaire du chantier de déterminer que la cause de la baisse d'activité de la grue est indépendante de l'organisation du chantier (que ce soit sur le plan matériel, humain, logistique), et d'adapter l'activité du chantier, et donc de la grue en conséquence, notamment si ces anomalies climatiques sont récurrentes : réduction de l'activité des ouvriers de chantier lors des périodes de fortes températures pour éviter qu'elles aient un impact sur leur condition/santé, mise en girouette des grues si risque de fortes rafales de vent, etc.
- [0027] Selon une caractéristique de l'invention, l'au moins une anomalie comprend au moins une anomalie organisationnelle traduisant une faible rentabilité de l'utilisation de la grue et identifiée à partir des données de grue.
- [0028] Selon un mode de réalisation de l'invention, l'au moins une anomalie organisationnelle est identifiée à partir de l'une au moins des données suivantes parmi les données de grue : des données représentatives d'une présence ou d'une activité du grutier dans la grue, des données de comptage de manœuvres, des données représentatives d'un arrêt commandé par un système anticollision, des données de comptage

de cycles de levage de charge, des données représentatives de temps de pause entre deux manœuvres, des données représentatives de types de manœuvre, des données représentatives d'un type de grue.

[0029] Autrement dit, le procédé de diagnostic est conçu pour déterminer si l'anomalie responsable d'une baisse d'activité de la grue durant une période d'activité donnée est causée par un problème d'ordre logistique) ou un manque organisationnel dans la gestion du chantier de construction. Le manque organisationnel peut se traduire par exemple par une grue inactive la plupart du temps durant la période d'activité et n'ayant eu que très peu, voire pas dans le pire cas, de charge à soulever ou déplacer. Ce type d'anomalie est déterminé non exhaustivement à partir de données représentatives d'une présence ou d'une activité d'un grutier dans la grue (la non présence d'un grutier dans la grue signifiant qu'elle est inactive, ou s'il est présent et qu'il effectue peu de manœuvres que le temps de pause entre chaque manœuvre est important), de données de comptage de cycles de levage de charge, etc. Le type de grue est également une donnée importante car les référentiels d'utilisation ne sont pas les mêmes entre les types de grue et le contexte d'environnement de chantier (grue à montage rapide pour les constructions individuelles, grue à montage par éléments ou grue à montage automatisé pour la construction d'immeubles...). Les données représentatives d'un arrêt commandé par un système anticollision sont quant à elles des sources d'information concernant les chantiers comprenant plusieurs grues, notamment si les aires circulaires de travail des grues se recouvrent : elles permettant de déterminer si les risques de collision entre les flèches des grues ou si les arrêts des grues sont trop fréquents, signifiant que les grues se gênent les unes les autres lors de la réalisation de leurs tâches respectives.

[0030] Avantageusement, l'identification de cette anomalie permet au gestionnaire du chantier de déterminer que la cause de la baisse d'activité de la grue est liée à un problème logistique (pouvant être la répercussion ou non d'une autre anomalie) ou une organisation peu optimisée de l'activité du chantier, lui permettant de proposer alors des solutions adaptées. A titre d'exemple, dans un contexte applicatif dans lequel un chantier de construction comprendrait plusieurs grues parmi lesquelles l'une d'elles seraient la majeure partie du temps inactive, une solution envisageable serait une réattribution des tâches entre les grues, si les risques d'interférence entre les grues restent faibles, et si cela ne perturbe pas significativement le planning d'avancement du chantier.

[0031] Similairement au premier traitement réalisé pour déterminer si une période d'activité correspond ou non à une période de baisse d'activité, les traitements mis en œuvre pour identifier le ou les types d'anomalie (anomalie interne, anomalie d'utilisation, anomalie climatique, anomalie organisationnelle) expliquant la baisse d'activité

consistent tout d'abord à appliquer aux données de grues et aux données environnementales associées à cette période d'activité des algorithmes mathématiques qui les comparent à des critères de décision perceptibles/compréhensibles par les analystes analysant la période d'activité. En fonction des résultats de ces comparaisons, des algorithmes de classification/de catégorisation classe/range la période de baisse d'activité dans une catégorie correspondant à l'un des quatre types d'anomalie cités, et également dans une sous-catégorie parmi plusieurs sous-catégories qui comprennent le type (ou la catégorie) d'anomalie. Ces sous-catégories correspondent aux divers événements provoquant l'anomalie. Par exemple, et en référence aux explications données précédemment, au moins trois sous-catégories sont comprises dans la catégorie en lien avec l'anomalie climatique ; ces trois sous-catégories correspondant respectivement : aux températures extrêmes (hautes ou basses) ; à de fortes précipitations ; et à de fortes rafales de vent.

- [0032] Selon une caractéristique de l'invention, un système d'analyse distant, en communication avec ou comprenant la base de données distante, met en œuvre le traitement des données de travail, des données de grue et des données environnementales pour déterminer si chaque période d'activité est une période de baisse d'activité ou non et pour associer à chaque période de baisse d'activité l'au moins une anomalie correspondante.
- [0033] Autrement dit, les étapes de traitement des données associées à l'au moins une période d'activité pour identifier si l'au moins une période d'activité est une période de baisse d'activité ou non, et déterminer le type ou les types d'anomalie expliquant cette baisse d'activité sont réalisés par un système d'analyse distant en communication avec la base de données distante ; ce système d'analyse distant pouvant être par exemple un ordinateur portable ou de bureau.
- [0034] Selon un mode de réalisation de l'invention, la base de données distante est comprise dans le système d'analyse distant.
- [0035] Selon un mode de réalisation de l'invention, tout ou partie des traitements sont réalisés par le système d'analyse distant directement dans la base de données distante.
- [0036] Selon un mode de réalisation de l'invention, le système d'analyse exporte de la base de données distantes les données de travail, les données de grue et les données environnementales de l'au moins une période d'activité considérée pour effectuer les traitements.
- [0037] Selon une caractéristique de l'invention, le système d'analyse distant structure les données de grue et les données environnementales dans un même format prédéfini.
- [0038] Etant donné que les données de travail, les données de grue et les données environnementales proviennent de différents équipements, ces dernières peuvent se présenter sous différents formats. Pour chaque période d'activité, avant que les données associées à chaque période d'activité ne soient importées dans la base de données

distante, elles sont, une fois recueillies, transmises au système d'analyse distant qui va les nettoyer et les structurer selon un format prédéfini ; dans le but d'être plus facilement interprétables par le système d'analyse distant lorsqu'il effectuera ultérieurement des traitements sur les données en vue de déterminer les périodes de baisse d'activité et leurs origines.

[0039] Selon un mode de réalisation de l'invention, le procédé de diagnostic met en œuvre parallèlement au traitement des données de grue et des données environnementales de chaque période de baisse d'activité, un affichage d'un déroulement dudit traitement des données pour chaque période de baisse d'activité.

[0040] Selon une caractéristique de l'invention, le procédé de diagnostic met en œuvre, postérieurement au traitement des données de grue et des données environnementales de chaque période de baisse d'activité, une génération et/ou un affichage d'un rapport d'analyse comprenant, pour la ou chaque période de baisse d'activité, une information spécifique à l'au moins une anomalie identifiée.

[0041] Cette génération et/ou cet affichage peut revêtir la forme d'une représentation visuelle spécifique à l'au moins une anomalie identifiée ; et/ou une description d'un ensemble d'étapes de traitement réalisées durant le traitement des données de grue et des données environnementales ayant conduit à identifier l'au moins une anomalie.

