

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 02.05.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 03.11.23 Bulletin 23/44.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : POCLAIN HYDRAULICS INDUSTRIE
Société par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : HEREN Jean.

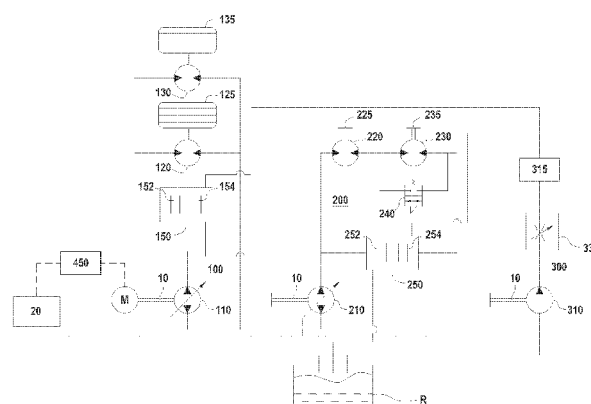
73 Titulaire(s) : POCLAIN HYDRAULICS INDUSTRIE
Société par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

54 Système hydraulique amélioré pour la génération de vibrations.

57 Système pour l'entraînement d'un compacteur, comprenant une pompe primaire (110) à cylindrée variable, une pompe secondaire (210) à cylindrée variable, un moteur (M) électrique, adapté pour entraîner conjointement en rotation la pompe primaire (110) et la pompe secondaire (210), un contrôleur (20), adapté pour piloter le moteur primaire (M) de manière à fournir un couple suffisant pour entraîner la pompe primaire (110) et la pompe secondaire (210).

Figure pour l'abrégé : Fig. 2.



Description

Titre de l'invention : Système hydraulique amélioré pour la génération de vibrations.

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un circuit hydraulique pour un compacteur électrique.

Technique antérieure

[0002] La génération de vibration dans un engin ou un appareil tel qu'un compacteur électrique répond à des contraintes spécifiques, qui conduisent à réaliser des circuits dédiés.

[0003] Les circuits conventionnels pour la génération de vibration emploient communément une pompe hydraulique alimentant un ou plusieurs moteurs hydrauliques pour l'entraînement d'une ou plusieurs masses rotatives excentrées formant un balourd, via un sélecteur du type tout ou rien.

[0004] Il est important d'obtenir un lancement rapide, et un arrêt rapide des masses vibrantes pour que le nombre de cycles par unité de longueur parcourue soit le plus constant possible sur une longueur de travail du compacteur, afin de ne pas déformer la surface à compacter. Il est également important d'atteindre les fréquences de travail, pour lesquelles la machine est conçue, en particulier concernant les masses des sous-ensembles soumis à vibration et les raideurs des éléments d'assemblage, afin d'éviter les phénomènes de résonnances non souhaitées des structures de la machine.

[0005] Les circuits conventionnels présentent des structures complexes mettant en œuvre une multitude de composants, ce qui est pénalisant en termes de coût, de masse, d'encombrement, d'économie d'énergie et d'autonomie.

[0006] La présente invention vise ainsi à répondre au moins partiellement à ces problématiques.

Exposé de l'invention

[0007] La présente invention propose ainsi un système pour l'entraînement d'un compacteur, comprenant :

- une pompe primaire, adaptée pour alimenter un circuit hydraulique primaire,
 - une pompe secondaire, adaptée pour alimenter un circuit hydraulique secondaire,
 - un moteur électrique, adapté pour entraîner conjointement en rotation la pompe primaire et la pompe secondaire,
- dans lequel

la pompe primaire et la pompe secondaire sont des pompes hydrauliques à cylindrée variable,

le circuit hydraulique primaire est adapté pour réaliser une mise en rotation d'organes de déplacement du compacteur, lesdits organes de déplacement comprenant au moins un rouleau, la pompe primaire étant une pompe hydraulique à cylindrée variable, le circuit hydraulique secondaire est adapté pour réaliser une mise en rotation d'éléments vibrants adaptés pour générer des vibrations, la pompe secondaire étant une pompe hydraulique à cylindrée variable, le système comprend un contrôleur, adapté pour piloter le moteur primaire de manière à fournir un couple suffisant pour entraîner la pompe primaire et la pompe secondaire.

[0008] Selon un exemple, le circuit hydraulique primaire est un circuit en boucle fermée, le circuit hydraulique secondaire est un circuit en boucle fermée.

[0009] Selon un exemple, le circuit hydraulique secondaire comprend un organe de décharge taré, adapté pour réaliser une décharge de pression depuis une conduite du circuit hydraulique secondaire vers une conduite du circuit hydraulique secondaire ayant une pression plus faible ou vers un réservoir, ledit organe de tarage étant passant lorsque la pression est supérieure ou égale à une pression de tarage,

et dans lequel le contrôleur est configuré de manière à piloter le moteur primaire et la pompe secondaire de manière à ce que la pression dans le circuit secondaire demeure inférieure à la pression de tarage.

[0010] Selon un exemple, le contrôleur est configuré de manière à piloter le moteur primaire et la pompe secondaire de manière à ce que la pression dans le circuit secondaire demeure inférieure à la pression de tarage tout en maintenant une vitesse de déplacement constante du compacteur.

[0011] Selon un exemple, le contrôleur est configuré de manière à piloter le moteur primaire, la pompe primaire et la pompe secondaire de manière à ce que les éléments vibrants soient entraînés dans un même sens de rotation que les organes de déplacement.

[0012] Selon un exemple, le contrôleur est configuré de manière à piloter la vitesse de rotation du moteur primaire, la cylindrée de la pompe primaire et la cylindrée de la pompe secondaire.

[0013] Selon un exemple, le système comprend en outre une pompe de gavage adaptée pour alimenter un circuit de gavage, le moteur primaire étant adapté pour entraîner en rotation la pompe de gavage conjointement avec la pompe primaire et la pompe secondaire.

