

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :
MA 52677 B1

(51) Cl. internationale :
**F03B 13/06; F03B 17/00;
F03G 3/02; F03G 3/00**

(43) Date de publication :
29.02.2024

(21) N° Dépôt :
52677

(22) Date de Dépôt :
03.03.2021

(71) Demandeur(s) :
Université Internationale de Rabat, Parc Technopolis Rabat-Shore, Campus universitaire UIR, Rocade Rabat-Salé, Sala El Jadida, 11100 (MA)

(72) Inventeur(s) :
BERRADA ASMAE

(74) Mandataire :
Bouya Mohsine

(54) Titre : **Système de stockage d'énergie gravitationnelle reposant sur une installation hydraulique et utilisant un système de poulies**

(57) Abrégé : Nous proposons un système de stockage basé sur l'énergie potentielle gravitationnelle. Le système se compose d'un piston (2) suspendu par un système de poulies (9) et placé dans une structure cylindrique (1) remplie d'eau. L'utilisation d'un système de poulies en combinaison avec un système hydraulique permet de maximiser l'énergie stockée. Ainsi, La production d'énergie est optimisée par cette technologie par rapport aux systèmes de stockage d'énergie gravitationnel existant.

Système de stockage d'énergie gravitationnelle reposant sur une installation hydraulique et utilisant un système de poulies

Résumé de l'invention

Nous proposons un système de stockage basé sur l'énergie potentielle gravitationnelle. Le système se compose d'un piston (2) suspendu par un système de poulies (9) et placé dans une structure cylindrique (1) remplie d'eau. L'utilisation d'un système de poulies en combinaison avec un système hydraulique permet de maximiser l'énergie stockée. Ainsi, La production d'énergie est optimisée par cette technologie par rapport aux systèmes de stockage d'énergie gravitationnel existant.

Système de stockage d'énergie gravitationnelle reposant sur une installation hydraulique et utilisant un système de poulies

Domaine technique :

5 Cette invention concerne le domaine du stockage d'énergie. Plus particulièrement, à l'exploitation de la force gravitationnelle. Il s'agit de la production d'électricité par l'utilisation de l'énergie gravitationnelle, seule ou en conjonction avec d'autres sources d'énergie (renouvelables ou non renouvelables), avec un accent particulier sur l'économie des ressources et la réduction des émissions.

Problème technique

10 La présente invention est proposée pour faire face aux problématiques liées à l'excès de l'énergie électrique fournie dans un réseau électrique, aux pics de demande occasionnels et les cas de défaillance du système électrique ou de mauvaise qualité du réseau local.

Technique antérieure :

15 La pénétration croissante des énergies renouvelables dans les systèmes électriques implique plusieurs défis en raison de la nature intermittente de ces ressources. Par conséquent, des options flexibles doivent être mises en œuvre pour surmonter ces problèmes. Un intérêt substantiel pour le déploiement des technologies de stockage d'énergie a été démontré. Cela s'explique principalement par l'utilisation croissante des énergies renouvelable, la nécessité d'équilibrer la demande et l'alimentation électrique, ainsi que le capital élevé requis pour maintenir la fiabilité du réseau électrique. Le domaine du stockage de l'énergie nécessite encore plus d'exploration. Il est considéré comme un sujet d'un grand intérêt pour le développement des énergies renouvelables.

20 La station de transfert d'énergie par pompage (STEP) est une technologie de stockage bien prouvée et couramment utilisée. Cependant, un tel système nécessite une différence de hauteur spécifique qui n'est pas toujours disponible. Le coût de construction élevée, les limitations géographiques, géologiques et environnementales associées à la conception du système ont rendu le développement de cette technologie moins souhaitable pour une expansion future.

25 Cette présente invention a pour but d'élargir la gamme d'installation appropriées où le système de stockage d'énergie peut être installé. Les caractéristiques de cette invention comprennent : un potentiel de puissance élevée (1000 mégawatts ou plus); une grande capacité de stockage d'énergie; minimisation de l'effet négatif sur l'environnement; et la proximité des lignes de transport d'électricité.