[0042] Autrement dit, dans le but que les résultats des traitements puissent être facilement interprétables et compréhensibles pour une personne ayant mis en œuvre le procédé de diagnostic afin de déterminer si une grue du chantier a connu durant une période d'activité une baisse d'activité et, si c'est le cas, déterminer les causes qui en sont à l'origine, le procédé de diagnostic, selon différents modes de réalisation, peut, suite au traitement des données de grue et des données environnementales générer un rapport d'affichage dans un format donné consultable ultérieurement, et/ou afficher ce rapport d'analyse sur un écran. Dans différentes variantes de réalisation de l'invention, le rapport d'analyse peut comprendre :

- une représentation visuelle de l'au moins un type/une catégorie d'anomalie identifié pour chacune des périodes d'activité ayant fait l'objet du diagnostic, par exemple : une couleur, du texte donnant le nom de l'anomalie et associé à une couleur, etc. Par extension, il est envisageable que chaque sous-catégorie d'un type/d'une catégorie d'anomalie possède également une représentation visuelle qui lui est propre pour améliorer la compréhension des résultats du traitement ; et/ou

- pour l'au moins une anomalie identifiée pour chaque période de baisse d'activité, un détail des traitements effectués sur les données de grue, les données de travail, et les données environnementales ayant conduit le procédé de diagnostic à identifier l'au moins une anomalie. Par extension, il est envisageable que chaque sous-catégorie comprise dans le type/la catégorie d'anomalie soit accompagné d'une description des

traitements qui ont spécifiquement conduit le procédé de diagnostic à identifier cette sous-catégorie.

- [0043] Selon une caractéristique de l'invention, le procédé de diagnostic comprend au moins une définition d'une anomalie supplémentaire et d'au moins un critère de décision pour une identification de l'anomalie supplémentaire lors du traitement des données de grue et des données environnementales.
- [0044] Avantageusement, le procédé de diagnostic peut être enrichi et améliorée renseignant/définissant des anomalies inédites, c'est-à-dire qui n'ont jamais été rencontrées sur le chantier de construction. La définition de la nouvelle anomalie consiste à minima à renseigner au moins un critère de décision qui va être appliqué par le procédé de diagnostic lors du traitement des données de grue et des données environnementales afin qu'il identifie que la baisse d'activité est due à ce nouveau type d'anomalie. Par extension, le procédé de diagnostic peut être également enrichi et amélioré en définissant pour ce nouveau type d'anomalie des sous-catégories représentatives des causes l'engendrant. Là encore, pour chaque sous-catégorie, au moins un critère de décision doit être défini afin que le procédé de diagnostic parvienne à l'identifier lors du traitement. Eventuellement, la définition d'une nouvelle anomalie peut nécessiter une évolution du format servant à la structuration des données, dans le cas où l'anomalie est déterminée à partir de données qui sont émises par un ou plusieurs équipements sous un format non actuellement pris en compte pour la structuration de l'ensemble des données (donnée de travail, données de grue, données environnementales) sous un seul et même format.
- [0045] Dans une première variante de réalisation de l'invention, les ajouts de définition d'anomalie sont réalisés à partir du système d'analyse distant par les utilisateurs eux-mêmes.
- [0046] Dans une seconde variante de réalisation de l'invention, les ajouts de définition d'anomalie sont réalisés par les concepteurs du procédé de diagnostic sur la base d'un retour d'expérience client ; les ajouts de définition d'anomalie s'inscrivant alors dans une démarche de développement agile pour une amélioration en continu du procédé de diagnostic. Il est envisageable que les nouvelles définitions d'anomalies puissent être contenues dans des mises à jour du procédé de diagnostic disponibles en téléchargement depuis le système d'analyse distant.
- [0047] En ce qui concerne le seuil d'activité, il peut être fixe (et donc être identique pour toutes les périodes d'activité) ou bien il peut être variable en fonction de la période d'activité et/ou du type d'activité chantier et /ou du type de grue.
- [0048] De manière avantageuse, pour chaque période d'activité, le seuil d'activité pour ladite période d'activité correspond à une valeur moyenne des temps de travail de plusieurs périodes d'activité antérieures et/ou postérieures à ladite période d'activité.

[0049] Ainsi, il est pris en considération les temps d'activité des périodes antérieures et/ou postérieures afin de fixer le seuil d'activité de la période analysée.

### **Brève description des dessins**

[0050] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, d'un exemple de mise en œuvre non limitatif, faite en référence aux figures annexées dans lesquelles :

[0051] [Fig.1] est un logigramme illustrant un procédé de diagnostic de l'invention ;

[0052] [Fig.2] est une vue schématique d'une mise en œuvre du procédé de diagnostic dans le cadre de la détermination d'une ou plusieurs périodes de baisse d'activité parmi plusieurs périodes d'activités d'une grue à flèche distributrice, au moyen des équipements et des capteurs de la grue, ainsi qu'un système externe, transmettant des données de grue et des données environnementales à un système d'analyse distant qui va les traiter en vue de ladite détermination des périodes de baisse d'activité ;

[0053] [Fig.3] illustre un premier exemple d'application du procédé de diagnostic pour identifier et contextualiser des périodes de baisse d'activité parmi plusieurs périodes d'activité ; un seuil d'activité variable étant utilisé par le procédé de diagnostic lors d'un premier traitement pour identifier les périodes de baisse d'activité, et un premier critère de décision étant utilisé lors d'un second traitement pour déterminer si les périodes de baisse d'activité sont en partie dues à un défaut matériel/un dysfonctionnement d'un équipement contribuant au levage d'une charge par la grue ;

[0054] [Fig.4] illustre un second exemple d'application du procédé de diagnostic pour identifier et contextualiser des périodes de baisse d'activité parmi plusieurs périodes d'activité ; un seuil d'activité fixe étant utilisé par le procédé de diagnostic lors du premier traitement pour identifier les périodes de baisse d'activité, et un second critère de décision étant utilisé lors du second traitement pour déterminer si les périodes de baisse d'activité sont en partie dues à un défaut matériel/un dysfonctionnement d'un équipement contribuant au levage d'une charge par la grue ;

[0055] [Fig.5] est une illustration d'un exemple de type de graphique pouvant s'afficher sur un écran connecté au système d'analyse distant et faisant office de rapport d'analyse suite aux traitements effectués sur les données de grue et les données de travail en vue de la détermination d'une ou plusieurs périodes de baisse d'activité ; le graphique correspondant à un graphique hiérarchique en rayon de soleil (a) représentatif d'une période de baisse d'activité pour lequel les morceaux d'anneau intérieurs (respectivement les morceaux d'anneau extérieurs) correspondent aux anomalies (respectivement aux sous-catégories d'anomalie associées aux anomalies) définies dans le procédé de diagnostic ; avec ici deux exemples de semaines suspectes telles que pour l'une d'elles ont été observées toutes les anomalies et sous-catégories

d'anomalie définies (b), et pour l'autre certaines des anomalies et sous-catégories d'anomalie parmi l'ensemble des anomalies et sous-catégories d'anomalie définies (c).

[0056] **[Description détaillée d'un ou plusieurs modes de réalisation de l'invention]**

[0057] En référence aux [Fig.1] à [Fig.4], l'invention se rapporte à un procédé de diagnostic 1 d'une activité d'une grue 2 devant, à partir d'une analyse d'une pluralité de données en relation avec la grue 2 et son environnement :

- déterminer si une baisse d'activité de la grue 2 a eu lieu ou non durant une période d'activité AP donnée, une période d'activité AP pouvant être par exemple une journée, une semaine, un mois. Une période d'activité AP durant laquelle a été observée une baisse d'activité est appelée période de baisse d'activité LAP ;

- dans le cas où une période de baisse d'activité a été détectée, déterminer et contextualiser les causes, désignées par la suite comme des anomalies A1, A2, A3, A4 à l'origine de cette baisse d'activité, permettant alors aux gestionnaires du chantier d'améliorer en continu le planning d'avancement de celui-ci sur les plans matériel (avec une meilleure gestion des équipements par exemple) et/ou humain et/ou logistique/organisationnel.

[0058] Le procédé de diagnostic 1 est applicable à tous types de grue. Dans le cadre de la description, en référence à la [Fig.2], il est considéré que la grue 2 est une grue à tour, plus précisément une grue à flèche distributrice.

[0059] En référence aux [Fig.1] et [Fig.2], le procédé de diagnostic 1 débute par une étape de détection et de collecte E1 des données qui comprend :

- une détection E11 et une collecte E13 de données de grues D1 qui comprennent des données d'équipements D11 en provenance d'équipements 3, 31 de la grue 2, ou bien des données de capteurs D12 issues de capteurs 5 installés sur cette dernière ;

- une détection E12 et une collecte E14 de données environnementales D2 représentatives de l'environnement du chantier de construction dans lequel la grue évolue.