[0014] Le système peut alors comprendre un organe de freinage disposé à un refoulement de la pompe de gavage, l'organe de freinage étant adapté pour être passant ou pour définir une restriction au refoulement de la pompe de gavage, de manière à générer un couple résistant sur un arbre du moteur primaire entraînant en rotation la pompe de gavage, la pompe primaire et la pompe secondaire.

- [0015] Selon un exemple, l'organe de freinage est un limiteur de débit présentant un réglage fixe définissant un débit au-delà duquel il est passant, ledit réglage étant établi à une valeur supérieure à une valeur de pression correspondant à un fonctionnement nominal du système.
- [0016] La présente invention concerne également un procédé de pilotage d'un système comprenant
- un circuit hydraulique primaire adapté pour entraîner en rotation des organes de déplacement d'un compacteur comprenant au moins un rouleau, ledit circuit hydraulique primaire comprenant une pompe primaire hydraulique à cylindrée variable,
 - un circuit hydraulique secondaire adapté pour entraîner en rotation des éléments vibrants pour générer des vibrations, ledit circuit hydraulique secondaire comprenant une pompe secondaire hydraulique à cylindrée variable,
 - un moteur primaire électrique, adapté pour entraîner conjointement en rotation la pompe primaire et la pompe secondaire,
- ledit procédé étant caractérisé en ce qu'on pilote le moteur primaire de manière à fournir un couple suffisant pour entraîner conjointement en rotation la pompe primaire et la pompe secondaire.
- [0017] Selon un exemple, on pilote la vitesse de rotation du moteur primaire, la cylindrée de la pompe primaire et la cylindrée de la pompe secondaire.
- [0018] Selon un exemple, on pilote le moteur primaire de manière à ce que la pression dans le circuit hydraulique secondaire demeure inférieure à une pression de tarage d'un organe de décharge, ledit organe de décharge étant adapté pour être passant et réaliser une fuite de débit lorsque la pression dans le circuit hydraulique secondaire est supérieure à ladite pression de tarage.
- [0019] Selon un exemple, le moteur primaire est également piloté de manière à entraîner en rotation une pompe de gavage d'un circuit de gavage conjointement à la pompe primaire et à la pompe secondaire.
- [0020] Selon un exemple, on fournit un organe de freinage au refoulement de la pompe de gavage, de manière à sélectivement générer un couple résistant sur le moteur primaire.
- [0021] Selon un exemple, l'organe de freinage est un limiteur de débit présentant un réglage fixe définissant un débit au-delà duquel il est passant, et dans lequel on établit ledit réglage à une valeur supérieure à une valeur de pression correspondant à un fonctionnement nominal du système.

Brève description des dessins

- [0022] L'invention et ses avantages seront mieux compris à la lecture de la description détaillée faite ci-après de différents modes de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs.

- [0023] [Fig.1] La [Fig.1] est une représentation schématique d'un système selon un aspect de l'invention.
- [0024] [Fig.2] La [Fig.2] est une représentation plus détaillée de la [Fig.1].
- [0025] [Fig.3] La [Fig.3] est un graphe qui représente l'évolution de paramètres du circuit au cours de son utilisation.
- [0026] Sur l'ensemble des figures, les éléments en commun sont repérés par des références numériques identiques.

Description des modes de réalisation

- [0027] On représente sur les figures un exemple de système selon un aspect de l'invention.
- [0028] On illustre schématiquement sur les figures 1 et 2 deux représentations d'un système selon un aspect de l'invention.
- [0029] Le système tel que représenté comprend un circuit de traction ou circuit primaire 100, un circuit de vibration ou circuit secondaire 200 et un circuit de gavage 300 optionnel.
- [0030] Le circuit primaire 100 comprend une pompe primaire 110 adaptée pour alimenter un ou plusieurs moteurs hydrauliques adaptés pour entraîner en rotation des organes de déplacement d'un compacteur. La pompe primaire 110 est une pompe hydraulique à cylindrée variable. Dans l'exemple illustré sur la [Fig.2], la pompe hydraulique 110 est reliée à deux moteurs hydrauliques 120 et 130 adaptés pour entraîner en rotation des organes de déplacement d'un véhicule ou engin, respectivement 125 et 135, par exemple des billes ou rouleaux. La nature des organes de déplacement varie selon la nature de l'engin, notamment s'il s'agit d'un compacteur simple, donc avec un rouleau unique et un essieu muni de roues, ou d'un compacteur tandem avec deux rouleaux. Le circuit primaire 100 tel que représenté est un circuit hydraulique en boucle fermée.
- [0031] Le circuit secondaire 200 comprend une pompe secondaire 210 reliée à deux moteurs hydrauliques 220 et 230 adaptés pour entraîner en rotation des éléments adaptés pour générer des vibrations, par exemple des masses excentrées. La pompe secondaire 210 est une pompe hydraulique à cylindrée variable.
- [0032] Dans l'exemple illustré, le circuit secondaire 200 comprend ainsi deux moteurs hydrauliques 220 et 230 adaptés pour entraîner en rotation deux éléments vibrants, respectivement 225 et 235, ce qui correspond typiquement à un compacteur tandem comprenant deux rouleaux. On comprend que dans le cas d'un compacteur comprenant un unique rouleau, le circuit secondaire 200 peut alors ne comprendre qu'un unique moteur hydraulique entraînant en rotation un unique élément vibrant.
- [0033] Dans l'exemple illustré, une valve de bypass 240 est montée en parallèle du moteur hydraulique 230, ce qui permet ainsi d'activer soit les deux moteurs hydrauliques 220 et 230, soit uniquement le moteur hydraulique 220. La valve de bypass 240 est ty-

piquement une valve à commande électrique.

[0034] Le circuit secondaire 200 tel qu'illustré est un circuit hydraulique en boucle fermée.