30 Exposé de l'invention :

Système de stockage d'énergie gravitationnelle est un dispositif de stockage d'énergie mécanique et électrique dont le principal objectif est d'améliorer l'efficacité de l'exploitation de l'énergie gravitationnelle et de maximiser le travail effectué par gravité. Il convertit la force gravitationnelle en énergie électrique, d'une manière économique et écologique. L'aspect modulaire est illimité, et applicable partout.

35 Cette technologie se compose d'un cylindre (conteneur cylindrique) rempli d'eau (1), d'un piston (2), et d'une conduite de retour (3) (Fig. 1). La conduite de retour est reliée à la centrale électrique (10) composée d'une pompe / turbine réversible (5), d'un moteur / générateur (4). Pendant le mode de stockage (Fig.2), l'excès d'électricité du réseau entraîne le moteur (4) qui entraîne une pompe hydraulique (5). Ce dernier pompe le fluide hydraulique (haute pression) et le force à travers la conduite de retour pour soulever le piston. En même temps, le moteur (6) entraîne le dispositif de levage (7) qui aide à soulever le piston (2). En mode de décharge (Fig. 3), l'énergie est produite par le mouvement du piston vers le bas qui force l'eau à s'écouler à travers la pompe / turbine réversible.

Lorsque le piston se déplace vers le bas du conteneur, le palan est actionné entraînant le générateur qui produit de l'énergie. La configuration de ce système qui combine un dispositif de levage et un système hydraulique permet d'exploiter efficacement le travail effectué par la force gravitationnelle.

5 Le récipient cylindrique (conteneur) est fait d'un matériau robuste et rigide, tel que, mais sans s'y limiter, le béton armé, le métal, un matériau composite ou similaire. Le conteneur a un canal central dans lequel le piston est supporté pour se déplacer entre une première position et une seconde position.

10 Le piston (2) est dimensionné pour se déplacer à l'intérieur du conteneur cylindrique (1). Le piston est fait d'un matériau suffisamment dense tel que, mais sans s'y limiter, du béton, de l'acier ou similaire. Le piston (2) est dimensionné pour être positionné de manière coulissante à l'intérieur du récipient. Ainsi, la taille du piston peut être maximisée pour augmenter la quantité d'énergie potentielle gravitationnelle qui peut être capturée, sans affecter de manière significative la liberté du piston à se déplacer à l'intérieur de la structure.

15 Les joints d'étanchéité (8) sont dimensionnés pour former un joint étanche à l'eau entre le piston et le conteneur cylindrique. Les joints de pression sont faits d'un matériau flexible durable tel que, mais sans s'y limiter, du plastique, du caoutchouc ou similaire. Un joint de pression a pour but d'empêcher le fluide hydraulique de circuler au-delà du joint d'étanchéité. Il peut être placé à l'extrémité inférieure et supérieure du piston.

20 Un schéma qui représente le système installé souterrain est représentée sur la Fig. 4. En référence à la Fig. 4, une centrale électrique (9) est placée sur la surface du terrain. La centrale électrique est installée au (ou à proximité) sommet de la structure. La centrale électrique 9 peut être couplée à des dispositifs / systèmes tels que les sous-stations (13), et le réseau électrique (14).

Une pompe-turbine (5) est reliée par la canalisation au haut du conteneur, et est reliée par un arbre d'entraînement à un moteur électrique / générateur (4). Comme le montre la Fig. (4), la pompe (5) est positionnée à proximité de l'extrémité supérieure de la structure.

25 Les dispositifs de maintenance (12) (par exemple, les vannes) sont actionnés pour libérer la pression du fluide hydraulique supportant le piston.