Les données environnementales peuvent être fournies par un capteur 5 équipant la grue ; un système externe 7 qui est extérieur à la grue 2 mais installé sur le chantier de construction ; ou bien un système/une entité extérieur(e) au chantier de construction (non illustré(e) sur la [Fig.2]). Comme il le sera précisé ultérieurement, les données environnementales peuvent comprendre des données climatiques renseignant les conditions météorologiques auxquelles est soumis le chantier de construction. Dans ce cas, le système/l'entité extérieur(e) peut correspondre à un site internet météorologique fournissant des données climatiques relatives au pays, et/ou à la région, et/ou à la ville où est localisé le chantier de construction.

[0060] Les données de grues D1, D11, D12 peuvent comprendre, non limitativement/exhaustivement :

- des données relatives à la localisation des éléments structurels, fonctionnels et de

lestage de la grue 2 ;

- des données de positionnement de la montée ou de la descente du moufle lors du levage d'une charge ;

- des données représentatives d'une présence ou d'une activité d'un grutier dans la grue ;

- des données de comptage de manœuvres ;

- des données représentatives d'un arrêt commandé par un système anticollision. Ces données sont sources d'information pour les chantiers comprenant plusieurs grues, notamment si les aires circulaires de travail des grues 2 se recouvrent car elles permettent de déterminer la fréquence des risques de collision entre les flèches des grues 2, et la fréquence des arrêts des grues 2 ;

- des données de comptage de cycles de levage de charge ;

- des données représentatives de temps de pause entre deux manœuvres ;

- des données représentatives de types de manœuvre ;

- des données en lien avec le type et/ou le modèle de la grue 2 (par exemple, si la grue 2 est une grue à tour : grue à montage par éléments, grue à montage automatisé, grue à flèche distributrice, grue à flèche relevable...). Le type de grue est une donnée importante car il est adapté au contexte d'environnement du chantier (les grues à montage rapide sont utilisées pour les constructions individuelles, alors que les grues à montage par éléments ou grue à montage automatisé pour la construction d'immeubles...). Les référentiels d'utilisation sont donc différents d'un type de grue à l'autre ;

- etc.

[0061] Les données de grues D1, D11, D12 comprennent également des données de travail DW qui sont représentatives d'un travail réalisé par la grue 2 comme, et non limitativement/exhaustivement, des données de charge/surcharge lors du levage d'une charge ; des données de vitesse de l'élément structurel manœuvré (par exemple, une vitesse de rotation de la flèche).

[0062] Les données environnementales D2 comprennent à minima : des données en relation avec la localisation du chantier ; et des données climatiques comme des données de température, des données de vitesse de vent et des données hygrométriques.

[0063] Dans un mode de réalisation de l'invention, la collecte E13, E14 des données de grues D1, D11, D12, DW et des données environnementales D2 correspond tout d'abord à une récupération de ces dernières par le système de contrôle-commande de la grue 2, qui est donc en communication avec les équipements 3, 31 et capteurs 5 de la grue 2, le système externe 7. Une fois qu'il les a récupérées, le système de contrôle commande transmet les données de grues D1, D11, D12, DW et les données environnementales D2 à une infrastructure informatique en charge de leur traitement pour la détermination des périodes de baisse d'activité LAP de la grue 2 parmi une pluralité de

périodes d'activité et des causes les expliquant.

- [0064] Dans un second mode de réalisation de l'invention, qui correspond au mode de réalisation décrit, la collecte E13, E14 des données de grues D1, D11, D12, DW et des données environnementales D2 correspond à une transmission directement desdites données D1, D11, D12, DW, D2 par les équipements 3, 31, les capteurs 5, et le système externe 7 à l'infrastructure informatique.
- [0065] Dans le mode de réalisation présenté, l'infrastructure informatique comprend :
- un système d'analyse distant 6 en communication conformé pour réceptionner l'ensemble des données D1, D11, D12, DW, D2 et les traiter au cours de traitements E4, E5 pour la détermination des périodes de baisse d'activité LAP de la grue 2 et de leur(s) origine(s). Le système d'analyse distant peut par exemple correspondre à un ordinateur (de bureau ; ou portable ; ou embarqué / de type fanless) dont va se servir un opérateur (comme un analyste, le gestionnaire du chantier...
  - une base de données distante 4 en communication avec le système d'analyse distant 6, et qui est utilisée pour le stockage des données de grues D1, D11, D12, DW et des données environnementales D2.
- [0066] Dans une variante de réalisation de l'invention, la base de données distante 4 est comprise dans le système d'analyse distant 6.
- [0067] Dans différents modes de réalisation de l'invention, selon la durée considérée pour la période d'activité, et les besoins d'analyse des responsables de chantier, les données D1, D11, D12, DW, D2 peuvent être transmises au système d'analyse distant en continu ou par intermittence (transmission en fin de journée par exemple).
- [0068] Comme les données D1, D11, D12, DW, D2 peuvent provenir différents types d'équipements 3, 31 ; et/ou de capteurs 5 de la grue 2 ; et/ou de systèmes externes 7, elles peuvent présenter des formats différents. C'est pourquoi le système d'analyse distant 6 procède, suite à l'étape de détection et de collecte E1, à une étape de mise en forme des données E2 durant laquelle sont mis en œuvre un nettoyage et une structuration de l'ensemble des données D1, D11, D12, DW, D2.
- [0069] L'étape de mise en forme des données E2 a pour objectif de rendre les données D1, D11, D12, DW, D2 plus facilement interprétables par le système d'analyse distant 6 lorsqu'il effectuera ultérieurement sur celles-ci les traitements E4, E5 en vue de déterminer les périodes de baisse d'activité LAP et leurs origines.
- [0070] En effet, la détermination et l'analyse des causes d'une période d'activité AP comme étant ou non une période de baisse d'activité LAP sont réalisées à posteriori, une fois la période d'activité temporellement achevée. La détermination et l'analyse peuvent également ne pas être réalisées immédiatement à la fin de la période d'activité AP, mais bien plus tardivement, après qu'aient eu lieu au moins une autre période d'activité AP. Par exemple, si cette période d'activité AP correspond à la seconde semaine d'un

mois donné et qu'un gestionnaire du chantier souhaite déterminer si la grue 2 a connu une baisse d'activité sur l'ensemble des semaines composant le mois en question, alors les données D1, D11, D12, DW, D2 relatives à cette seconde semaine ne seront traitées à minima qu'à la fin du mois.

- [0071] Par conséquent, une historicisation E3 est mise en œuvre suite à l'étape de mise en forme des données E2, durant laquelle les données D1, D11, D12, DW, D2 vont être historicisées par période d'activité AP dans la base de données distante 4 une fois que le système d'analyse distant 6 les y a importé. Ainsi, si par exemple doivent être analysées cinq périodes d'activité AP spécifiques parmi une pluralité de périodes d'activité, le système d'analyse distant 6 n'exportera que les données D1, D11, D12, DW, D2 relatives auxdites cinq période d'activité AP.
- [0072] Suite à l'historicisation E3 des données D1, D11, D12, DW, D2 d'au moins une période d'activité AP sont mis en œuvre à un instant t les étapes de traitement E4, E5 pour son analyse.
- [0073] Dans un mode de réalisation de l'invention, tout ou partie des traitements E4, E5 sont réalisés directement par le système d'analyse distant 6 directement dans la base de données distante 4.
- [0074] Dans le mode de réalisation présenté, les traitements E4, E5 sont réalisés uniquement au niveau du système d'analyse distant 6, avec exportation de l'ensemble des D1, D11, D12, DW, D2 dont il a besoin pour procéder à l'analyse de la ou des périodes d'activité AP considérée(s).
- [0075] Par la suite, les traitements E4, E5 sont désignés sous les appellations de premier traitement E4 et de second traitement E5.
- [0076] Au cours du premier traitement E4, est calculé pour au moins une période d'activité AP étudiée un temps de travail  $H_o$  de la grue 2 à partir de ses données de travail DW associées, c'est-à-dire le temps durant lequel la grue a été active/en travail au cours de celle-ci.
- [0077] Ce temps de travail  $H_o$  est ensuite comparé à un seuil d'activité. Si le temps de travail  $H_o$  de la période d'activité AP étudiée est inférieur à ce seuil d'activité, alors elle est considérée comme étant une baisse de période d'activité LAP.
- [0078] Dans un premier cas, le seuil d'activité correspond à une valeur fixe représentative d'un temps moyen objectif par le gestionnaire du chantier de construction ; signifiant qu'une période d'activité AP est déterminée comme étant ou non une période de baisse d'activité LAP sur la seule base de ses données de travail DW associées.
- [0079] Dans un second cas, le seuil d'activité correspond à une valeur variable, par exemple une valeur moyenne des temps de travail  $H_o$  de plusieurs périodes d'activité AP comprenant : la période d'activité AP étudiée/d'intérêt, et des périodes d'activité qui lui sont antérieures et/ou postérieures. Par conséquent, dans ce second cas, le premier