[0035] Le système comprend un moteur primaire M électrique. Le moteur primaire M présente un arbre d'entraînement 10 adapté pour entraîner conjointement en rotation la pompe primaire 110 et la pompe secondaire 210. Les deux pompes 110 et 210 sont par exemple couplées à un même arbre 10 du moteur primaire M. Sur les figures, pour la clarté des dessins, l'arbre 10 est représenté partiellement, c'est-à-dire de manière interrompue sur sa longueur.

[0036] La pompe primaire 110 peut par exemple être une pompe à arbre traversant de manière à permettre de coupler la pompe secondaire 210. D'une manière alternative, chaque pompe contient une portion d'arbre et un attachement entre la pompe primaire 110 et la pompe secondaire 210, par exemple un emboîtement concentrique des arbres, avec des cannelures, ou bien un accouplement plan, ou bien un joint de cardan ou de Oldham. De manière alternative, le moteur primaire M peut être associé à la pompe primaire 110 et à la pompe secondaire 210 via un montage en parallèle, par exemple avec une liaison par courroies, par chaîne ou par engrenage qui permet de réaliser un entraînement conjoint par le moteur primaire M.

[0037] Ainsi, en fonctionnement, le moteur primaire M va entraîner en rotation à la fois la pompe primaire 110 et la pompe secondaire 210, de manière à permettre à ces deux pompes hydrauliques de délivrer un débit pour alimenter respectivement le circuit primaire 100 et le circuit secondaire 200.

[0038] Le système tel que proposé comprend également un contrôleur 20, typiquement un calculateur ou une unité de commande électronique communément désignée sous l'acronyme en langue anglaise ECU.

[0039] Le contrôleur 20 est adapté pour piloter le moteur primaire M de manière à fournir un couple suffisant pour entraîner la pompe primaire et la pompe secondaire de manière à atteindre des performances souhaitées en termes de vitesse de déplacement et de vibration. Généralement, on pilote le moteur primaire M électrique de manière à fournir un couple suffisant pour entraîner conjointement en rotation la pompe primaire et la pompe secondaire. Pour cela, le contrôleur 20 fait la somme des besoins de cylindrée et de vitesse de la pompe primaire 110 et de la pompe secondaire 210. Par exemple, en connaissant les besoins de vitesse des moteurs 120, 130, 220 et 230, donc les besoins de débit dans les circuits primaires 100 et secondaire 200, le contrôleur 20 détermine la cylindrée des pompes primaires 110 et secondaires 210 et la vitesse du moteur M. De cette manière il pilote le moteur M pour fournir une puissance égale à la somme des puissances nécessaires pour les circuits primaires 100 et secondaire 200.

[0040] Le pilotage réalisé par le contrôleur 20 est typiquement réalisé en fonction d'informations et de consignes appliquées par un utilisateur, notamment la vitesse de

déplacement souhaitée et la fréquence de vibration souhaitée.

- [0041] Un tel système est notamment avantageux en termes de coût, de volume et de poids par rapport à des systèmes qui nécessitent un moteur distinct pour l'entraînement de chaque pompe. En utilisant un seul moteur électrique, pour au moins deux pompes ayant des besoins d'entraînement différents, il permet de diminuer le coût en diminuant le nombre de moteurs électriques et de leur pilotage, ainsi qu'il permet un montage très compact si les pompes sont accouplées au plus près.
- [0042] En fonctionnement, le moteur primaire M entraîne en rotation la pompe primaire 110 et la pompe secondaire 210. La modulation de la cylindrée des pompes hydrauliques 110 et 210, typiquement par le contrôleur 20, permet de faire varier le débit délivré dans le circuit primaire 100 et dans le circuit secondaire 200. En variante, la pompe primaire 110 est une pompe à commande manuelle. Un capteur de cylindrée fournit alors une valeur de cylindrée au contrôleur 20 de manière à ce qu'il pilote la pompe secondaire 210 en fonction notamment de la cylindrée et du sens de rotation de la pompe primaire 110. En variante, une loi de commande de la pompe secondaire 210 permet de connaître de manière suffisamment précise la cylindrée obtenue en fonction de la consigne appliquée à la commande de la pompe secondaire 210. On peut alors par exemple employer un capteur de position sur un levier de commande actionné par l'utilisateur pour déterminer la cylindrée. On peut également employer une commande électrique proportionnelle, avec les entrées de commande de pompe communiquée au contrôleur 20. Le circuit secondaire 200 peut par exemple être actionné au-delà d'une valeur seuil de vitesse de déplacement des organes de déplacement.
- [0043] Le système comprend typiquement un circuit de gavage 300. Le circuit de gavage 300 tel que représenté sur les figures comprend une pompe de gavage 310 adaptée pour délivrer un débit de gavage.
- [0044] De manière optionnelle, la pompe de gavage 310 peut être couplée à l'arbre 10 du moteur primaire M ou via des courroies, une chaîne ou des engrenages de manière à être entraînée en rotation conjointement avec la pompe primaire 110 et la pompe secondaire 210, de la même manière que l'entraînement entre la pompe primaire 100 et la pompe secondaire 210, ou bien la pompe de gavage 310 peut être entraînée en rotation par une autre source, par exemple par un autre moteur.
- [0045] Le circuit de gavage 300 comprend typiquement des éléments adaptés notamment pour prélever une pression de pilotage permettant le pilotage de différents organes hydrauliques, et de manière à définir une pression de gavage. On désigne généralement ces éléments par la référence numérique 315, le détail de ces éléments n'étant pas l'objet de l'invention.
- [0046] Le circuit de gavage 300 est relié au circuit primaire 100 et au circuit secondaire 200 via des blocs de sécurité, respectivement 150 et 250.