30 Le moteur/générateur (6) est également connecté à une source externe d'énergie électrique, telle que le réseau électrique (14), par exemple, par l'intermédiaire d'une sous-station (13). En fonctionnement, lorsque l'énergie électrique est fournie par une source externe au moteur/générateur (4), ce dernier entraîne la pompe (5) pour augmenter la pression du fluide hydraulique ; indiquée par les flèches de la fig. 3 dans le pipeline. En conséquence, la pression du fluide en dessous du piston (2) est augmentée, forçant le piston à s'élever vers l'extrémité supérieure du conteneur cylindrique. En tant que tel, l'énergie potentielle gravitationnelle est stockée dans le système. Quand le piston atteint une position élevée, les vannes, sont utilisés pour maintenir la pression du fluide hydraulique et supporter le poids du piston.

35 La centrale (9) comprend un palan (7). Le palan (7) est couplé à un câble de levain (11) qui peut être enroulé autour du tambour du palan (7). Le piston est suspendu par le câble de levage (11). Une chaîne peut être utilisée à la place d'un câble pour suspendre le piston. Le poids est suspendu de telle sorte qu'il peut être abaissé et soulevé à l'intérieur du conteneur cylindrique (1).

40 Le dispositif de levage (7) est couplé à un moteur/générateur pour produire de l'énergie électrique. Une boîte de vitesses est couplée entre le palan (7) et le moteur/générateur pour multiplier le taux de rotation du moteur/générateur. Une sous-station de puissance est couplée entre le moteur/générateur et le réseau pour convertir la sortie du générateur en une forme appropriée pour la transmission au réseau et vice versa.

L'énergie est stockée dans le système quand le palan est entraîné (par exemple, utilisant l'électricité d'un réseau électrique qui alimente le moteur/générateur) pour soulever le piston contre la gravité à une première élévation. L'énergie stockée dans le système est libérée lorsque le piston est autorisé à être libéré de telle sorte qu'il se déplace avec gravité. Le palan est tourné lorsque le piston se déplace vers le bas du conteneur. Le mouvement du piston fait tourner le palan, produisant ainsi de l'énergie, comme décrit précédemment.

La vitesse à laquelle le piston (2) est élevé par le palan (7) est contrôlé par un système électronique. Par exemple, selon un mode de réalisation, un moteur/générateur pour entraîner le palan est contrôlé par un circuit de commande couplé avec le moteur/générateur pour contrôler la vitesse avec laquelle le câble de levage est tiré par le palan.

En configurant la fréquence de fonctionnement du générateur couplé au palan, la vitesse avec laquelle le piston est déplacé vers le bas par le palan est contrôlée. La configuration de la fréquence de fonctionnement à une certaine valeur définit la vitesse avec laquelle le piston est déplacé. Alternativement, si un tel générateur est synchrone avec le réseau électrique, il est possible de configurer le rapport de démultiplication d'une boîte de vitesses pour contrôler la vitesse avec laquelle le piston est déplacé.

La figure 1 fournit une vue d'ensemble du système de stockage d'énergie gravitationnelle.

La figure 2 illustre le système de stockage d'énergie gravitationnelle en mode de charge.

La figure 3 présente le système de stockage d'énergie gravitationnelle en mode de décharge.

La figure 4 présente le système de stockage d'énergie gravitationnelle raccordé au réseau électrique.

25

30

Revendications modifiées :