traitement E4 repose sur l'analyse/le traitement des données de travail DW issues de plusieurs périodes d'activité AP pour déterminer si la période d'activité AP d'intérêt est ou non une période de baisse d'activité LAP.

- [0080] Le second traitement E5 est mise en œuvre dans le cas où une période d'activité AP étudiée (parmi ou non une pluralité de périodes d'activité AP en cours de traitement) est identifiée comme une période de baisse d'activité LAP. Le second traitement E5 a pour but de contextualiser la ou les causes expliquant cette période de baisse d'activité LAP. Pour cela, des algorithmes mathématiques sont appliqués aux données de grues D1, D11, D12, DW et aux données environnementales D2, qui les comparent à des critères de décision perceptibles/compréhensibles par l'opérateur du système d'analyse distant analysant la période d'activité.
- [0081] Les critères de décision conduisant à l'identification d'une cause d'une baisse d'activité peuvent être définis à partir uniquement d'une interprétation des données issues D1, D11, D12, DW, D2 issues de la période de baisse d'activité LAP étudiée ; et/ou de l'interprétation combinée de plusieurs jeux de données D1, D11, D12, DW, D2 provenant de la période de baisse d'activité LAP étudiée d'une part, et de plusieurs autres périodes d'activité AP d'autre part (qu'il s'agisse ou non de périodes de baisse d'activité LAP).
- [0082] En fonction des résultats de comparaison, le système d'analyse distant 6 détermine que la cause à l'origine de la baisse d'activité de la grue durant la période de baisse d'activité correspond à un type d'anomalie A1, A2, A3, A4.
- [0083] Dans le mode de réalisation du procédé de diagnostic 1 présenté, quatre types d'anomalie A1, A2, A3, A4 sont définis :
- une anomalie interne A1, et identifiée à partir des données de grue D1, D11, D12, DW dont celles listées précédemment ;
  - une anomalie d'utilisation A2 de la grue 2, également identifiée à partir des données de grue D1, D11, D12, DW ;
  - une anomalie climatique A3 traduisant une condition climatique extrême associée à une intempérie, et identifiée à partir de données climatiques comprises dans les données environnementales D2 ; et
  - une anomalie organisationnelle A4 ; et identifiée à partir des données de grue D1, D11, D12, DW.
- [0084] Dans chaque type d'anomalie A1, A2, A3, A4 sont également définies plusieurs sous-catégories (ou natures) d'anomalie A11, A12, A13, A21, A22, A31, A32, A41, A42.
- [0085] Une anomalie interne A1 peut correspondre à un défaut matériel A11, un défaut logiciel A12 ou à un défaut de communication A13 d'un équipement défaillant 31 de la grue. Ce ou ces défaut(s) peuvent résulter d'un dysfonctionnement ou d'une panne

d'un équipement ou d'un système en raison par exemple de son manque d'entretien, d'une réparation non réalisée, ou d'une usure (l'équipement ou le système arrivant en fin de vie).

[0086] L'anomalie d'utilisation A2 peut correspondre :

- à une anomalie de montage A21 traduisant une mauvaise installation de la grue 2, et/ou un réglage de ses éléments structurels, fonctionnel ou de lestage. Par exemple, en vue de répondre à des besoins spécifiques du chantier de construction, des réglages particuliers doivent être réalisés sur les éléments et équipements de la grue 2 pour remplir des fonctionnalités additionnelles. Or, ces réglages peuvent ne pas avoir été anticipés avant démarrage du chantier de construction, impliquant que des retards se produiront à des instants donnés au cours du cycle de vie du chantier pour réaliser ces réglages, sans quoi celui-ci ne pourra pas avancer. Les retards peuvent être également entraînés par un changement de la configuration initiale non prévue du chantier de construction, avec la remontée de nouveaux besoins jusqu'alors non connus

- à une anomalie de pilotage A22, c'est-à-dire un pilotage non approprié de la grue par le grutier (levage trop rapide d'une charge, rotation trop rapide de la flèche, etc.).

[0087] L'anomalie climatique A3 inclut différentes sous-catégories d'anomalie A31, A32 relative par exemple à la nature de la condition climatique extrême : fortes rafales de vent A31 ; fortes pluies A32 ; températures très élevées ou très basse.

[0088] Enfin, l'anomalie organisationnelle A4 peut correspondre à une anomalie d'activité A1 de la grue, c'est-à-dire que la grue est inactive la plupart du temps durant la période d'activité AP avec très peu de charge à soulever ou déplacer (voire dans le pire cas aucune charge) ; ou une anomalie de gestion A2 due à un manque organisationnel dans la gestion du chantier de construction, à des retards logistiques, etc.

[0089] Les critères de décision permettant au procédé de diagnostic 1 de déterminer quelle(s) type(s) d'anomalie A1, A2, A3, A4 ou sous-catégorie(s) d'anomalie A11, A12, A13, A21, A22, A31, A32, A41, A42 est/sont à l'origine d'une période de baisse d'activité LAP ne sont pas limités en nombre.

[0090] Selon différents modes de réalisation de l'invention, un ou plusieurs critères de décision est/sont défini(s) dans le procédé de diagnostic 1, et intégrés dans le système d'analyse distant 6, pour la détermination d'un même type d'anomalie A1, A2, A3, A4 ou d'une même sous-catégorie d'anomalie A11, A12, A13, A21, A22, A31, A32, A41, A42.

[0091] Selon ses besoins d'analyse, l'utilisateur sélectionne dans le système d'analyse distant 6, au cours du second traitement E5, le ou les critères qui lui apparaissent comme le(s) plus pertinent(s).

[0092] Dans un mode de réalisation de l'invention, une option est disponible dans le système d'analyse distant 6 pour que l'utilisateur puisse définir de nouveaux critères de

décision relatifs à un type d'anomalie A1, A2, A3, A4 et/ou à une sous-catégorie d'anomalie A11, A12, A13, A21, A22, A31, A32, A41, A42, ces nouveaux critères de décision s'ajoutant à ceux déjà disponibles dans le système d'analyse distant (et qui ont été créés par les concepteurs de l'invention), et étant ensuite exploités par le procédé de diagnostic 1 lors de son exécution.