- [0047] Chaque bloc de sécurité 150 et 250 réalise une fonction de protection contre les surpressions et de gavage du circuit hydraulique associé, et optionnellement une fonction de purge du circuit hydraulique associé. On définit ainsi pour le bloc de sécurité 150 un organe de gavage 152 et un organe de décharge 154, et pour le bloc de sécurité 250 un organe de gavage 252 et un organe de décharge 254. Chaque organe de gavage 152 et 252 comprend typiquement un ou plusieurs clapets anti-retour et soupapes tarées formant limiteur de pression adaptés pour réaliser un gavage à l'admission de la pompe hydraulique 110 ou 210 associée, ainsi qu'une protection en surpression.
- [0048] Chaque bloc de sécurité 150 et 250 assure ainsi une pression minimale dans le circuit primaire 100 et le circuit secondaire 200 via les organes de gavage 152 et 252 dès lors que la pompe de gavage 310 est actionnée, et réalise une décharge de pression lorsque la pression dans l'un de ces circuits primaire 100 ou secondaire 200 dépasse une valeur de tarage via les organes de décharge 154 et 254. A titre d'exemple, l'organe de décharge 154 associé au circuit primaire 100 peut être calibré à une pression de l'ordre de 350 bar, et l'organe de décharge 254 associé au circuit secondaire 200 peut être calibré à une pression de l'ordre de 210 bar. Ces pressions dépendent des composants choisis pour chaque circuit, primaire ou secondaire.
- [0049] Chaque organe de décharge 154 et 254 comprend typiquement une soupape ou valve tarée, configurée de manière à réaliser un échappement de fluide dès lors que la pression dans l'une des conduites du circuit associé dépasse la valeur seuil de tarage. Cet échappement de fluide peut par exemple être dirigé depuis une conduite que l'on qualifie de haute pression du circuit vers une conduite que l'on qualifie de basse pression du circuit, ou vers le réservoir R. La valeur de tarage de chaque organe de tarage 154 et 254 est typiquement définie en fonction des pressions admissibles par les différents composants des circuits hydrauliques primaire 100 et secondaire 200, notamment en fonction des pressions maximales admissibles par les moteurs hydrauliques 120, 130, 220 et 230.
- [0050] De manière optionnelle, on peut piloter le moteur primaire M et la pompe secondaire 210, typiquement via le contrôleur 20, de manière à ce que la pression dans le circuit secondaire 200 demeure inférieure à la pression de tarage de l'organe de décharge, que cela soit lors de la mise en service du système, lors de son fonctionnement ou lors de son arrêt.
- [0051] Un tel pilotage permet d'éviter des pertes notamment lors de la mise en service et de l'arrêt du circuit secondaire 200 qui pourraient résulter d'une surpression dans le circuit secondaire et d'un échauffement du fluide dans le circuit secondaire 200.
- [0052] Selon un exemple, le contrôleur 20 pilote la vitesse du moteur M et la cylindrée des pompes primaires 110 et secondaires 210 pour réaliser des accélérations de manière à ne pas dépasser une valeur limite d'accélération. En particulier, le contrôleur 20 peut

gérer une mise en route de l'engin comprenant une accélération de la traction conjointe avec une accélération des éléments vibrants. Il peut également générer le lancement des éléments vibrants à accélération contrôlée, tout en maintenant une vitesse d'avancement constante de l'engin. Pour cela, le contrôleur 20 détermine à chaque instant un point de fonctionnement du moteur primaire M qui permet de fournir la puissance nécessaire, en pression et en débit, pour l'entraînement de la pompe primaire 110 et de la pompe secondaire 210, et éventuellement en tenant compte de l'entraînement de la pompe de gavage. Si nécessaire le moteur primaire M peut être accéléré. Le contrôleur 20 fait évoluer la cylindrée de la pompe primaire 110 et de la pompe secondaire 210 en conséquence, par exemple pour maintenir la vitesse d'avancement constante, et l'accélération de vibration souhaitée. D'une manière générale, le contrôleur 20 peut faire évoluer la vitesse du moteur primaire M et les cylindrées de la pompe primaire 110 et de la pompe secondaire 210 suivant les besoins en pression et en débit de chaque circuit 100, 200, 300.

- [0053] En variante, pour un mode de réalisation simple et économique, la pompe primaire 110 est une pompe hydraulique à commande manuelle. De cette manière, un utilisateur peut régler manuellement la vitesse d'avancement d'un compacteur qui reste constante pendant le travail, c'est-à-dire que le contrôleur 20 règle le régime du moteur primaire M à une valeur fixe, ce qui permet d'obtenir une vitesse d'avancement constante. Le contrôleur 20 fait alors évoluer la cylindrée de la pompe secondaire 210 pour obtenir l'accélération de vibration souhaitée.
- [0054] La [Fig.3] présente plusieurs courbes qui illustrent l'évolution de différents paramètres en fonction d'un tel pilotage qui maintient une pression dans le circuit secondaire 200 inférieure à la pression de tarage de l'organe de décharge 254 via un pilotage de la vitesse de rotation du moteur primaire M et de la cylindrée de la pompe secondaire 210, étant entendu que ces courbes se transposent également pour le pilotage du circuit primaire 100.
- [0055] On représente sur cette figure une évolution de l'accélération A du moteur primaire M en fonction du temps t, une évolution de la vitesse de rotation V du moteur primaire M en fonction du temps t, et une évolution de la pression P au sein du circuit de vibration 200 en fonction du temps t dans la conduite haute pression du circuit de vibration 200.
- [0056] L'instant t1 désigne l'envoi d'une commande de mise en service du circuit de vibration 200. A cet instant, le moteur primaire M est alors mis en rotation pour atteindre une vitesse cible Vc. L'accélération du moteur primaire M est typiquement constante et égale à une valeur maximale admissible d'accélération Amax qui permet de maintenir une pression P dans la conduite haute pression du circuit hydraulique strictement inférieure à la pression de tarage Pt de l'organe de décharge 254. La vitesse

de rotation V du moteur primaire M2 augmente alors de manière régulière, selon une pente constante. Lorsque la vitesse cible V_c est atteinte, l'accélération devient nulle. La vitesse est maintenue à la vitesse cible V_c , et la pression dans le circuit s'établit à une valeur sensiblement constante permettant de maintenir la vitesse de rotation tout en compensant les différentes pertes de charge et frottements.

