ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية

المكتب المغربي
للملكية الصناعية و التجارية
---

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :
MA 24952 A1

(51) Cl. internationale :
B01D 61/00

(43) Date de publication :
01.04.2000

---

(21) N° Dépôt :
25718

(22) Date de Dépôt :
06.08.1999

(71) Demandeur(s) :
PHOSBOUCRAA S.A., 76 & 101 LAAYOUNE (MA)

(72) Inventeur(s) :
BELGHAZI ; NABOUB ; CHAIBI

(74) Mandataire :
ALI SABAH

---

(54) Titre : **DESSALEMENT DE L'EAU DE MER OU DE L'EAU SAUMATRE PAR L'UTILISATION DIRECTE DE L'ENERGIE EOLIENNE**

(57) Abrégé : LA PRÉSENTE INVENTION CONCERNE UN PROCÉDÉ DE DESSALEMENT DE L'EAU DE MER OU DE L'EAU SAUMÂTRE PAR OSMOSE INVERSE UTILMISANT DIRECTEMENT L'ÉNERGIE ÉOLIENNE SANS PASSER LA PRODUCTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. L'ÉLÉVATION DE LA PRESSION DE L'EAU À TRAITER À UN PRESSION D'OSMOSE EST PRODUITE PAR TRANFORMATION DE L'ÉNERGIE ÉOLIENNE EN ÉNERGIE MÉCANIQUE GRÂCE À UN AÉROMOTEUR QUI ENTRAÎNE DIRECTEMENT UNE POMPE DE HAUTE PRESSION.

FOSFATOS DE BUCRAA S.A. (FOSBUCRAA)
PHOSPHATES DE BOUCRAA S.A. (PHOSBOUCRAA)
S.A. au capital 1.736.000.000 DH

شـــركـــة فـــوسفـــاط بـــوكـــراع
ش.م. رأس مـالها 1.736.000.000 درهـم

BI 24 952

DESSALEMENT DE L'EAU DE MER OU DE L'EAU SAUMATRE PAR L'UTILSATION DIRECTE DE L'ENERGIE EOLIENNE

ABREGE

La présente invention concerne un procédé de dessalement de l'eau de mer ou de l'eau saumâtre par osmose inverse utilisant directement l'énergie éolienne sans passer par la production de l'énergie électrique.

L'élévation de la pression de l'eau à traiter à une pression d'osmose est produite par transformation de l'énergie éolienne en énergie mécanique grâce à un aéromoteur qui entraîne directement une pompe haute pression.

29 85 0250

BI 24952 / 1 - AVR 2000

Laâyoune : العيـــون :
Direction : BP 76 et 101 — الإدارة : ص ب 101 - 76
Registre du Commerce : 33933 — السجـل التجـاري :
Téléphone : (08) 89.36.28 / 29 / 30 — الهـاتـف :
Télex : 26.796 - 25.685 - 26.614 — تلكـس :
Téléfax : (08) 89.42.15 - 89.41.81 — تلفـكس :

Casablanca : الدار البيضـاء :
المقر الإجتماعي : زاوية طريق الجديدة وشارع الحزام الكبير
Siège Social : Route d'El Jadida et Bd de la Grande Ceinture
Téléphone : 23.20.25 - 23.01.25 - 23.10.25 - 23.00.25 — الهـاتـف :
Télex : 21.934 - 24.024 - 24.033 — تلكـس :
Administration des Ventes : 22.052 - 21.008 — إدارة المبيعات :

La présente invention concerne un procédé de dessalement de l'eau de mer ou de l'eau saumâtre par osmose inverse utilisant directement l'énergie éolienne sans passer par la production de l'énergie électrique.

Il est évident que les ressources en eau douce ne cessent de s'affaiblir à cause de la sécheresse et de la demande de plus en plus accentuée pour des causes relatives au développement démographique et industriel. Pour faire face à cette pénurie, des solutions ont été envisagées dont le dessalement de l'eau de mer. Cette solution est tellement efficace qu'elle fait l'objet d'importants investissements de part le monde. La plupart des installations existantes utilisent le principe de la distillation.