- [0093] Dans un second mode de réalisation de l'invention, le procédé de diagnostic 1 peut être enrichi et améliorée renseignant/définissant des anomalies inédites, c'est-à-dire qui n'ont jamais été rencontrées sur le chantier de construction. La définition de la nouvelle anomalie consiste à minima à renseigner au moins un critère de décision qui va être appliqué par le procédé de diagnostic 1 lors du second traitement E5 des données de grue D1, D11, D12, DW et des données environnementales D2 afin qu'il identifie que la baisse d'activité est due à ce nouveau type d'anomalie.
- [0094] Deux exemples applicatifs du procédé de diagnostic 1 pour l'analyse d'analyse de période d'activité AP sont présentés et illustrés [Fig.3] et [Fig.4]. Dans ces deux exemples, l'activité de la grue 2 est analysée pour des périodes d'activités AP correspondant à des semaines s'étendant de janvier 2019 et juillet 2020.
- [0095] Pour les deux exemples, lors du premier traitement E4, le temps de travail Ho durant lequel la grue 2 a été active/en travail est calculé pour chaque semaine/période d'activité AP, à partir des données de travail DW acquises par le système d'analyse distant 6 de l'infrastructure informatique au cours de l'ensemble desdites semaines. Le temps de travail Ho est calculé et donné en heure.
- [0096] En référence à la [Fig.3], dans le contexte du premier exemple applicatif, pour chaque semaine/période d'activité AP, le seuil d'activité est défini comme étant égal à la valeur moyenne entre :
- une première valeur égale à 0,7 fois la valeur moyenne du temps de travail Ho des trois semaines antérieures à une semaine considérée parmi les plusieurs semaines, à laquelle est retranchée dix heures ; et
  - une seconde valeur égale à 0,7 fois le temps de travail Ho de la semaine postérieure à la semaine considérée parmi les plusieurs semaines, auquel est retranché dix heures
- [0097] Si le temps de travail Ho d'une semaine parmi les plusieurs semaines de la période d'activité est supérieur ou égal au seuil d'activité, alors aucune baisse d'activité n'est observée par ladite semaine. Si à l'inverse, le temps de travail Ho de la semaine considérée est inférieur au seuil d'activité, alors une baisse d'activité est observée pour celle-ci, et la semaine est considérée comme étant suspecte.
- [0098] Ainsi, une période de baisse d'activité LAP correspond soit à une semaine suspecte, soit à plusieurs semaines suspectes consécutives.
- [0099] Afin de déterminer les causes des baisses d'activité des semaines suspectes détectées lors du premier traitement E4, le temps de travail Ho pour chaque semaine/période

d'activité AP est comparé avec les données de grue D1, D11, D12 associées à ces semaines suspecte lors du second traitement E5, lesquelles ont également été relevées pour chaque semaine/période d'activité AP.

- [0100] Dans le contexte de ce premier exemple applicatif, la donnée de grue D1, D11, D12 considérée correspond au nombre de défauts de levage NG dû à un dysfonctionnement d'un équipement défaillant 31 contribuant au levage de la charge par la grue 2, lequel dysfonctionnement se rapporte à une anomalie interne A1, plus précisément à un défaut matériel A11.
- [0101] Afin de déterminer si le dysfonctionnement de l'équipement défaillant 31 est à l'origine des périodes de baisse d'activité LAP, est tout d'abord calculée, pour l'au moins une semaine suspecte comprise dans une période de baisse d'activité, une valeur moyenne, dite valeur moyenne de défaut de levage NG, entre le nombre de défauts de levage NG relevé pour l'au moins une semaine suspecte et celui de la semaine précédant l'au moins une semaine suspecte.
- [0102] Une valeur médiane du nombre de défaut de levage NG est ensuite calculée sur l'ensemble des périodes d'activité AP, soit entre janvier 2019 et juillet 2020.
- [0103] Un critère de décision est alors appliqué tel que le dysfonctionnement de l'équipement défaillant 31 est une des causes à l'origine d'une période de baisse d'activité LAP de la grue lorsque : la valeur moyenne de défaut de levage NG de ladite période de baisse d'activité LAP est supérieure à la valeur médiane du nombre de défaut de levage NG.
- [0104] Après application de ce critère de décision, le procédé de diagnostic 1 conclut que le dysfonctionnement de l'équipement défaillant 31 est en partie à l'origine de la baisse d'activité observée pour une semaine suspecte entre octobre 2019 et janvier 2020 (pour rappel, une baisse d'activité d'une période de baisse d'activité LAP peut avoir une unique ou plusieurs origines).
- [0105] En référence à la [Fig.4], dans le contexte du second exemple applicatif, l'évolution du temps de travail de la grue sur la période d'activité est comparée à un seuil d'activité fixe qui est égal à 27 heures.
- [0106] Une période de baisse d'activité LAP est détectée lorsque le temps de travail  $H_o$  devient inférieur au seuil d'activité fixe.
- [0107] Quatre périodes de baisse d'activité sont alors identifiées :
- une première période de baisse d'activité LAP entre avril 2019 et juillet 2019,
  - une seconde période de baisse d'activité LAP entre juillet 2019 et octobre 2019,
  - une troisième période de baisse d'activité LAP entre octobre 2019 et janvier 2020,
- et
- une quatrième période de baisse d'activité LAP entre janvier 2020 et avril 2020.
- [0108] La donnée de grue D1, D11, D12 considérée lors du second traitement E5 pour ce

second exemple applicatif correspond là encore au nombre de défauts de levage NG dû à un dysfonctionnement d'un équipement défaillant 31.

- [0109] Afin de déterminer si le dysfonctionnement de l'équipement défaillant 31 est à l'origine des baisses d'activité des quatre périodes d'activités, le critère suivant est appliqué : si le nombre de défauts de levage NG est non nul durant une période de baisse d'activité LAP, alors le dysfonctionnement de l'équipement explique en partie la baisse d'activité observée durant cette période de baisse d'activité LAP.
- [0110] Dans ce second exemple applicatif, le procédé de diagnostic 1 conclut que le dysfonctionnement de l'équipement défaillant 31 est une cause à l'origine de la baisse d'activité des première et troisième périodes de baisse d'activité LAP. En effet, deux (respectivement six) défauts de levage NG sont concomitants avec la première (respectivement la troisième) période de baisse d'activité LAP.
- [0111] En revanche, aucun défaut de levage NG n'a été observé au cours des seconde et quatrième périodes de baisse d'activité LAP, signifiant que le dysfonctionnement de l'équipement défaillant 31 n'est pas une cause à l'origine de celles-ci. Ainsi, le procédé de diagnostic 1 doit mettre en relation d'autres données de grue D1, D11, D12 et/ou les données environnementales D2 avec le temps de travail Ho des seconde et quatrième périodes de baisse d'activité LAP pour déterminer les causes les expliquant.
- [0112] Dans un mode de réalisation de l'invention, l'opérateur peut renseigner/définir au moyen du système d'analyse distant 6 des périodes d'activité AP spécifiques pour lesquelles des baisses d'activité sont prévues et connues des gestionnaires, par exemple les périodes de vacance scolaire. Si suite à l'application du premier traitement E4 est identifiée une période de baisse d'activité LAP qui coïncide avec une période d'activité AP spécifique, alors le procédé de diagnostic 1 ne la considère pas comme une période de baisse d'activité LAP mais comme une période d'activité AP normale.
- [0113] Dans un premier mode de réalisation de l'invention, le procédé de diagnostic 1 met en œuvre, parallèlement aux traitements E4, E5 des données D1, D11, D12, DW pour chaque période d'activité AP, un affichage d'un déroulement desdits traitements E4, E5 sur un écran intégré au système d'analyse distant 6 ou bien raccordé à celui-ci.
- [0114] Dans un second mode de réalisation de l'invention, de nouvelles sous-catégories d'anomalie peuvent être ajoutée aux anomalies A1, A2, A3, A4 prédéfinies et à toute nouvelle anomalie. La création d'une nouvelle sous-catégorie d'anomalie requiert aussi de définir au moins un critère de décision doit être défini afin qu'elle soit identifiée par le procédé de diagnostic lors du second traitement E5.
- [0115] Dans un troisième mode de réalisation de l'invention, il est envisageable que la définition d'une nouvelle anomalie nécessite une évolution du format utilisé pour le nettoyage et la structuration des données D1, D11, D12, DW, D2, dans le cas où la nouvelle anomalie est déterminée à partir de données présentant un format non ac-

tuellement pris en compte par le procédé de diagnostic 1 lors de l'étape de mise en forme des données E2.