- [0057] L'instant t_3 désigne l'envoi d'une consigne d'arrêt du circuit de vibration 200. Le système vise alors à amener la vitesse à une valeur nulle le plus vite possible. Le moteur primaire M est donc freiné, avec une décélération constante et égale à une valeur maximale admissible de décélération, par exemple $-A_{max}$. Cette valeur maximale admissible de décélération est dimensionnée de manière à ce que la pression dans la ligne haute pression du circuit de vibration 200 demeure inférieure à la pression de tarage P_t de l'organe de décharge 254. On note ici que la ligne basse pression et la ligne haute pression sont inversées entre la phase d'accélération et la phase de décélération. La vitesse de rotation du moteur primaire M diminue alors de manière régulière, selon une pente constante, jusqu'à son arrêt à l'instant t_4 .
- [0058] De manière optionnelle, le contrôleur 20 peut piloter le moteur M en tenant compte des besoins de puissance et de vitesse de la pompe de gavage 300, en même temps qu'il prend en compte les besoins des pompes primaires 110 et secondaires 210. Par exemple, si pendant certaines phases, le besoin de gavage augmente, par exemple lors des phases d'accélération et de montée en pression, alors le moteur primaire M peut être accéléré pour augmenter le débit de gavage, tout en ajustant la cylindrée des pompes primaires 110 et secondaires 210 pour maintenir les vitesses demandées.
- [0059] De manière optionnelle, contrôleur 20 est configuré de manière à piloter le moteur primaire M, la pompe primaire 110 et la pompe secondaire 210 de manière à ce que les éléments vibrants soient entraînés dans un même sens de rotation que les organes de déplacement. En effet, les éléments vibrants sont souvent portés par un axe de rotation comportant des paliers, qui sont eux-mêmes portés par l'intérieur du rouleau. De cette manière, la vitesse relative des paliers est réduite, ce qui diminue les pertes dans les paliers des masses vibrantes, et l'effort de l'entraînement des masses vibrantes participe à l'entraînement du rouleau du compacteur. Ceci participe à économiser l'énergie et à augmenter l'autonomie de la machine.
- [0060] Dans le cas d'un circuit simplifié avec commande manuelle de la pompe primaire 110, un capteur de sens d'avancement permet au contrôleur 20 de connaître le sens de rotation.
- [0061] On peut ainsi piloter, typiquement via le contrôleur 20, la cylindrée de la pompe primaire 110 et/ou la cylindrée de la pompe secondaire 210.
- [0062] Le système tel que proposé est aussi réversible, et permet de réaliser une fonction de récupération d'énergie lors de l'arrêt du circuit secondaire 200 comme on l'explique

ci-après.

- [0063] De manière avantageuse, moteur primaire M peut présenter un fonctionnement de générateur lors de l'arrêt du circuit secondaire 200. Lorsqu'on souhaite stopper le circuit secondaire 200, le moteur primaire M est contrôlé pour fournir un couple résistant. Les éléments vibrants 225 et 235 vont temporairement continuer à tourner du fait de leur inertie. Ils vont ainsi entraîner en rotation les moteurs hydrauliques 220 et 230 qui vont alors présenter un fonctionnement de pompe hydraulique et générer un débit. Ce débit va alimenter la pompe secondaire 210 qui va alors présenter un fonctionnement de moteur hydraulique et entraîner en rotation l'arbre 10 du moteur primaire M, qui va alors réaliser une fonction de générateur électrique permettant de charger un moyen de stockage de courant 450, par exemple accumulateur électrique tel qu'une batterie. Ainsi, tout ou partie de l'énergie des éléments vibrants est récupérée lors du freinage.
- [0064] De manière optionnelle, le système comprend un organe de freinage 330 disposée à un refoulement de la pompe de gavage 310. L'organe de freinage 330 est typiquement une valve adapté pour être passant ou pour définir une restriction variable au refoulement de la pompe de gavage 310. Ainsi, l'organe de freinage 330 permet de sélectivement générer un couple résistant sur un arbre du moteur entraînant en rotation la pompe de gavage 310, typiquement le moteur primaire M qui entraîne également en rotation la pompe primaire 110 et la pompe secondaire 320 via l'arbre 10. L'organe de freinage 330 est alors typiquement pilotée par le contrôleur 20. L'organe de freinage 330 est typiquement un limiteur de débit ayant un réglage fixe, strictement supérieur à un débit prédéterminé correspondant par exemple à un débit correspondant à une utilisation normale ou nominale du circuit de gavage 300. Ainsi, en cas de dysfonctionnement lors du freinage des éléments vibrants ou des organes de déplacement, l'inertie va tendre à accélérer les machines hydrauliques et le moteur primaire M alors que les cylindrées auront été réduites. Cela va entraîner une augmentation du débit délivré par la pompe de gavage 310 qui va alors engager le limiteur de débit. Ainsi, dans un tel mode de réalisation, le pilotage de l'organe de freinage 330 par le contrôleur n'est pas requis, le seuil de déclenchement étant défini par le dimensionnement de l'organe de freinage 330.
- [0065] L'utilisation d'un tel organe de freinage 330 permet notamment d'appliquer un couple de freinage, et ainsi de réaliser une fonction de dissipation de l'énergie lorsque des moyens de stockage tels que des batteries sont déjà chargés lors du freinage et ne peuvent donc plus assurer la fonction de frein moteur.
- [0066] Selon un exemple, pour un contrôle le plus simplifié possible, l'organe de freinage 330 peut également être du type limiteur de débit compensé en pression, c'est-à-dire qu'il agira de façon automatique lors du dépassement du seuil de débit pour lequel il est calibré, sans intervention du contrôleur 20. Dans un tel mode de réalisation, on

comprend donc que la pompe primaire 110 n'est pas nécessairement pilotée par le contrôleur 20.

[0067] Bien que la présente invention ait été décrite en se référant à des exemples de réalisation spécifiques, il est évident que des modifications et des changements peuvent être effectués sur ces exemples sans sortir de la portée générale de l'invention telle que définie par les revendications. En particulier, des caractéristiques individuelles des différents modes de réalisation illustrés/mentionnés peuvent être combinées dans des modes de réalisation additionnels. Par conséquent, la description et les dessins doivent être considérés dans un sens illustratif plutôt que restrictif.

[0068] Il est également évident que toutes les caractéristiques décrites en référence à un procédé sont transposables, seules ou en combinaison, à un dispositif, et inversement, toutes les caractéristiques décrites en référence à un dispositif sont transposables, seules ou en combinaison, à un procédé.

Revendications

- [Revendication 1] Système pour l'entraînement d'un compacteur, comprenant :
- une pompe primaire (110), adaptée pour alimenter un circuit hydraulique primaire (100),
 - une pompe secondaire (210), adaptée pour alimenter un circuit hydraulique secondaire (200),
 - un moteur (M) électrique, adapté pour entraîner conjointement en rotation la pompe primaire (110) et la pompe secondaire (210),
- dans lequel
- la pompe primaire (110) et la pompe secondaire (210) sont des pompes hydrauliques à cylindrée variable,
- le circuit hydraulique primaire (100) est adapté pour réaliser une mise en rotation d'organes de déplacement (125, 135) du compacteur, lesdits organes de déplacement (125, 135) comprenant au moins un rouleau, la pompe primaire (110) étant une pompe hydraulique à cylindrée variable,
- le circuit hydraulique secondaire (200) est adapté pour réaliser une mise en rotation d'éléments vibrants (225, 235) adaptés pour générer des vibrations, la pompe secondaire (210) étant une pompe hydraulique à cylindrée variable,
- le système comprend un contrôleur (20), adapté pour piloter le moteur primaire (M) de manière à fournir un couple suffisant pour entraîner la pompe primaire (110) et la pompe secondaire (210).
- [Revendication 2] Système selon la revendication 1, dans lequel
- le circuit hydraulique primaire (100) est un circuit en boucle fermée,
- le circuit hydraulique secondaire (200) est un circuit en boucle fermée.
- [Revendication 3] Système selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel le circuit hydraulique secondaire (200) comprend un organe de décharge (254) taré, adapté pour réaliser une décharge de pression depuis une conduite du circuit hydraulique secondaire (200) vers une conduite du circuit hydraulique secondaire (200) ayant une pression plus faible ou vers un réservoir (R), ledit organe de tarage étant passant lorsque la pression est supérieure ou égale à une pression de tarage,
- et dans lequel le contrôleur (20) est configuré de manière à piloter le moteur primaire (M) et la pompe secondaire (210) de manière à ce que la pression dans le circuit secondaire (200) demeure inférieure à la pression de tarage.
- [Revendication 4] Système selon la revendication 3, dans lequel le contrôleur (20) est

configuré de manière à piloter le moteur primaire (M) et la pompe secondaire (210) de manière à ce que la pression dans le circuit secondaire (200) demeure inférieure à la pression de tarage tout en maintenant une vitesse de déplacement constante du compacteur.

- [Revendication 5] Système selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel le contrôleur (20) est configuré de manière à piloter le moteur primaire (M), la pompe primaire (110) et la pompe secondaire (210) de manière à ce que les éléments vibrants (225, 235) soient entraînés dans un même sens de rotation que les organes de déplacement (125, 135).
- [Revendication 6] Système selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel le contrôleur (20) est configuré de manière à piloter la vitesse de rotation du moteur primaire (M), la cylindrée de la pompe primaire (110) et la cylindrée de la pompe secondaire (210).
- [Revendication 7] Système selon l'une des revendications 1 à 5, comprenant en outre une pompe de gavage (310) adaptée pour alimenter un circuit de gavage (300), le moteur primaire (M) étant adapté pour entraîner en rotation la pompe de gavage (310) conjointement avec la pompe primaire (110) et la pompe secondaire (210).
- [Revendication 8] Système selon la revendication 7, comprenant un organe de freinage (330) disposée à un refoulement de la pompe de gavage (310), l'organe de freinage (330) étant adapté pour être passant ou pour définir une restriction au refoulement de la pompe de gavage (310), de manière à générer un couple résistant sur un arbre (10) du moteur primaire (M) entraînant en rotation la pompe de gavage (310), la pompe primaire (110) et la pompe secondaire (210).
- [Revendication 9] Système selon la revendication 8, dans lequel l'organe de freinage (330) est un limiteur de débit présentant un réglage fixe définissant un débit au-delà duquel il est passant, ledit réglage étant établi à une valeur supérieure à une valeur de pression correspondant à un fonctionnement nominal du système.
- [Revendication 10] Procédé de pilotage d'un système comprenant
- un circuit hydraulique primaire (100) adapté pour entraîner en rotation des organes de déplacement (125, 135) d'un compacteur comprenant au moins un rouleau, ledit circuit hydraulique primaire (100) comprenant une pompe primaire (110) hydraulique à cylindrée variable,
 - un circuit hydraulique secondaire (200) adapté pour entraîner en rotation des éléments vibrants (225, 235) pour générer des vibrations, ledit circuit hydraulique secondaire (200) comprenant une pompe se-

conculaire (210) hydraulique à cylindrée variable,
 - un moteur primaire (M) électrique, adapté pour entraîner
 conjointement en rotation la pompe primaire (110) et la pompe se-
 conculaire (210),

ledit procédé étant caractérisé en ce qu'on pilote le moteur primaire (M)
 de manière à fournir un couple suffisant pour entraîner conjointement en
 rotation la pompe primaire (110) et la pompe secondaire (210).

[Revendication 11] Procédé selon la revendication 10, dans lequel on pilote la vitesse de
 rotation du moteur primaire (M), la cylindrée de la pompe primaire
 (110) et la cylindrée de la pompe secondaire (210).

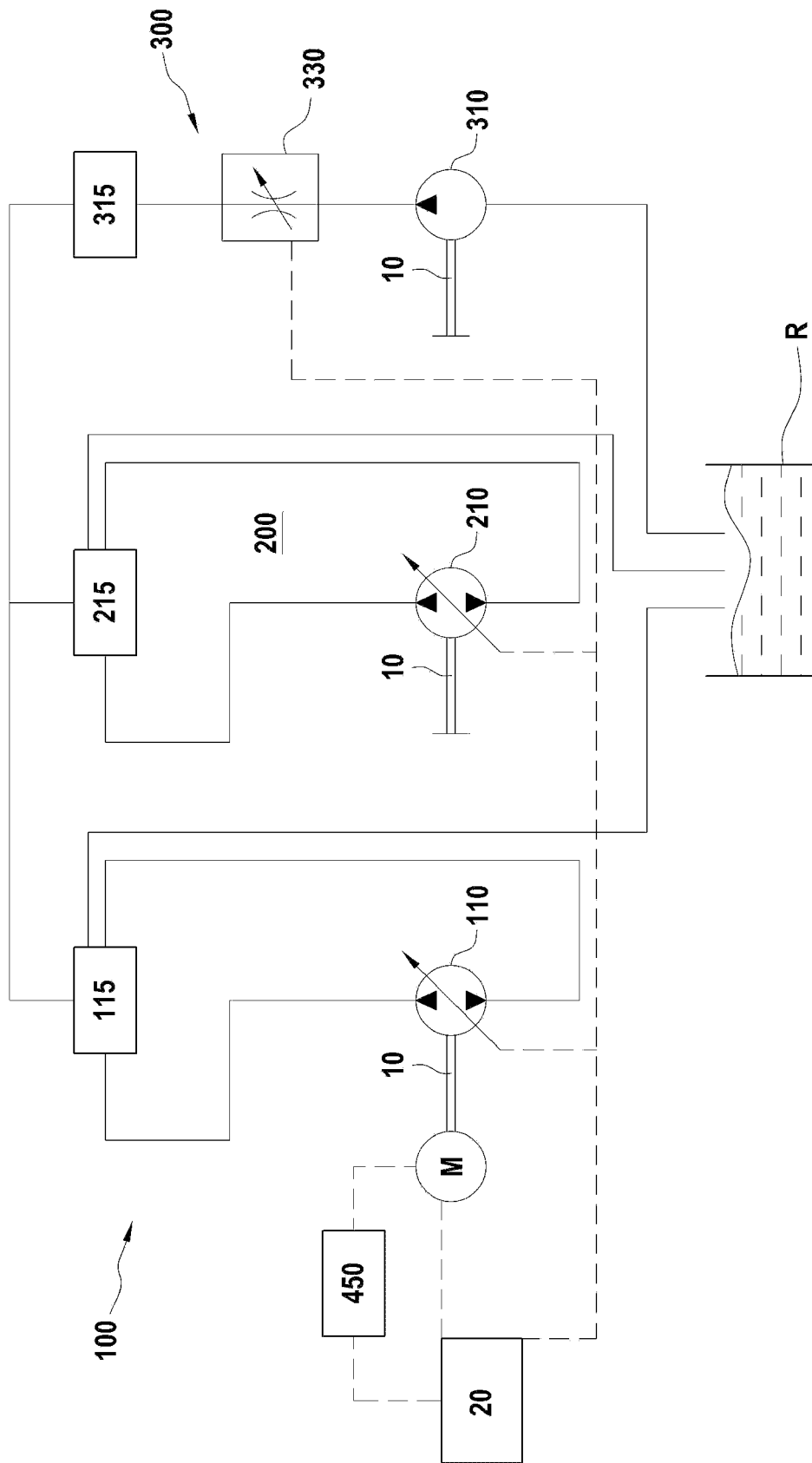
[Revendication 12] Procédé selon l'une des revendications 10 ou 11, dans lequel on pilote le
 moteur primaire (M) de manière à ce que la pression dans le circuit hy-
 draulique secondaire (200) demeure inférieure à une pression de tarage
 d'un organe de décharge (254), ledit organe de décharge (254) étant
 adapté pour être passant et réaliser une fuite de pression lorsque la
 pression dans le circuit hydraulique secondaire (200) est supérieure à
 ladite pression de tarage.

[Revendication 13] Procédé selon l'une des revendications 10 à 12, dans lequel le moteur
 primaire (M) est également piloté de manière à entraîner en rotation une
 pompe de gavage (310) d'un circuit de gavage (300) conjointement à la
 pompe primaire (110) et à la pompe secondaire (210).