1. Un dispositif pour stocker et produire de l'énergie gravitationnelle reposant sur une installation hydraulique et utilisant un système de palan ; le système comprenant :
 - Un cylindre (1) ayant un volume intérieur pour contenir un fluide
 - Un piston (2) dense placé dans la structure cylindrique.
 - Une conduite de retour (3) de fluide reliée à la structure cylindrique située verticalement.
 - Un système de poulies (7) pour soulever le piston ;
 - Des câbles en acier (11) ;
 - Une turbine hydraulique (5) couplée à un générateur d'énergie électrique pour générer de l'électricité lors du mouvement descendant du piston
 - Un moteur/générateur (6) pour entraîner le système de levage (Palan, poulie) (7) et générer de l'énergie.
2. Système de stockage d'énergie gravitationnelle selon la revendication 1, dans lequel le joint d'étanchéité est placé entre le piston et le conteneur pour empêcher le passage du fluide entre la partie supérieure de la structure du cylindre et la partie inférieure de cette structure qui est située verticalement au-dessus du piston.
3. Système de stockage d'énergie gravitationnelle selon la revendication 1, dans lequel le piston est fait d'un matériau lourd tel que du fer, des matériaux composites, de l'acier, etc.
4. Système de stockage d'énergie gravitationnelle selon la revendication 1, dans lequel le système comprend un palan.
5. Système de stockage d'énergie gravitationnelle selon la revendication 1, dans lequel le câble de levage (11) est placé au centre du cylindre dans lequel il est actionné par des poulies;
6. Système de stockage d'énergie gravitationnelle selon la revendication 1, dans lequel le piston est soulevé par le fluide sous pression et la rotation des poulies (7);
7. Système de stockage d'énergie gravitationnelle selon la revendication 1, dans lequel la vanne est actionnée pour permettre ou empêcher l'écoulement du fluide lorsque le système stocke ou génère de l'énergie.
8. Système de stockage d'énergie gravitationnelle selon la revendication 1, comprenant en outre une pompe/turbine reliée mécaniquement au générateur qui génère de l'électricité lors du mouvement descendant du piston par gravité.
9. Système de stockage d'énergie gravitationnelle selon la revendication 1, comprenant en outre une pompe/ turbine reliée mécaniquement au générateur, dans lequel ce dernier a un mode moteur électrique pour entraîner la pompe à fluide pour forcer l'écoulement du fluide hydraulique à l'intérieur de la structure et augmenter la pression pour déplacer le piston vers le haut.
10. Procédé de stockage d'énergie par le système de la revendication 1 caractérisée en ce qu'il comporte les étapes suivantes :
 - Démarrage de la pompe (5) pour injecter l'eau sous pression dans la partie inférieure du cylindre (1).
 - Démarrage simultanée des poulies (7) pour soulever le piston (2) par le biais du câble (11).

- Fin de course lorsque le piston (2) atteint le plafond du cylindre (1), la pompe (5) s'arrête en activant la fermeture d'une vanne qui gardera l'eau sous pression dans la chambre inférieure du cylindre (1).
- Lorsque l'énergie stocké est voulue être récupérée, la vanne s'ouvre en permettant à la turbine (5) de se déclencher et libérer le passage de l'eau vers la partie supérieure du cylindre (1) sous l'effet du poids du cylindre (1). Ce dernier est détaché du moteur (6). L'énergie électrique est générée au niveau de de la turbine (5)/générateur(4) et du moteur/générateur (6) qui sont connectée au réseau électrique d'exploitation.

Dessins :