- [0116] Dans un quatrième mode de réalisation de l'invention, l'ajout d'une nouvelle anomalie ou d'une nouvelle sous-catégorie d'anomalie est réalisée par l'opérateur lui-même à partir du système d'analyse distant 6.
- [0117] Dans un cinquième mode de réalisation de l'invention, l'ajout d'une nouvelle anomalie ou d'une nouvelle sous-catégorie d'anomalie est réalisé par les concepteurs du procédé de diagnostic 1 sur la base d'un retour d'expérience client ; les ajouts d'anomalie ou de sous-catégorie d'anomalie s'inscrivant alors dans une démarche de développement agile pour une amélioration en continu du procédé de diagnostic 1. Il est envisageable que les nouvelles définitions d'anomalie ou de sous-catégories d'anomalie soient contenues dans des mises à jour du procédé de diagnostic 1 disponibles en téléchargement et pouvant être téléchargées depuis le système d'analyse distant 6.
- [0118] Une fois le second traitement E5 terminé, le système d'analyse distant 6 met en œuvre une génération E6 et/ou un affichage E7 d'un rapport d'analyse relatif à la ou les périodes d'activités AP considérées. Ce rapport d'analyse indique notamment les périodes de baisse d'activité LAP identifiées ainsi que les anomalies A1, A2, A3, A4 et les sous-catégories d'anomalie A11, A12, A13, A21, A22, A31, A32, A41, A42 les expliquant.
- [0119] Dans un premier mode de réalisation, le rapport d'analyse peut prendre la forme d'un fichier édité dans un format donné et comprenant un détail complet des traitements et des calculs effectués sur les données D1, D11, D12, DW, D2 associées à une ou plusieurs périodes d'activité AP, et qui ont conduit le procédé de diagnostic 1 à identifier parmi elles une ou plusieurs périodes de baisse d'activité LAP et les anomalies A1, A2, A3, A4 et sous-catégories d'anomalie A11, A12, A13, A21, A22, A31, A32, A41, A42 les expliquant.
- [0120] Dans un second mode de réalisation, le rapport d'analyse peut se présenter sous la forme d'une représentation visuelle, comme un graphique 100 par exemple, de sorte à être rapidement et facilement interprétable et compréhensible par l'opérateur du système distant 6, surtout s'il n'est pas expert en analyse de données. Il est envisageable par exemple que soit affiché sur l'écran un ou plusieurs graphiques 100 associés respectivement à une ou plusieurs périodes de baisse d'activité LAP identifiées parmi plusieurs périodes d'activité AP, avec pour chaque graphique 100 une représentation visuelle de l'au moins un type d'anomalie A1, A2, A3, A4 et l'au moins une sous-catégorie d'anomalie A11, A12, A13, A21, A22, A31, A32, A41, A42 identifiés, par exemple : une couleur, du texte donnant le nom de l'anomalie et associé à une couleur, etc.

- [0121] Par exemple, en référence à la [Fig.4] est illustré un graphique 100 hiérarchique dit graphique en rayon de soleil pour une période de baisse d'activité LAP, avec : l'anneau intérieur IR segmenté en plusieurs morceaux d'anneau intérieurs IRP correspondant aux anomalies A1, A2, A3, A4 ; et l'anneau extérieur OR segmenté en plusieurs morceaux d'anneau extérieurs ORP correspondant aux sous-catégories d'anomalie A11, A12, A13, A21, A22, A31, A32, A41, A42. Les surfaces de chaque morceaux d'anneau intérieurs IRP (respectivement de chaque morceau d'anneau extérieur ORP) sont représentatives de l'occurrence de l'anomalie A1, A2, A3, A4 (respectivement de la sous-catégorie d'anomalie A11, A12, A13, A21, A22, A31, A32, A41, A42) au cours de la période de baisse d'activité LAP.
- [0122] Ainsi, si au cours d'une période de baisse d'activité LAP une anomalie A1, A2, A3, A4 ou une sous-catégorie d'anomalie A11, A12, A13, A21, A22, A31, A32, A41, A42 n'a pas été identifiée, elle ne figurera pas sur le graphique et les surfaces des morceaux d'anneau intérieurs IRP et des morceaux d'anneau extérieurs ORP s'adapteront en conséquence (puisque traduisant une occurrence d'anomalie A1, A2, A3, A4 ou de sous-catégorie d'anomalie A11, A12, A13, A21, A22, A31, A32, A41, A42).
- [0123] Dans l'exemple donné [Fig.4]-b sont identifiées pour une première période de baisse d'activité LAP l'ensemble des anomalies A1, A2, A3, A4 et des sous-catégories d'anomalie A11, A12, A13, A21, A22, A31, A32, A41, A42, avec une large part de la baisse de productivité de la grue 2 pouvant s'expliquer un manque d'activité de celle-ci ou des manques organisationnels concernant le chantier de construction (près de 50% de la baisse d'activité de la grue est due à une anomalie organisationnelle A4).
- [0124] Dans l'exemple donné [Fig.4]-c sont identifiées pour une seconde période de baisse d'activité LAP des anomalies internes A1, des anomalies d'utilisation A2 et des anomalies organisationnelle A4. Comparativement à la première période de baisse d'activité LAP, il n'y a pas eu durant celle-ci d'anomalie climatique A3. Egalement, les anomalies internes A3 sont uniquement dues à des défauts logiciel A12 et de communication A13. Il ressort de l'analyse de cette seconde période d'activité que la baisse d'activité de la grue 2 est majoritairement due à des anomalies d'utilisation A2 (notamment des anomalies de pilotage A22) et organisationnelles A4.
- [0125] Dans un mode de réalisation de l'invention, il est envisageable que l'opérateur puisse interagir avec le graphique 100 affiché à l'écran. Par exemple, lorsqu'il clique avec une souris de bureau sur une surface d'un morceau d'anneau intérieur TRP ou extérieur ORP, une nouvelle fenêtre s'affiche à l'écran et contient l'ensemble des calculs et traitements relatifs à l'anomalie A1, A2, A3, A4 ou la sous-catégorie d'anomalie A11, A12, A13, A21, A22, A31, A32, A41, A42 associée à cette surface.

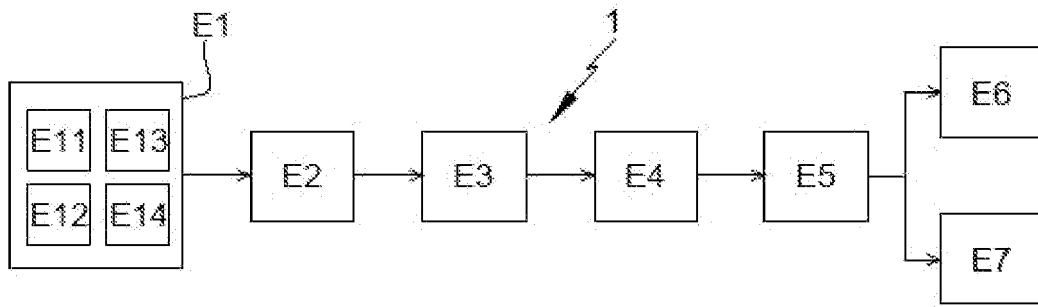
## Revendications

- [Revendication 1] Procédé de diagnostic (1) d'une activité d'une grue (2) pour une détection et une classification d'une période de baisse d'activité (LAP) de ladite grue (2) dans un chantier de construction parmi plusieurs périodes d'activité (AP), ledit procédé de diagnostic (1) mettant en œuvre au moins les étapes suivantes :
- détection (E11) de données de grue (D1, D11, D12, DW) issues d'équipements (3, 31) de la grue, et comprenant au moins des données de travail (DW) représentatives d'un travail de la grue (2) mettant en œuvre au moins une manœuvre d'au moins un élément structurel de la grue (2) ;
  - détection (E12) de données environnementales (D2) représentatives d'un environnement du chantier de construction ;
  - historisation (E3) par période d'activité (AP) des données de grue (D1, D11, D12, DW) et des données environnementales (D2) dans une base de données distante (4) ;
  - pour chaque période d'activité (AP), traitement (E4) des données de travail (DW) pour calculer un temps de travail (Ho) de la grue (2) durant la période d'activité (AP), et comparaison dudit temps de travail (Ho) avec au moins un seuil d'activité pour déterminer si ladite période d'activité (AP) est une période de baisse d'activité (LAP) ou non ;
  - pour chaque période de baisse d'activité (LAP), traitement (E5) des données de grue (D1, D11, D12, DW) et des données environnementales (D2) associées au moins à ladite période de baisse d'activité (LAP) pour identifier au moins une anomalie (A1, A2, A3, A4) du chantier de construction ou de la grue (2), laquelle anomalie (A1, A2, A3, A4) étant associée ladite période de baisse d'activité (LAP).
- [Revendication 2] Procédé de diagnostic (1) selon la revendication 1, dans lequel l'au moins une anomalie (A1, A2, A3, A4) comprend au moins une anomalie interne (A1) de la grue (2) traduisant une défaillance technique de la grue (2) et identifiée à partir des données de grue (D1, D11, D12, DW).
- [Revendication 3] Procédé de diagnostic (1) selon la revendication 2, dans lequel l'au moins une anomalie interne (A1) comprend au moins un défaut matériel (A11), logiciel (A12) ou de communication (A13) de l'un des équipements (31) appelé équipement défaillant (31), identifié à partir des données de grue (D1, D11) issues dudit équipement défaillant (31).
- [Revendication 4] Procédé de diagnostic (1) selon l'une quelconque des revendications