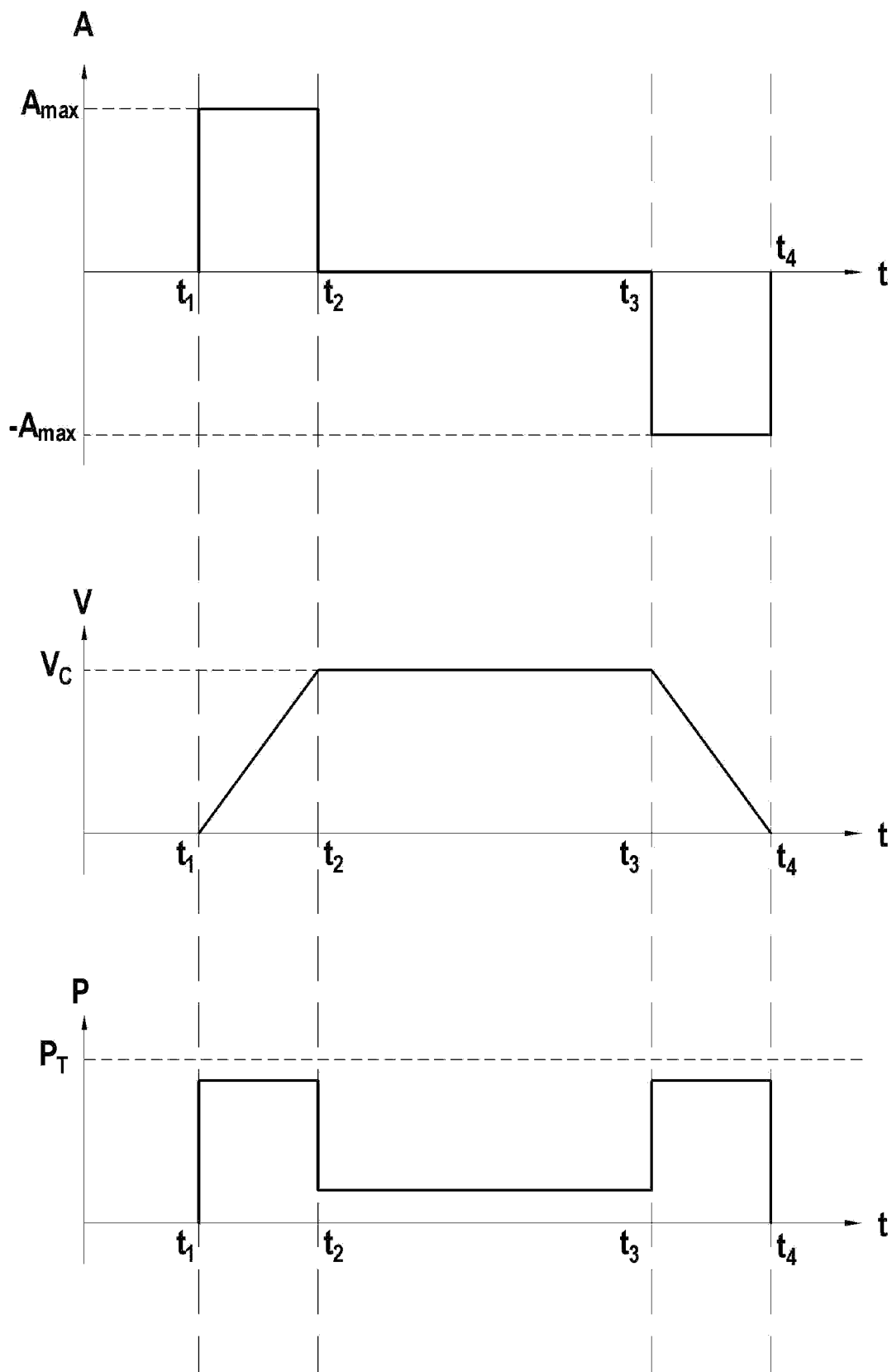
[Revendication 14] Procédé selon la revendication 13, dans lequel on fournit un organe de
 freinage (330) au refoulement de la pompe de gavage (310), de manière
 à sélectivement générer un couple résistant sur le moteur primaire (M).

[Revendication 15] Procédé selon la revendication 14, dans lequel l'organe de freinage
 (330) est un limiteur de débit présentant un réglage fixe définissant un
 débit au-delà duquel il est passant, et dans lequel on établit ledit réglage
 à une valeur supérieure à une valeur de pression correspondant à un
 fonctionnement nominal du système.

[Fig. 1]



[Fig. 3]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 906223
FR 2204135

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2021/047790 A1 (ISHIDA SHINJI [JP] ET AL) 18 février 2021 (2021-02-18)	1, 2, 5, 6,	E01C19/28
Y	* figures 1, 2 *	10-12	B06B1/18
	* alinéa [0026] *	3, 4, 7-9,	B06B1/16
	* alinéa [0032] - alinéa [0037] *	13-15	
	* alinéa [0055] *		

Y	WO 2015/094023 A1 (VOLVO CONSTR EQUIP AB [SE]) 25 juin 2015 (2015-06-25)	3, 4	
	* page 23, ligne 26 - page 24, ligne 5 *		

Y	FR 2 991 729 A1 (POCLAIN HYDRAULICS IND [FR]) 13 décembre 2013 (2013-12-13)	7-9,	
	* figure 3 *	13-15	
	* page 16, ligne 1 - ligne 13 *		
	* page 18, ligne 23 - ligne 27 *		

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B06B
			E01C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
24 novembre 2022		Lameloise, C	
<p style="text-align: center;">CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul</p> <p>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie</p> <p>A : arrière-plan technologique</p> <p>O : divulgation non-écrite</p> <p>P : document intercalaire</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention</p> <p>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.</p> <p>D : cité dans la demande</p> <p>L : cité pour d'autres raisons</p> <p>.....</p> <p>& : membre de la même famille, document correspondant</p> </div> </div>			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2204135 FA 906223**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **24-11-2022**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2021047790 A1		18-02-2021	CN	111601928 A	28-08-2020
			JP	6749351 B2	02-09-2020
			JP	2019124098 A	25-07-2019
			US	2021047790 A1	18-02-2021
			WO	2019142551 A1	25-07-2019

WO 2015094023 A1		25-06-2015	CN	105829609 A	03-08-2016
			EP	3094782 A1	23-11-2016
			US	2016319496 A1	03-11-2016
			WO	2015094023 A1	25-06-2015

FR 2991729 A1		13-12-2013	AUCUN		