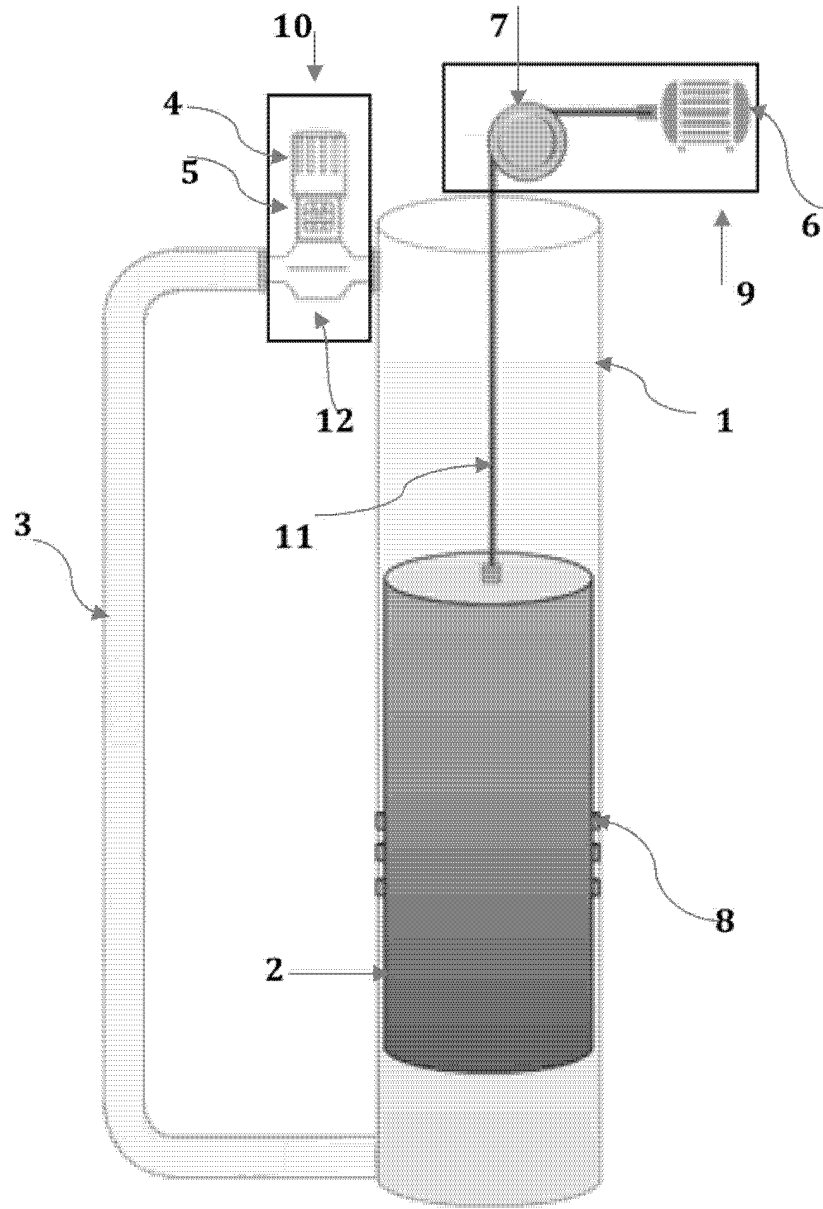


Figure 1

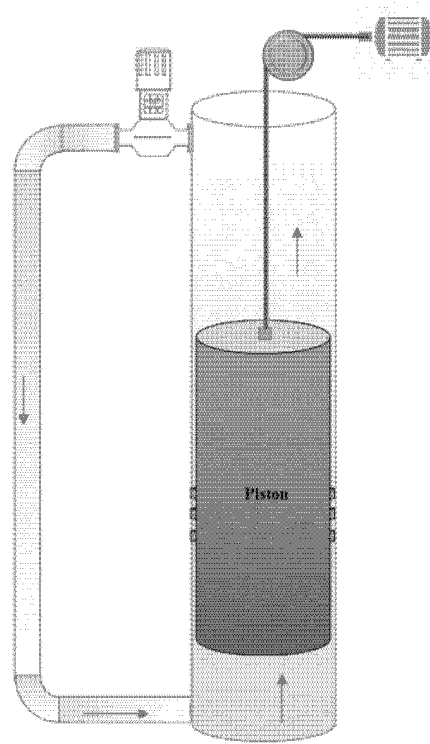


Figure 2

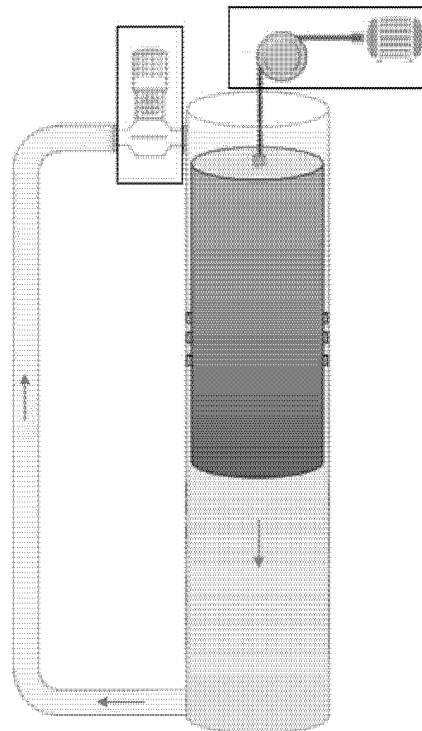


Figure 3

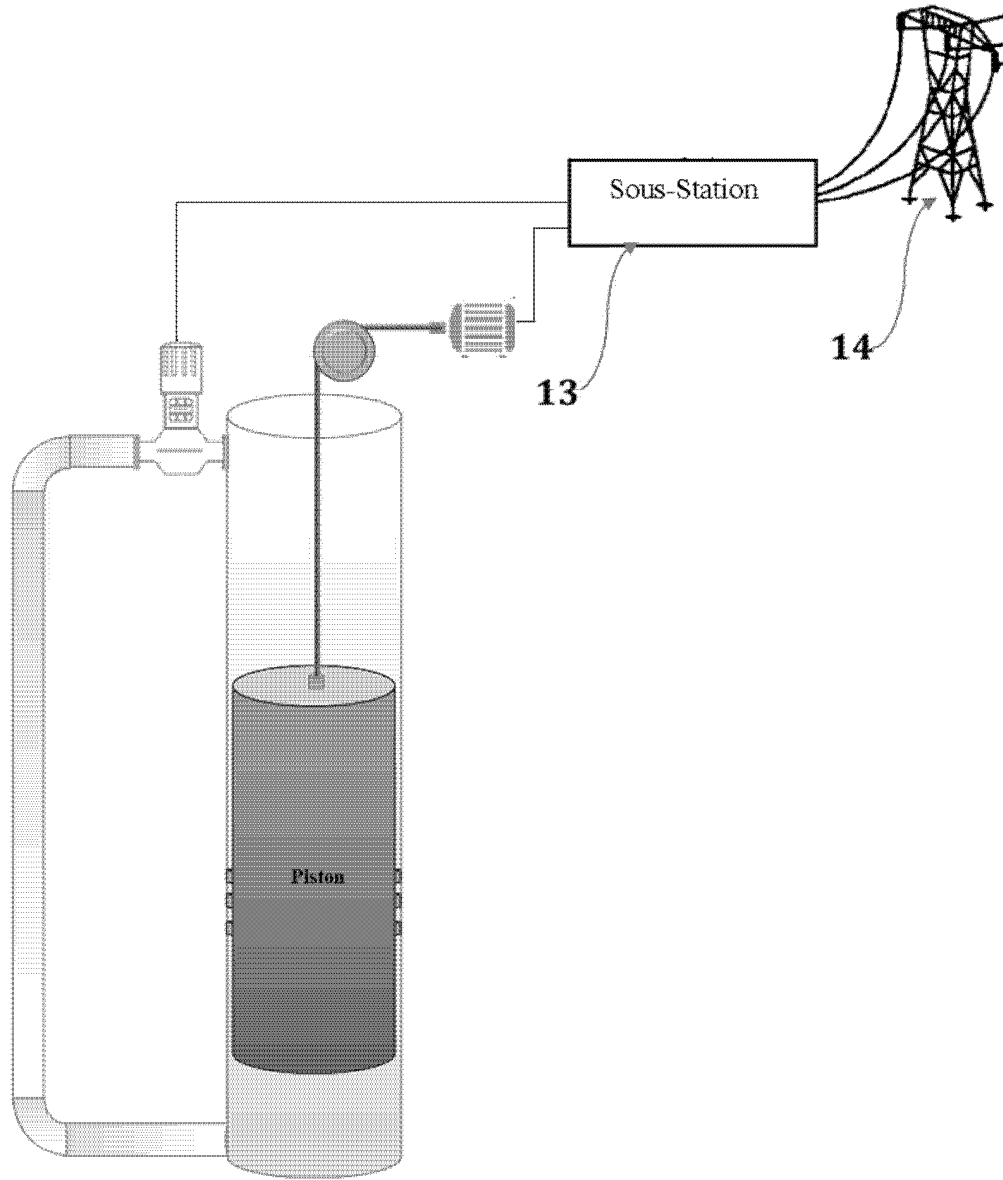



Figure 4

**RAPPORT DE RECHERCHE DEFINITIF AVEC OPINION SUR
LA BREVETABILITE**

*Établi conformément à l'article 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée
par la loi 23-13*

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 52677	Date de dépôt : 03/03/2021 ;
Déposant : Université Internationale de Rabat	
Intitulé de l'invention : Système de stockage d'énergie gravitationnelle reposant sur une installation hydraulique et utilisant un système de poulies	
Classement de l'objet de la demande :	
CIB : F 03B 13/06(2006.01), F 03B 17/00(2006.01), CPC-F 03B 13/06(2013-01-01), F 03G 3/02(2006.01), F 03G 3/00(2006.01) , Y02E-010/20	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Remarques de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 4 : Observations à propos de revendications modifiées qui s'étendent au-delà du contenu de la demande telle qu'initialement déposée <input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examineur: A.FERHANE	Date d'établissement du rapport : 14/09/2023
Téléphone: (+212) 5 22 58 64 14	

Partie 1 : Considérations générales**Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Demande telle qu'initialement déposée
- Demande modifiée suite à la notification du rapport de recherche préliminaire :
 - Revendications
10
- Observations à l'appui des revendications maintenues
- Observations des tiers suite à la publication de la demande
- Réponses du déposant aux observations des tiers
- Nouveaux documents constituant des antériorités :
- Observations à l'encontre de la décision de rejet

Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité**Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté	Revendications 1-10	Oui
	Revendications Aucune	Non
Activité inventive	Revendications 1-10	Oui
	Revendications aucune	Non
Application Industrielle	Revendications 1-10	Oui
	Revendications aucune	Non

Il est fait référence aux documents suivants :

D1 : CN102734092

1. Nouveauté

Aucun document de l'état de la technique ne divulgue un dispositif de stockage et de production de l'énergie gravitationnelle, reposant sur une installation hydraulique comprenant l'ensemble des caractéristiques des revendications indépendantes 1 et 10, d'où l'objet de la revendication 1 et 10 est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17/97 telle que modifiée et complétée par la loi 23/13. Par conséquent les revendications dépendantes sont aussi nouvelles.

2. Activité inventive

2.1 Le document D1 qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1 divulgue, *(les références entre parenthèses s'appliquent au Document D1)* : un dispositif de stockage et de production de l'énergie gravitationnelle reposant sur une installation hydraulique et utilisant un système de palan comprenant : Un cylindre (1) ayant un volume intérieur pour contenir un fluide, un piston (14) dense placé dans la structure cylindrique, une conduite de retour (2-9) de fluide reliée à la structure cylindrique située verticalement, un moteur /générateur (4) pour entraîner le système de levage (palan/poulies) et générer de l'énergie, un joint d'étanchéité placé entre le piston et le conteneur (figure 1)

L'objet de la revendication 1 diffère du dispositif de stockage d'énergie connu de D1 en ce qu'il utilise un système de palan.

Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme le soulèvement du piston pendant la phase de stockage de l'énergie gravitationnelle par un système de palan.

La solution proposée dans la revendication 1 de la présente demande est considérée comme impliquant une activité inventive. En effet, le document D1 décrit un système de stockage de l'énergie gravitationnelle comprenant un piston actionné par un liquide en mouvement verticale pendant de la phase de stockage, mais ne divulgue ni ne suggère l'utilisation d'un système de palan pour le levage du piston.

L'homme du métier n'a donc aucune incitation directe à modifier D1 de la même manière telle que spécifiée dans la présente demande afin d'arriver au même résultat. D'où l'objet de la revendication 1 implique une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2.2- le raisonnement relatif à la revendication 1 s'applique à l'objet de la revendication 10. La solution proposée ne peut donc être considérée comme impliquant une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13 en prenant en considération du document D1.

3. Application industrielle

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.