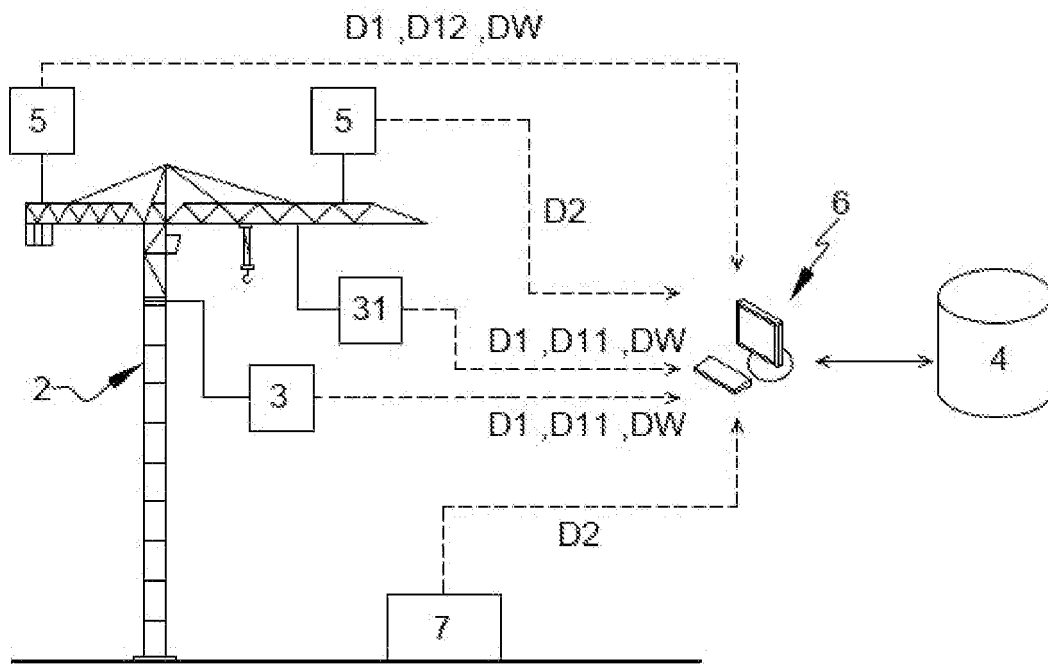
- précédentes, dans lequel l'au moins une anomalie (A1, A2, A3, A4) comprend au moins une anomalie d'utilisation (A2) traduisant une utilisation non conforme de la grue et identifiée à partir des données de grue (D1, D11, D12, DW).
- [Revendication 5] Procédé de diagnostic (1) selon la revendication 4, dans lequel l'au moins une anomalie d'utilisation (A2) comprend au moins une anomalie de montage (A21) traduisant un montage et/ou un réglage d'équipement non conforme ou non adapté au chantier de construction, et identifiée à partir de données de capteur (D12) choisies parmi les données de grue (D1, D11, D12, DW) et issues d'au moins un capteur (5) de la grue (2).
- [Revendication 6] Procédé de diagnostic (1) selon la revendication 4 ou 5, dans lequel l'au moins une anomalie d'utilisation (A2) comprend au moins une anomalie de pilotage (A22) traduisant un pilotage non conforme de la grue (2) par un grutier lors de manœuvres, et identifiée à partir des données de travail (DW), comme par exemple une donnée de vitesse d'au moins un élément structurel de la grue (2) ou une donnée de surcharge.
- [Revendication 7] Procédé de diagnostic (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'au moins une anomalie (A1, A2, A3, A4) comprend au moins une anomalie climatique (A3) traduisant une condition climatique extrême et identifiée à partir de données climatiques choisies parmi les données environnementales (D2).
- [Revendication 8] Procédé de diagnostic (1) selon la revendication 7, dans lequel les données climatiques comprennent l'une au moins des données suivantes : des données de température, des données de vitesse de vent et des données hygrométriques.
- [Revendication 9] Procédé de diagnostic (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'au moins une anomalie (A1, A2, A3, A4) comprend au moins une anomalie organisationnelle (A4) traduisant une faible rentabilité de l'utilisation de la grue et identifiée à partir des données de grue (D1, D11, D12, DW).
- [Revendication 10] Procédé de diagnostic (1) selon la revendication 9, dans lequel l'au moins une anomalie organisationnelle (A4) est identifiée à partir de l'une au moins des données suivantes parmi les données de grue (D1, D11, D12, DW) : des données représentatives d'une présence ou d'une activité du grutier dans la grue (2), des données de comptage de manœuvres, des données représentatives d'un arrêt commandé par un système anticollision, des données de comptage de cycles de levage de charge, des données représentatives de temps de pause entre deux

- manœuvres, des données représentatives de types de manœuvre, des données représentatives d'un type de grue (2).
- [Revendication 11] Procédé de diagnostic (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un système d'analyse distant (6), en communication avec ou comprenant la base de données distante (4), met en œuvre le traitement (E4, E5) des données de travail (DW), des données de grue (D1, D11, D12, DW) et des données environnementales (D2) pour déterminer si chaque période d'activité (AP) est une période de baisse d'activité (LAP) ou non et pour associer à chaque période de baisse d'activité (LAP) l'au moins une anomalie (A1, A2, A3, A4) correspondante.
- [Revendication 12] Procédé de diagnostic (1) selon la revendication 11, dans lequel le système d'analyse distant (6) structure les données de grue (D1, D11, D12, DW) et les données environnementales (D2) dans un même format prédéfini.
- [Revendication 13] Procédé de diagnostic (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le procédé de diagnostic (1) met en œuvre, postérieurement au traitement (E4, E5) des données de grue (D1, D11, D12, DW) et des données environnementales (D2) de chaque période de baisse d'activité (AP), une génération (E6) et/ou un affichage (E7) d'un rapport d'analyse comprenant, pour la ou chaque période de baisse d'activité (LAP), une information spécifique à l'au moins une anomalie (A1, A2, A3, A4) identifiée.
- [Revendication 14] Procédé de diagnostic (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, pour chaque période d'activité (AP), le seuil d'activité pour ladite période d'activité (AP) correspond à une valeur moyenne des temps de travail (Ho) de plusieurs périodes d'activité (AP) antérieures et/ou postérieures à ladite période d'activité (AP).