Or, le coût de revient du mètre cube de l'eau produite par ce procédé est élevé à cause de la consommation énergétique nécessaire au changement d'état de liquide à vapeur d'une part, et du montant des investissements d'autre part.

Plusieurs travaux publiés ont été consacrés à l'optimisation des performances des installations de distillation. C'est notamment le cas des travaux de RENAUD Patrice (thèse de docteur Ingénieur, Paris 7, 1985) relatifs à l'étude théorique et expérimentale d'un système de distillation par compression mécanique de vapeur en régime variable : application au dessalement par énergie éolienne. Cependant cette solution ne permet pas d'éviter la partie énergivore du procédé de distillation qui est la vaporisation de l'eau.

La recherche en matière de traitement des eaux saumâtres ou salées, a conduit à la mise en place d'un nouveau procédé baptisé dessalinisation par osmose inverse. Ce dernier, utilise des membranes de filtration à l'échelle moléculaire, sans avoir recours au changement de l'état physique de l'eau, ce qui consomme moins d'énergie que la distillation.

29 85 0250

Toutefois, ce procédé nécessite l'utilisation de pompes à entraînement électrique gravant ainsi le bilan énergétique globale de l'installation.

La présente invention s'appuie sur l'utilisation d'une énergie gratuite et renouvelable, en l'occurrence, l'énergie éolienne pour l'entraînement direct d'une pompe hydraulique à une pression d'osmose. La transformation de l'énergie éolienne en énergie mécanique étant assurée grâce à un aéromoteur qui entraîne directement une pompe haute pression.

A titre de simple illustration, nous allons décrire une installation réalisée selon le procédé de la présente invention. Cette dernière est représentée sur la figure 1. Elle est composée de :

- une unité d'osmose inverse A permettant l'élimination des sels et d'autres composés chimique dissous dans l'eau ;
- un aéromoteur B permettant la production de l'énergie mécanique nécessaire au fonctionnement de l'unité de dessalement.
- un système du couplage et de transfert d'énergie C, qui relie l'aéromoteur avec l'unité d'osmose inverse ;
- un module de régulation D piloté par un automate programmable industriel ;
- une alimentation en eau de mer ou eau saumâtre, une unité de prétraitement, un réseau de conduites et des réservoirs de stockage.

L'unité d'osmose inverse A, est la partie qui assure le dessalement de l'eau de mer proprement dit. Elle est représentée dans la figure 2. Son principe repose sur l'élévation de la pression du circuit de l'eau qui traverse la (ou les) membrane (s) d'osmose inverse.

Selon la qualité de l'eau qu'on désire produire, l'unité d'osmose inverse est composée d'un ou de deux modules de membrane. Dans l'unité de traitement, l'eau de mer ou l'eau saumâtre est filtrée et traitée pour la débarrasser des particules et des substances qui présentent un risque d'inhibition des membranes. Quand c'est nécessaire, le pH est stabilisé pour éviter toute précipitation ou cristallisation des minéraux dissous.

Une pompe haute pression (HP) est placée dans la nacelle pour fournir l'énergie hydraulique nécessaire au processus de dessalement.

29 85 0250

Notre invention consiste à produire directement par une éolienne, de l'eau douce, par osmose inverse de l'eau de mer. L'énergie mécanique nécessaire à l'entraînement de la pompe haute pression de l'unité de dessalement est récupérée directement sur l'arbre de l'aéromoteur B. Ce dernier (figure 3) est composé d'une hélice tripale supportée par un mât.

Pour permettre à l'hélice de récupérer l'énergie éolienne quel que soit le sens du vent, celle-ci est équipée d'un dispositif assurant son orientation selon la direction du vent. Ce qui impose un montage, avec une liaison en pivot, de la

nacelle avec le circuit eau de mer haute pression alimentant l'unité d'osmose inverse.

L'idée maîtresse de notre invention repose sur le couplage et le transfert de l'énergie de la nacelle de l'éolienne vers l'unité d'osmose inverse. Le système du couplage C, est composé d'un accouplement de la pompe haute pression (HP) placée dans la nacelle en haut du mât, avec l'arbre de l'aéromoteur. Parmi les variantes étudiées, nous citons celle où le système classique qui se base sur l'utilisation de l'électricité est réduit à un simple accouplement mécanique et c'est l'eau de mer sous pression qui assure le transfert de l'énergie par simple transmission hydrostatique. Les options techniques retenues ont permis, en outre, de résoudre les deux contraintes suivantes :

- l'alimentation en hauteur de la pompe haute pression ;
- la possibilité de faire circuler l'eau de mer jusqu'à la pompe (HP) tout en autorisant la rotation de la nacelle.

Pour résoudre le premier problème, à savoir le cavage de la pompe (HP), nous avons placé un groupe motopompe dans le forage ou dans un quelconque bassin (pompe submersible) dont le rôle est d'assurer l'alimentation de la pompe (HP) en eau de mer, en la refoulant dans la canalisation de celle-ci, jusqu'à la hauteur de la nacelle.

Quant au second problème, il a été résolu en utilisant un joint tournant placé dans le pivot liant la nacelle et le mât.

Le montage du joint tournant est réalisé de telle manière que sa partie supérieure est fixée sur la nacelle alors que sa partie inférieure est liée au mât. L'eau peut donc monter et descendre sans que son écoulement ne soit affecté par le mouvement de rotation de la nacelle.

Pour fonctionner d'une façon autonome, notre installation a besoin de l'énergie électrique nécessaire à l'alimentation des organes de régulation et d'automatisation, et pour bien entendu, l'alimentation du groupe motopompe immergé dans le forage ou dans un quelconque bassin.

La production de l'énergie électrique est assurée grâce à un système de récupération de l'énergie hydrostatique. Ce module comporte une turbine (ou un

29 85 0250

moteur hydraulique), un alternateur et des accumulateurs de stockage de l'énergie électrique. En effet, le rejet de l'eau saumâtre du premier module d'osmose présente une pression importante. Cette pression est très voisine de celle à l'entrée du module aux pertes de charges près (les pertes de charges du module sont faibles de cinq à dix bars par membrane).

Notre idée est de récupérer cette énergie hydraulique résiduelle pour la production de l'électricité nécessaire au fonctionnement de notre installation. Ainsi, l'eau saumâtre rejetée par la membrane est dirigée vers un moteur hydraulique qui entraîne un simple alternateur. On peut aussi, avec cette énergie récupérée, entraîner une deuxième pompe lorsqu'il y a deux modules d'osmose inverse (en série ou en parallèle selon la qualité de l'eau douce exigée).

L'alimentation électrique du groupe motopompe par tout autre moyen reste évidemment possible.

Pour assurer à notre installation un fonctionnement optimal, nous avons procédé, grâce à un automate programmable industriel, à la régulation des paramètres suivants :

- la pression hydraulique de travail ;
- la production d'électricité par récupération de l'énergie hydrostatique.
- la régulation du partage de l'énergie entre le premier et éventuellement le deuxième étage d'osmose inverse.

Ce module de régulation D est assuré par un ensemble de capteurs et d'actionneurs en communication avec un automate programmable. Ce système de régulation comporte un automate programmable qui a la charge de traiter les informations délivrées par les différents capteurs et appareils de contrôle, et qui active les commandes nécessaires aux actionneurs afin de :

- corriger une situation (régulation) ;
- démarrer l'installation ;
- arrêter l'installation ;
- veiller à la sécurité des différents organes (domaines de bon fonctionnement).

Il comporte aussi un ensemble d'appareils de supervision donnant le compte rendu de l'état des différents paramètres du process à savoir la vitesse du vent, la vitesse de rotation, les pressions dans les circuits de refoulement des pompes, les niveaux de l'eau dans les réservoirs intermédiaires.

29 85 0250

REVENDICATIONS

1 - Procédé de dessalement de l'eau par osmose utilisant directement l'énergie éolienne et caractérisé en ce que l'énergie nécessaire pour élever la pression de l'eau à traiter à une pression d'osmose est produite par transformation de l'énergie éolienne en énergie mécanique grâce à un aéromètre qui entraîne directement une pompe haute pression.

2 - Procédé selon la revendication 1 caractérisé, en ce que l'installation de mise en œuvre comporte : (a) une unité d'osmose inverse permettant l'élimination des sels et d'autres composés chimiques dissous dans l'eau ; (b) un aéromoteur permettant la production de l'énergie mécanique nécessaire au fonctionnement de l'unité de dessalement ; (c) un système de couplage qui relie l'aéromètre avec l'unité d'osmose inverse ; (d) une alimentation en eau, une unité de prétraitement; un réseau de conduit et des réservoirs de stockage ; (e) un module de régulation du fonctionnement de l'installation.

3 - Procédé selon les revendications 1 et 2 caractérisé en ce que l'alimentation en hauteur de la pompe haute pression est assurée par un groupe motopompe immergé placé dans le bassin au forage d'alimentation en eau de mer ou eau saumâtre, permettant de refouler cette eau jusqu'à la hauteur de la nacelle de l'aéromoteur.

4 - Procédé selon les revendications 1, 2 et 3 caractérisé en ce que le système de couplage (d) est réalisé grâce à un accouplement mécanique de la pompe haute pression placée en haut du mât avec l'arbre de l'aéromoteur. Par conséquent, l'eau à traiter peut monter jusqu'à la pompe haute pression et redescendre sous pression vers l'unité d'osmose.

5 - Procédé selon les revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'un joint tournant placé à l'intérieur du mécanisme liant la nacelle et le mât, assure l'écoulement de l'eau de mer traitée tout en permettant la rotation de l'éolienne.

6 - Procédé selon les revendications 1 à 5 caractérisé en ce que la production de l'énergie électrique nécessaire à l'alimentation des organes de régulation, d'automatisation et du groupe motopompe immergé et d'autres dispositifs de l'installation, est assurée grâce à un système de récupération de l'énergie

29 85 0250

hydrostatique de l'eau saumâtre rejetée par la ou les membranes du premier module d'osmose. Cette eau étant dirigée vers un moteur hydraulique qui entraîne un simple alternateur.

7 - Procédé selon les revendications 1 à 6 caractérisé en ce que le système de régulation (e) est composé d'un automate programmable qui prend en charge le traitement des informations par les différents capteurs et appareils de contrôle et active les commandes nécessaires aux actionneurs appropriés selon des programmes élaborés pour permettre un fonctionnement optimal de l'installation.

8 - Procédé selon les revendications 1 à 7 caractérisé en ce que l'eau à traiter est de l'eau de mer.

9 - Procédé selon les revendications 1 à 7 caractérisé en ce que l'eau à traiter est de l'eau saumâtre.

10 - Procédé selon les revendications 1 à 9 caractérisé en ce qu'après filtration de l'eau à traiter, son pH est stabilisé pour éviter toute précipitation ou cristallisation des minéraux dissous.

29 85 0250

Figure 1

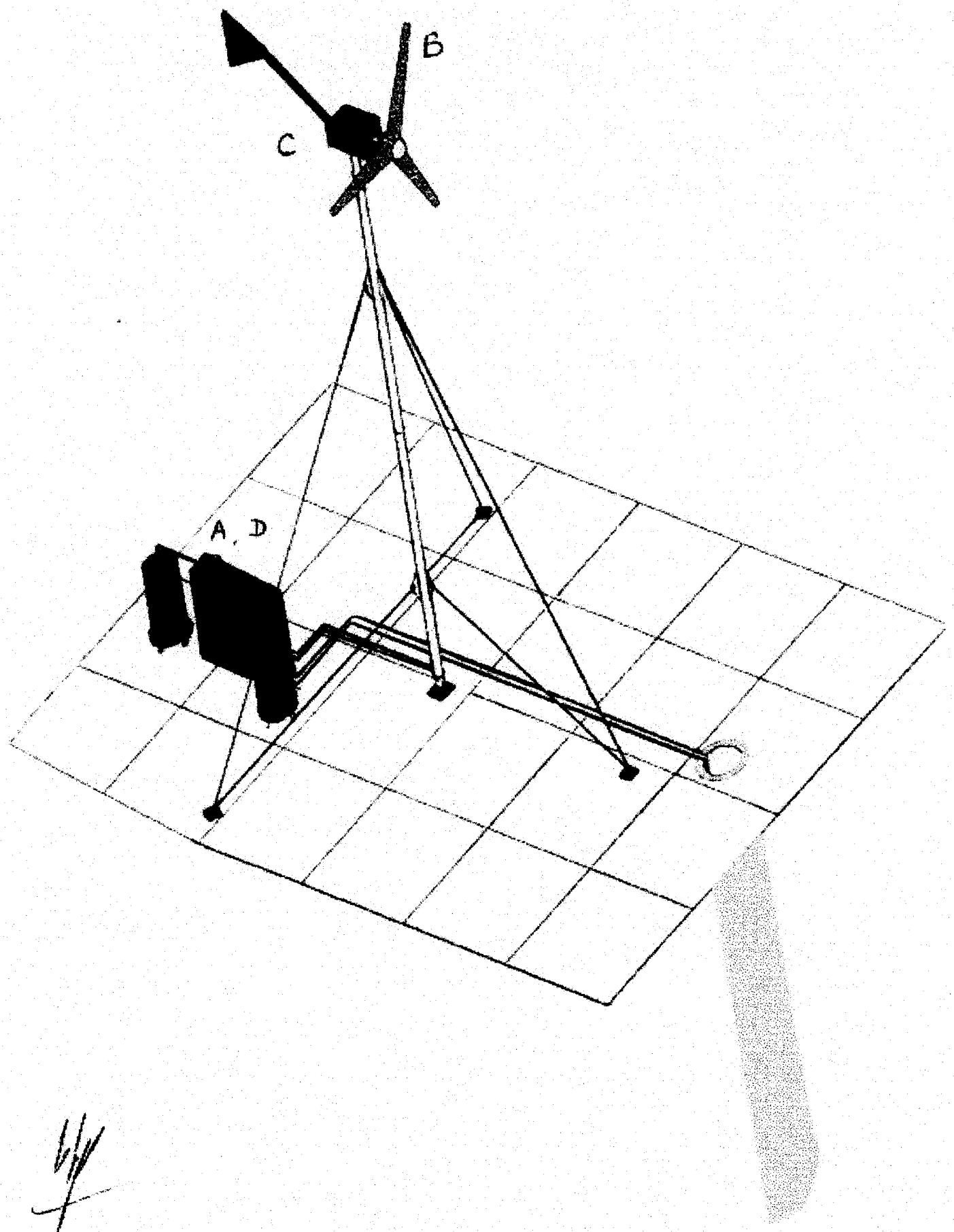
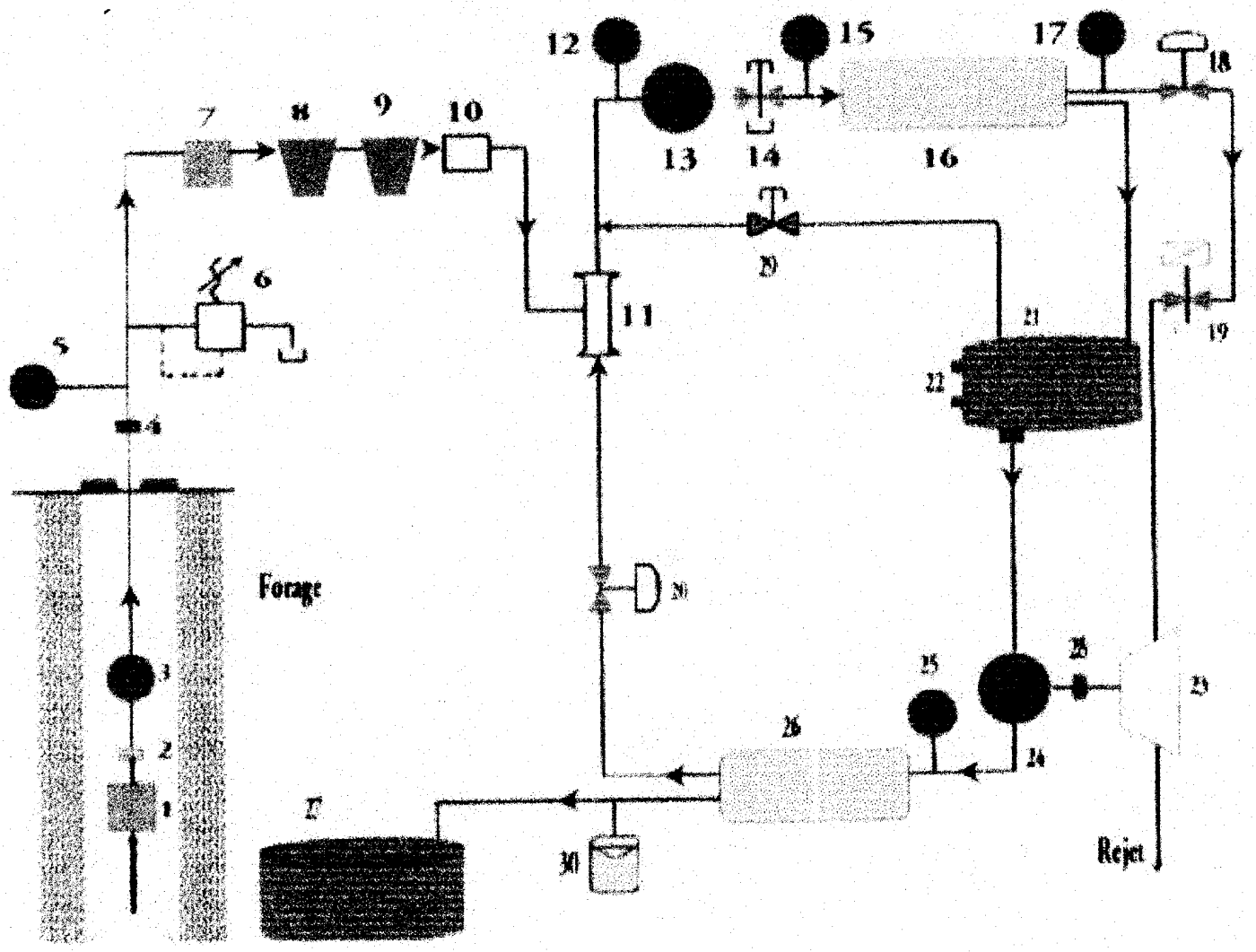
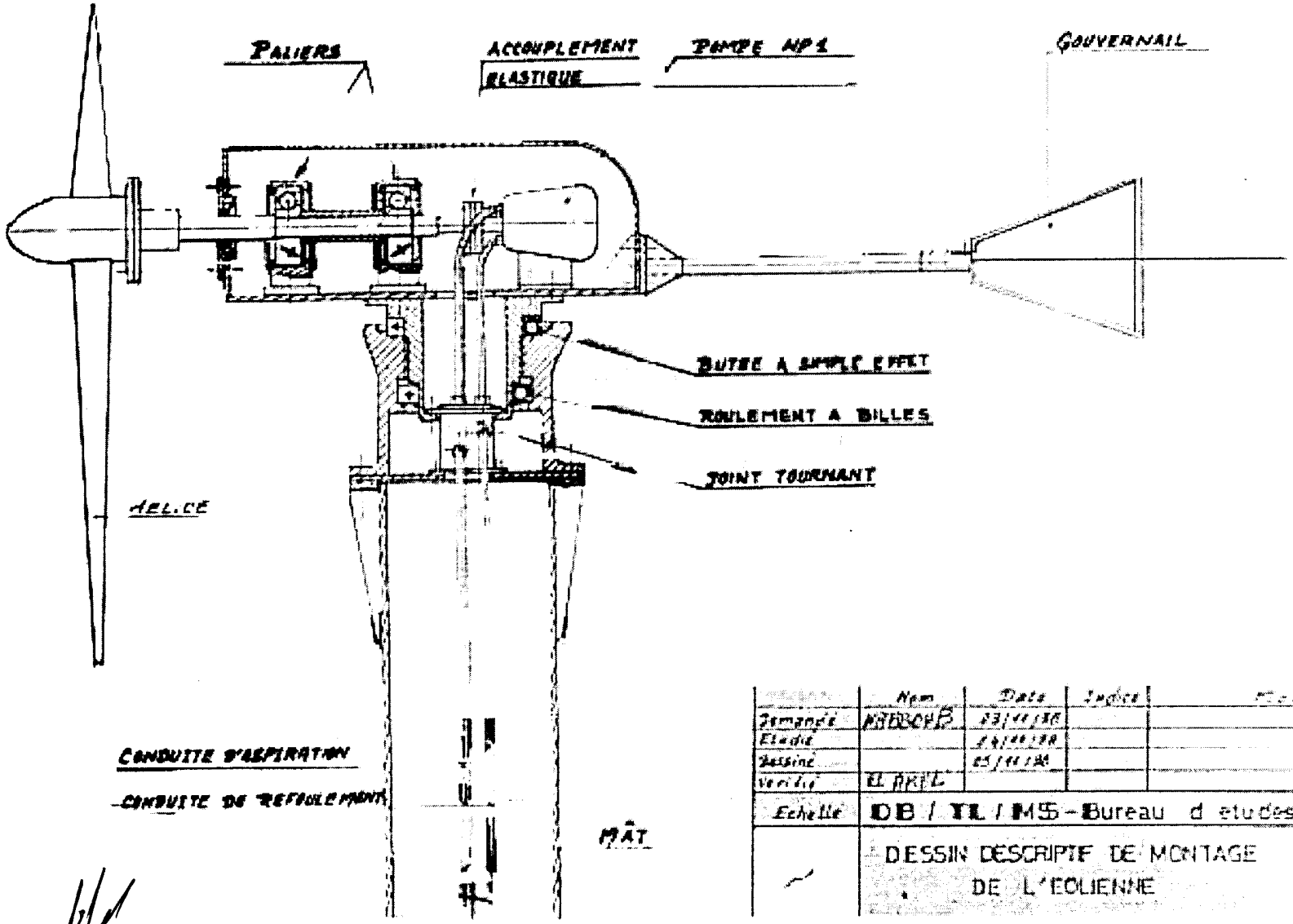


Figure 2



1. Crépine
2. Clapet anti-retour
3. Pompe d'alimentation (PA)
4. Clapet anti-retour
5. Manomètre
6. Limiteur de pression
7. Crépine fine
8. Préfiltre 20 microns
9. Préfiltre 5 microns
10. Floostat
11. Tuyère
12. Manomètre HP
13. Pompe HP 1
14. Vanne manuelle (3 voies)
15. Manomètre, pression après module 1
16. Module d'osmose inverse I
17. Manomètre, pression après module I
18. Vanne motorisée (2 voies)
19. Electrovanne (3 voies)
20. Vanne motorisée (2 voies)
21. Réservoir intermédiaire
22. Capteurs de niveau
23. Turbine
24. Pompe HP2
25. Manomètre BP
26. Module d'osmose inverse II
27. Réservoir de production
28. Accouplement mécanique
29. Vanne manuelle (2 voies)
30. Débitmètre.



	Nom	Date	Indice	Modification	Date
Demandé	MEDBOUB	23/11/86			
Etudié		24/11/86			
Dessiné		25/11/86			
Vérifié	EL AKIL				

Echelle	DB / TL / MS - Bureau d etudes	CCP PROSIDERURGIA
	DESSIN DESCRIPTIF DE MONTAGE DE L'EOLIENNE	Dessin n° BE 14 D1 A3

Figure 3