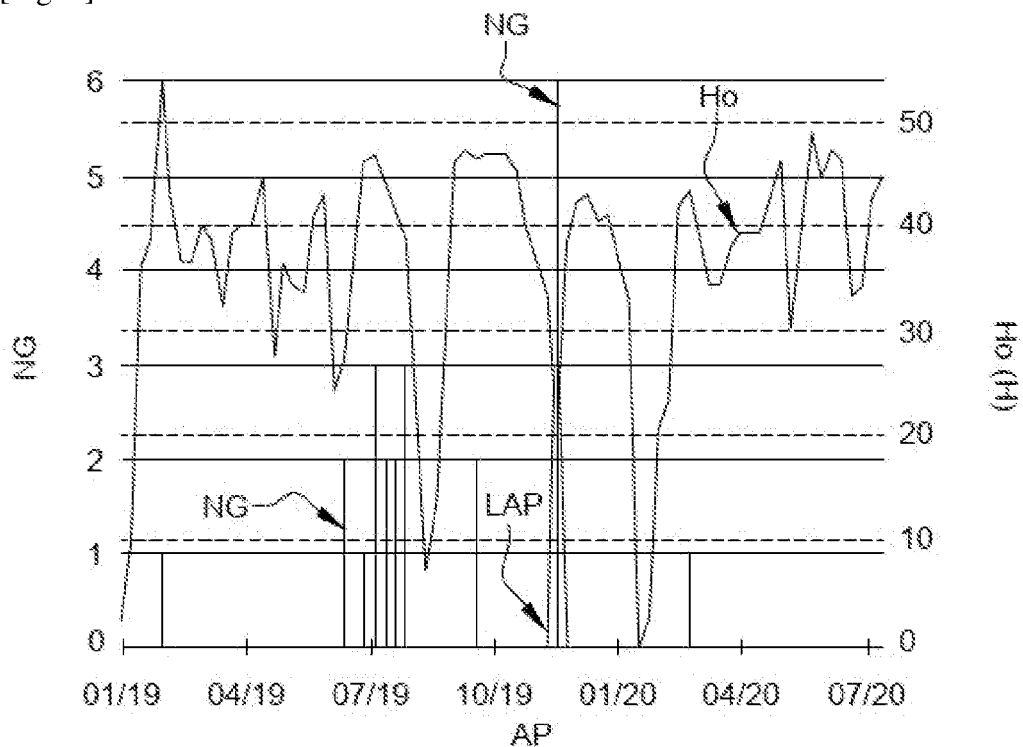
[Fig. 1]



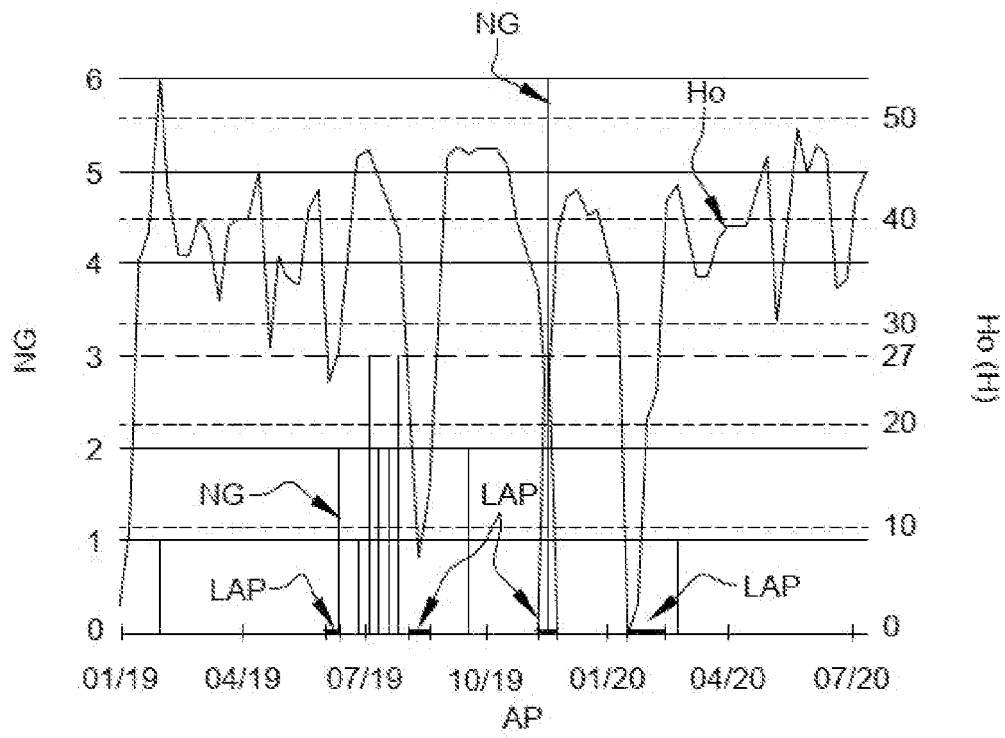
[Fig. 2]



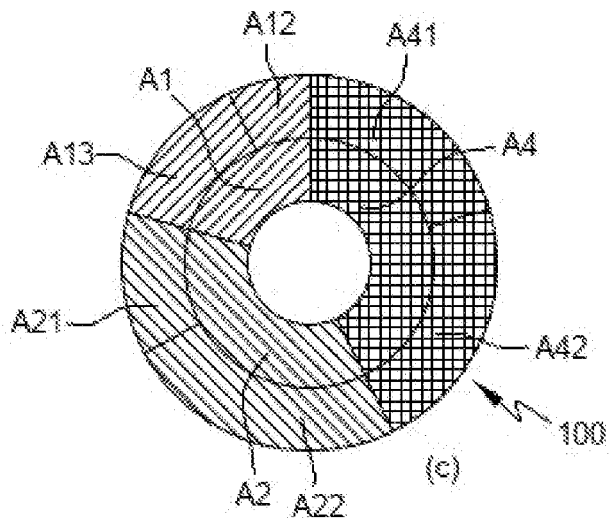
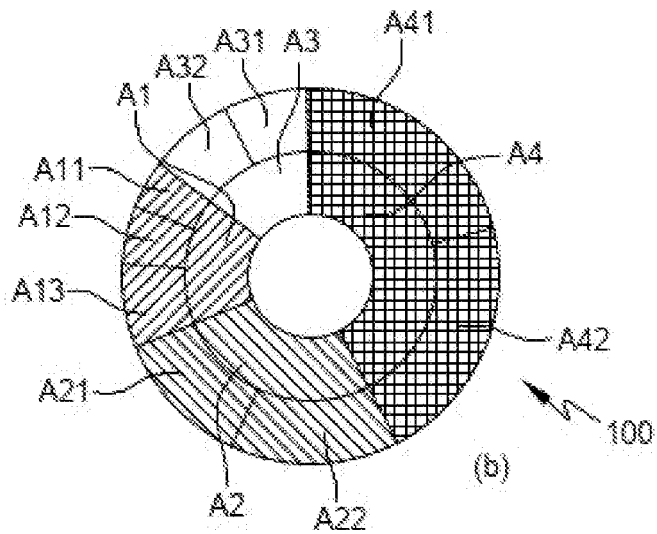
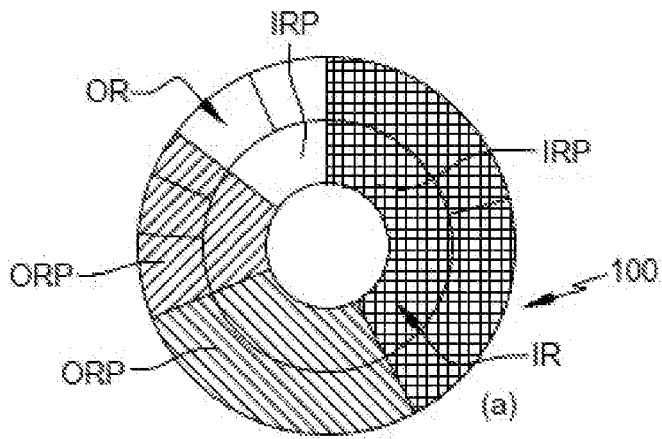
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

US 2009/055039 A1 (POLLOCK MICHAEL [US] ET  
AL) 26 février 2009 (2009-02-26)

US 2018/018641 A1 (JUSSEL PATRICK [AT] ET  
AL) 18 janvier 2018 (2018-01-18)

US 2015/375971 A1 (HENKEL JOACHIM [DE] ET  
AL) 31 décembre 2015 (2015-12-31)

CN 108 190 745 A (SHANGHAI EAST CONTAINER  
TERMINAL CO LTD) 22 juin 2018 (2018-06-22)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT