

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE SUPERIEURE EN SCIENCES APPLIQUEES
--T L E M C E N--



المدرسة العليا في العلوم التطبيقية
École Supérieure en
Sciences Appliquées

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المدرسة العليا في العلوم التطبيقية
-تلمسان-

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur

Filière : *Electrotechnique*
Spécialité : *Energie et environnement*

Présenté par : YOUNES Karim

Thème

**Equipement énergétique des entreprises de
grande consommation : Cas d'application
irrigation du projet agricole BNOUD**

Soutenu publiquement, le 09/ 07/2019, devant le jury composé de :

Dr. CHIALI Anis	MCB	ESSA. Tlemcen	Président
Dr. GHOMRI Ep MEDJDOUB Amina	MCA	ESSA. Tlemcen	Directeur de mémoire
Dr. KHERBOUCHE Ep FARADJI Djamila	MCB	ESSA. Tlemcen	Co- Directeur de mémoire
Dr. KERAI Salim	MCA	Université de Tlemcen	Examineur 1
Dr. LASSOUANI Fatiha	MCB	ESSA. Tlemcen	Examineur 2

Année universitaire : 2018 /2019

◦◦◦Remerciements◦◦◦

Je remercie d'abord ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la force, la patience et la volonté pour achever ce travail.

Dans le cadre d'une soutenance d'ingénieur et de master, je remercie en premier lieu l'Ecole Supérieure des Sciences Appliquées de Tlemcen (ESSAT) d'avoir contribué à ma formation d'ingénieur en électrotechnique, d'autant plus que notre promotion est la première depuis sa création et dans un domaine aussi pionnier que celui des énergies renouvelables. Durant ces cinq années passées au sein de cette école j'ai développé un esprit d'appartenance aux valeurs incrustées aux élèves de l'école.

Je tiens à remercier Messieurs :

- le directeur ROUISSAT Bouchrit qui s'est impliqué corps et âme pour la réussite de cette école, je profite à l'occasion de cet humble projet, pour vous adresser quelques gentils mots de remerciements et de reconnaissance.

- Mes encadreurs le Docteur : A. GHOMRI et Docteur D. KHERBOUCHE et à qui revient l'honneur de ma participation à un projet concret et pratique dans le domaine de l'électrotechnique (Projet Bnoud) qui a un impact national, répondant à une stratégie économique.

- Mon co-encadreur à l'entreprise Mr. Mohamed Nadjib BAGHELLI, qui malgré sa charge de travail m'a énormément aidé et à qui revient une grande part de la réalisation de ce projet.

- Je remercie également Chiali anis MCB à l'ESSA Tlemcen d'avoir accepté d'être président de notre jury, aussi les Dr Kerai. Salim et Dr. Lassouani Fatiha pour leurs expertises au temp qu'examineurs.

- les professeurs qui ont intervenu dans un cadre académique ou personnel dans mon cursus, qui ont toute ma gratitude.

- l'ensemble de l'équipe du groupe industriel : KHERBOUCHE qui travaille sur le projet « Bnoud », où il a régné une ambiance de travail très coopératif et professionnel.

- Mr. Fethi KHERBOUCHE (PDG du groupe KHERBOUCHE) qui a joué un rôle majeur dans la réalisation de ce PFE, sans qu'il manque un jour, de répondre à chacun de mes appels.

-Mes parents : le père YOUNES Abdelhamid, qui est élève de l'Université de Louvain qui avait cumulé une grande expérience dans le domaine industriel, à la retraite actuellement et qui avait mobilisé toutes ses connaissances théoriques et pratiques, et même ses relations personnelles pour mener à bien ce projet.

Résumé :

Dans ce projet de fin d'étude nous avons fait l'étude de l'équipement d'une entreprise de grande consommation (un méga projet agricole – projet Bnoud), nous avons déterminé les composantes de l'installation afin d'estimer la consommation de cette entreprise, ensuite nous avons fait une étude des coûts des différentes solutions énergétiques (solution solaire, solution réseau électrique et solution groupe électrogène) , on plus de la contribution pratique nous avons fait des recommandation à l'entreprise pour qu'elle puisse faire un choix objectif pour l'alimentation fiable et à long terme (15 à 20 ans).

Abstract :

In this engineering project we studied the equipment of a company of large consumption (a mega agricultural project - Bnoud project), we determined the installation components in order to estimate the consumption of this company, then we have made a study of different energy solutions (solar solution, electrical network solution and generator set solution), after a practical contribution in the project we made recommendations to the company for which chip to make an objective choice for reliable and long-term power supply (15-20 years).

ملخص:

في مشروع نهاية الدراسة هذا، درسنا تجهيز شركة سلع استهلاكية كبيرة (مشروع زراعي ضخمة مشروع بنود)، حددنا التجهيزات الطاقوية للمشروع من أجل تقدير استهلاك هذه الشركة، ثم قمنا بدراسة دراسة للتكلفة لحلول وسائل التزويد بالطاقة المختلفة (ل الطاقة الشمسية، الشبكة الكهربائية وحلول مجموعة المولدات) بالإضافة الى المساهمة الميدانية قدمنا توصيات إلى الشركة حتى تتمكن من الاختيار الموضوعي لإمدادات الطاقة الموثوقة والطويلة الأمد (15-20- سنوات).

Table des matières :

Introduction générale :	- 1 -
Chapitre 1 : synthèse Bibliographique	- 4 -
Introduction :	- 4 -
1.1 Pompe :	- 5 -
1.2 Les pompe à cage d'écureuil	- 5 -
1.3.1 Partie stator	- 5 -
1.3.2 Partie Rotor :	- 6 -
1.3.3 Principe de fonctionnement des MAS (à cage d'écureuil) :	- 7 -
1.3.4 Logiciel de l'entreprise Caprari :	- 9 -
1.3 Transformateur	- 12 -
1.5.1 Définition d'un transformateur :	- 12 -
1.5.1 Les transformateurs réels :	- 14 -
1.5.2 Refroidissement des transformateurs :	- 16 -
1.5.3 Fiche technique :	17
1.4 Pivot :	18
1.6.1 Rampe d'arrosage :	19
1.6.2 Les produits du groupe KHERBOUCHE :	19
1.6.3 Consommations des pivots du groupe KHERBOUCHE :	20
1.5 Bassin géomembrane :	21
1.7.1 Introduction :	21
1.7.2 Matière de GMB :	21
1.7.3 Les types de GMB les plus usuellement fabriqués :	22
1.7.4 Mise en œuvre des GMB [11] :	22
1.6 Groupe électrogène :	23
1.8.1 Plaque signalétique type	25
1.9 Organigramme de l'irrigation :	26
1.10 Conclusion :	27
Chapitre 1 : étude pratique du terrain	31
INTRODUCTION :	31
2.1 EPANET :	32
2.2 AutoCAD :	35
2.3.1 DESCRIPTION GENERALE DE L'AUTOCAD :	35
2.3.2 Manipulation sur AutoCAD :	35
2.3 Google Earth pro	38
2.4 Poste électrique :	39
2.5 Détermination du cahier de charges préliminaire :	41
2.6 Proposition d'alimentation photovoltaïque :	42

2.7	Proposition d'emplacement du réseau électrique pour le projet Bnoud :.....	43
2.8	Conclusion	44
Chapitre 3 : partie pratique		46
3.1	Situation actuelle de projet Bnoud :	46
3.1.1	Présentation du site Bnoud :.....	46
3.1.2	L'agriculture actuelle :	47
3.2	Résultat de la simulation avec EPANET :	47
3.3	Basin géomembrane :.....	50
3.4	Le groupe électrogène :.....	51
3.5	Pompage :.....	55
3.6	Les étapes du forage :.....	55
3.7	Pivot :	59
Chapitre 4 Analyse financière.....		62
4.1	Introduction :.....	62
4.2	Solution énergie solaire :.....	62
4.2.1	Cahier de charges pour les pivots :.....	62
4.2.2	Cas d'application de la solution énergie solaire pour tous les pivots	64
4.2.3	Cas d'application de la solution énergie solaire pour toutes les pompes :.....	65
4.2.4	Cas d'application de la solution solaire pour tous les pivots :	66
4.3	Solution groupe électrogène :.....	67
4.3.1	Solution groupe diesel pour les pivots :.....	67
4.3.2	Solution groupe diesel pour les pompes :	69
4.4	Solution réseau électrique	71
4.4.1	Le cout pour la solution énergie solaire pour les pivots :	72
4.4.2	Le cout pour la solution énergie solaire pour les pompes :.....	73
4.5	Diagnostic finale :	74
4.6	Analyse des résultats :	80
Conclusion générale.....		81
Perspectives		83
Bibliographie.....		84

List des figures :

Figure1. 1 : schéma du bobinage du stator	5 -
Figure1. 2 : bobinage d'un stator.....	6 -
Figure1. 3 : Rotor à cage d'écureuil.....	6 -
Figure 1.3. 1 Schéma explicatif des étages de la pompe [3].	7 -
Figure 1.3. 2 : les étages d'une pompe immerger vue de l'intérieure de la pompe [4].	7 -
Figure 1.3. 3 : schéma descriptif d'une pompe de 3.5 m de hauteur.	8 -
Figure1. 4 : interface de Logiciel de l'entreprise Caprari.....	9 -
Figure1. 5 : choix des tipe de pompe sur le logiciel Caprari	10 -
Figure1. 6 : exemple de choix de pompe selon le besoin	11 -
Figure1. 7 : représentation du noyau de faire.....	12 -
Figure1. 8 : quelque transformateur réel [7]	15 -
Figure1. 9 : type d'huile de refroidissement / puissance [6].....	16 -
Figure1. 10 : description (transformateur de puissance [7]	16 -
Figure1. 11 : Fiche technique d'un transformateur [7]	17
Figure1. 12 : Rampe d'arrosage Photo IRRAGRIS [9]	18
Figure1. 13 : photo prise sur le site Bnoud.....	19
Figure1. 14 : produit du groupe Kherbouche.....	20
Figure1. 15 : : laize du groupe Kherbouche - produit actuel du GK	21
Figure1. 16 : Moteur Diesel du groupe électrogène[12].....	23
Figure1. 17 : Système de refroidissement du moteur*[12].....	23
Figure1. 18 : Alternateur du groupe électrogène	24
Figure1. 19 : Photo prise au sein du groupe	25

Figure 2. 1 : les étages d'une pompe immerger vue de l'intérieure de la pompe [4].....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 2. 2 : schéma descriptif d'une pompe de 3.5 m de hauteur.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 2. 3 : partie active d'un transformateur triphasé.[8].....	14 -
Figure 2. 4 capture d'encrant sur EPANET 2.0.....	32
Figure 2. 5 : paramétrage des appellations des outils sur EPANET 2.0.....	33
Figure 2. 6 : paramétrage de l'unité de débit (Litre pare grande // LPS)	33
Figure 2. 7 : conception de schéma hydraulique pour le projet Bnoud	34
Figure 2. 8 : schéma initiale fournie par le GK	35
Figure 2. 9 : répartition des zone exploitation sur autoCAD 2017	36
Figure 2. 10 : du réseau hydraulique et les pivots sur autoCAD 2017.....	36
Figure 2. 11 : démonstration des pivots sur la zone 1 sur autoCAD 2017.....	37
Figure 2. 12 : démonstration du réseau hydraulique sur la zone 1 sur autoCAD 2017.....	37
Figure 2. 13 : démonstration du site sur Google Earth.....	38
Figure 2. 14 : capture de la fiche de description du poste prévue	39
Figure 2. 15 : capture du schéma du poste complet	39
Figure 2. 16 : schéma unifilaire du post électrique	40
Figure 2. 17 : proposition du réseau électrique	43

Figure 3. 1 : photo site Bnoud	46
Figure 3. 2 : Exploitation du site Bnoud.....	47
Figure 3. 3 : simulation du réseau hydraulique sur EPANET 2.0.....	47
Figure 3. 4 : vérification du débit des pivots les plus loin du bassin géomembrane	48
Figure 3. 5 : vérification du débit des pivots les plus loin du bassin géomembrane	48
Figure 3. 6 : : vérification du débit des pivots les plus loin du bassin géomembrane	49
Figure 3. 7 : résultat total sous forme de tableau	49
Figure 3. 8 : bassin géomembrane du site Bnoud	50
Figure 3. 9 : Alimentation d'une pompe de 70 Ch avec un groupe de 160 KVA actuellement employé au site Bnoud.....	51
Figure 3. 10 : Automate du groupe de 160 KVA.....	52

Figure 3. 11: Manet pour l'alimentation de l'automate.....	53
Figure 3. 12 : l'automate une fois alimenté.....	53
Figure 3. 13: alternateur du groupe	54
Figure 3. 14: moteur du groupe.....	54
Figure 3. 15: premier forage du site Bnoud	55
Figure 3. 16: relai de niveau.....	56
Figure 3. 17: Pompe de 70 Ch dans l'atelier de réparation-actuellement	56
Figure 3. 18: ouvrage de pompage finale.....	57
Figure 3. 19: armoire de la pompe 70 Ch actuellement on reparation	57
Figure 3. 20: armoire d'une pompe puissante (100 L/s).....	58
Figure 3. 21 : L'installation actuelle dans le site Bnoud	58
Figure 3. 22 : pivot de 40 Ha actuellement utilisé.....	59
Figure 3. 23: un groupe similaire a celui utilisé actuellement.....	59
Figure 3. 24 : L'un des moteurs d'un pivot du site Bnoud.....	60
Figure 3. 25 : les deux roues qui sont alimenté par le moteur et font tourner le pivot	60

Liste des tableaux

Tableau 4. 1 Cahier de charges pour un seul pivot	62
Tableau 4. 2 : Cout d'investissement à court et à longue terme.....	63
Tableau 4. 3 : Cas d'application de la solution énergie solaire pour tous les pivots.....	64
Tableau 4. 4 : cahier de charges pour une seul pompe	65
Tableau 4. 5 : cout d'investissement pour les pompes	66
Tableau 4. 6 : Solution groupe diésel pour les pivots.....	67
Tableau 4. 7 : Etude de coût du groupe diésel pour les pompes	70
Tableau 4. 8 : cout pour la solution énergie solaire pour les pivots	72
Tableau 4. 9 : cout pour la solution énergie solaire pour les pompes	73
Tableau 4. 10 : Solution 1 : solu-tion du groupe Kherbouche	74
Tableau 4. 11 : Le cout de la solution 1.....	75
Tableau 4. 12: Le cout de la solution 2 (33%).....	75
Tableau 4. 13 : solution impact environnemental	76
Tableau 4. 14 : Solution 3 / impact environ-nemental.....	76
Tableau 4. 15 : cout du KWH pour les différent solution.....	79
Tableau 4. 16 : pourcentage de la Solution 5 / solution Y.K	82

INTRODUCTION GENERALE

L'énergie constitue un élément important dans tous les secteurs, elle joue un rôle dans la production, la conversion, la transformation, le traitement et même la commercialisation. En effet l'énergie représente 40% des charges de l'industrie. La croissance des rendements et de la production dépend de l'énergie, surtout dans le secteur agricole.

Dans la plupart des pays d'Afrique, et à cause de la situation géographique le choix des ressources énergétiques devint plus large comparer aux autres pays du monde ce qui peut conduire à des avantages, tels que, de meilleurs revenus (possibilités d'avoir un cout réduit), de nouvelles chances d'emploi et le développement agro-industriel. Dans ce contexte, l'énergie apparaît comme un « moteur » du développement. Plus qu'un simple rapport économique.

D'après une étude effectuée par la FAO¹. Dans l'Afrique sub-saharienne, trente pays ont connu des niveaux de sécurité alimentaire bas ou même dangereusement bas, de 1991 à 1993. De nombreux autres pays de la région auront besoin d'aide en raison d'insuffisances dans leur production alimentaire. Pour parvenir à ce que « toute personne, en tout temps, puisse se procurer la nourriture dont elle a besoin pour pouvoir mener une vie saine et active », il faudra nécessairement disposer d'une **énergie** de meilleure qualité et en plus grande quantité.

La réalisation de cette étude de la FAO s'est butée à un obstacle majeur : le manque de données concernant la consommation d'énergie du secteur agricole, surtout celle des petites fermes et des petits producteurs. Ceci est dû au peu d'attention habituellement accordé à ce sous-secteur énergétique par les institutions de l'énergie et de l'agriculture, ce qui explique sans doute en grande partie les problèmes qu'affronte le développement énergétique rural. Les données disponibles sont généralement incomplètes, souvent peu fiables, éparpillées entre diverses sources et rarement compilées de manière ordonnée.[1]

On peut confirmer à ce niveau que si un organisme tel que la FAO tire la sonnette d'alarme en ce qui concerne **l'Energie pour les activités agricoles** à l'échelle de l'Afrique, cela veut dire que c'est un très grand problème auquel s'expose l'Afrique, quant à l'Algérie, elle a été pendant longtemps considérée comme un leader de l'Energie.

Dans l'industrie agricole algérienne depuis 2014, les méga projets deviennent une préoccupation du gouvernement algérien. 600.000 hectares sont ainsi réservés afin de créer

¹ Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

INTRODUCTION GENERALE

des entreprises entre locaux et investisseurs étrangers afin de garantir une certaine autosuffisance. [2]

L'un des méga projets qui est en cours de réalisation c'est le projet Bnouh qui est un projet agricole réalisé dans une région qui se situe à proximité d'une cinquantaine de kilomètres d'El Bayadh, il consiste à réaliser une production agricole à grande échelle avec des moyens appropriés.

L'objectif de ce projet de fin d'étude est de faire une étude sur l'équipement énergétique approprié à l'irrigation du projet Bnouh.

Le manuscrit comporte quatre grandes parties : Dans la première partie de ce mémoire, nous avons donné une synthèse bibliographique qui rassemble des descriptions essentielles sur les matériaux utilisés dans la réalisation du projet Bnouh. La deuxième partie fait l'objet de l'étude de terrain par un ensemble de logiciels tel que (AutoCAD, Google Earth pro, Epanet). La troisième partie consiste à faire une étude pratique sur terrain et tester l'un des moyens d'alimentation notamment le groupe électrogène de 160KVA et le forage. Dans la quatrième partie nous avons étudié l'intérêt du développement d'une stratégie d'alimentation en électricité adaptée aux besoins du projet, notamment par réseau Sonelgaz, Groupe diesel et par l'énergie solaire nous avons étudié aussi les solutions mixtes des différentes méthodes d'alimentations, cette partie comporte la justification des choix proposés à l'entreprise.

Notre mémoire est clôturé par une conclusion générale.

Chapitre 1 :

Synthèse Bibliographique

Introduction :

L'irrigation consiste à amener l'eau aux plantes cultivées artificiellement pour augmenter la production et permettre leur croissance naturelle, dans les zones arides on se trouve face à un déficit hydrique provoquée par un déficit de précipitations ou d'échange excessif ou une diminution de la nappe. Parmi les moyens employés on peut construire des canaux d'irrigation sur les pistes pour le transport par eau, et parfois en haute montagne. *Selon l'enquête hydrologique internationale, l'irrigation est un approvisionnement industriel en eau à terre à des fins agricoles.* Si le système d'irrigation est mal conçu cela peut être source de pas mal de problèmes, ce qui met notre agriculture en danger. Alors, afin d'assurer que nos plantes restent vertes et saines, nous devons prendre en considération le facteur d'alimentation en électricité du système d'irrigation afin qu'il n'y ait pas des ruptures et que l'eau puisse s'écouler à tous moments, voilà pourquoi nous réaliserons le projet de l'alimentation du système irrigation.

Pour réaliser l'irrigation, dans notre projet nous avons recours à plusieurs pompes vu le besoin en eau dans un pareil méga projet d'agriculture, d'où la nécessité de détailler le principe de fonctionnement, des pompes actuellement commercialisées, qui sont à base de moteur asynchrone, à cage d'écureuil. Partant de cela nous avons détaillé le mode de fonctionnement des moteurs asynchrones d'une manière générale et puis le moteur à cage d'écureuil, ceci sera élucidé avec un logiciel industriel du Groupe KHERBOUCHE pour déterminer la meilleure pompe sachant le rapport besoin/propriété.

1.1 Pompe :

Les machines asynchrone "MAS" sont des machines dont la vitesse de rotation de l'arbre mécanique est différente de la vitesse de rotation du champ tournant ; nous trouverons deux types :[2]

- Les machines à induction. Les courants qui y circulent sont induits.
- Les machines à collecteur.

1.2 Les pompe à cage d'écureuil

1.3.1 Partie stator

Le stator est constitué de 3 bobinages, chaque bobinage est biphasé de $\pi/3$ et de 120° chose qui une fois, alimentée par une source triphasée crée un **champ tournant** (**champ** magnétique **tournant** tout **champ** dont les vecteurs représentatifs ont un mouvement de rotation autour d'un axe. C'est le cas d'un aimant en fer à cheval en rotation autour de son axe de symétrie qui crée une induction **tournant** à la même vitesse.) [3], le schéma de bobinage ressemble à ceci :

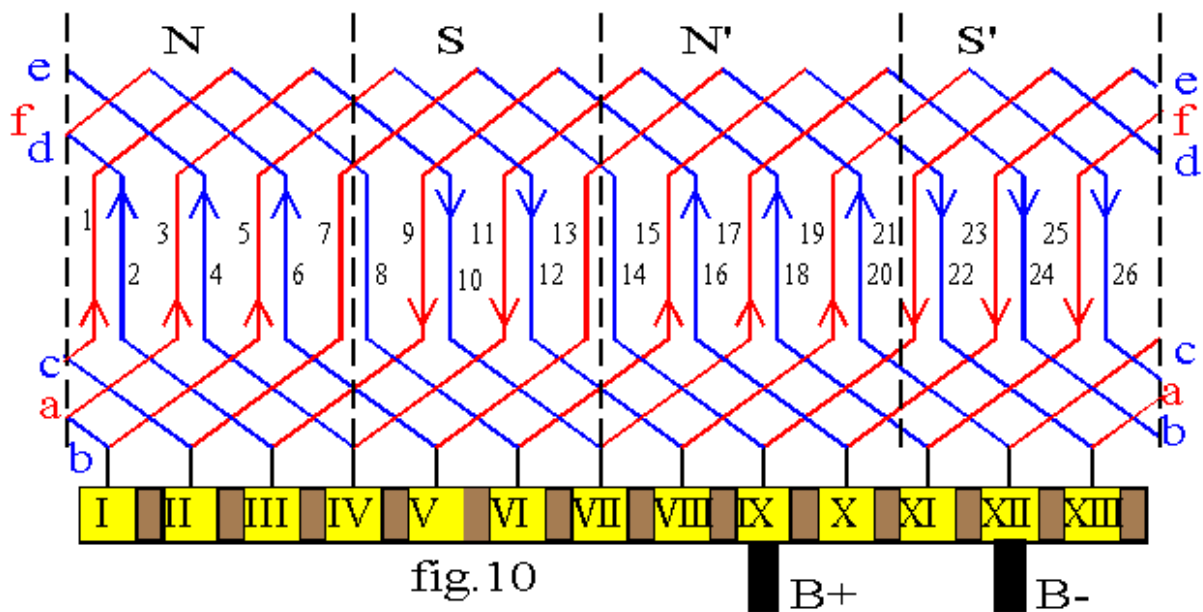


Figure1. 1 : schéma du bobinage du stator

La figure suivante représente un exemple de stator bobiné,



Figure1. 2 : bobinage d'un stator

1.3.2 Partie Rotor :

Le rotor d'une manière générale porte l'enroulement où circulent les courants induits. On trouve deux types :

- Machines asynchrones à cage d'écureuil : Un rotor constitué de tôles de façon à former un cylindre comportant des encoches, les extrémités sont court-circuitées par des couronnes de même nature formant une cage d'écureuil. Le coût de ce genre de machine est très attractif, on trouve dans le milieu industriel deux types dominants : à cage d'écureuil et le rotor massif

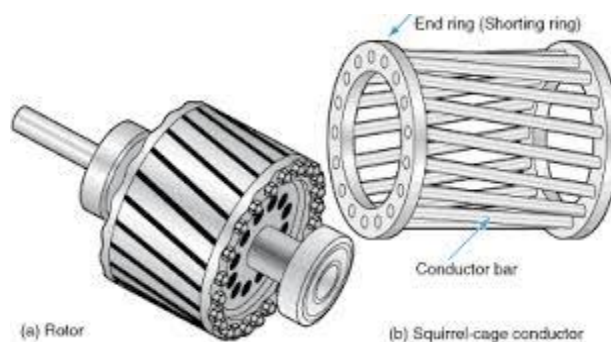


Figure1. 3 : Rotor à cage d'écureuil

1.3.3 Principe de fonctionnement des MAS (à cage d'écureuil) :

Le rotor parcouru par un champ tournant crée par le stator crée une **f.é.m.** (Force électromotrice. La force électromotrice (**f.é.m.**), est un des paramètres caractéristiques d'un générateur électrique. Elle est, contrairement à ce qu'indique son nom, homogène à une tension et s'exprime en volts.), dans ce cas on a un courant rotorique induit dans la mesure où ces enroulements sont fermés sur eux-mêmes. La loi de Lenz fait que le courant s'oppose à la cause qui lui a donné naissance.

Dans notre recherche nous avons trouvé des brevets d'invention aux états unis d'Amérique qui nous ont permis de mieux comprendre ce que c'est qu'une pompe immergée, le principe du stator et rotor reste le même mais on ajoute dans l'arbre de rotation des étages pour aspirer l'eau à de grandes profondeurs. [3]

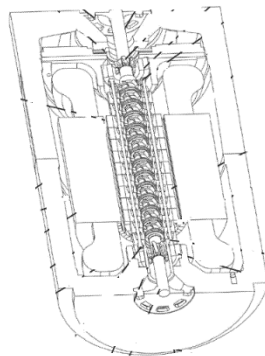


Figure 1.3. 1 Schéma explicatif des étages de la pompe [3].

C'est étage sont très similaire aux pompes utilisées dans la plus part des pompes industrielles, surtout dans notre cas, les pompes de l'entreprise Caprari (dont le groupe Kherbouche est le représentant officiel de la marque en Algérie).

Dans une étude de pompe à rotor commandé (commande de la vitesse) nous avons un schéma un peu plus claire que ce dernier [4] :

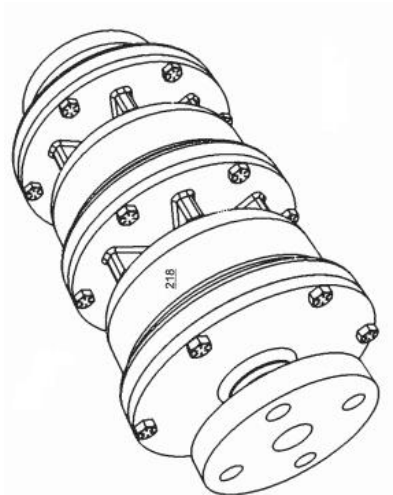


Figure 1.3. 2 : les étages d'une pompe immergée, vue de l'intérieure de la pompe [4].

Ce schéma fait office de compresseur (une unité fondamentale des pompes industrielles). Dans l'arbre de rotation on trouve plusieurs étages avec des hélices très bien étudiées qui aspirent l'eau, à mesure que la profondeur est grande on trouve plusieurs étages, et c'est la raison pour laquelle on trouve des pompes qui font 3 m de hauteur comme vous pouvez la remarquer dans la fiche descriptive de Caprari :

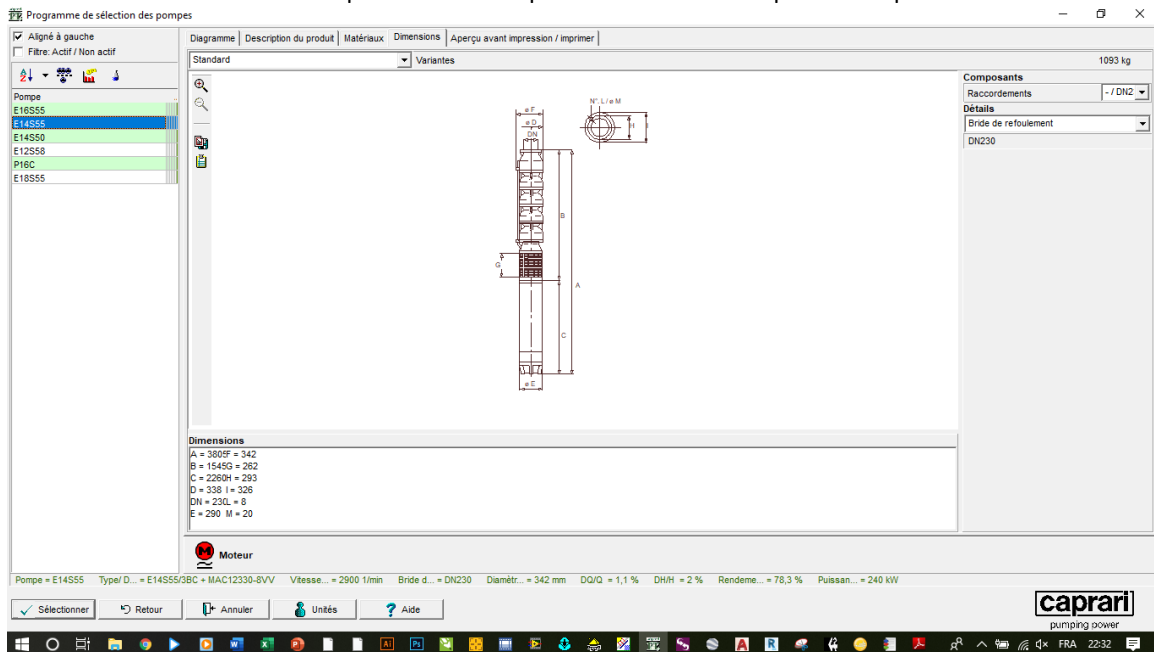


Figure 1.3. 3 : schéma descriptif d'une pompe de 3.5 m de hauteur.

Dans un travail de recherche extrait développé dans le domaine de pompage très intéressant qui concerne le pompage de haut débit nous avons trouvé une technique de pompage appelé méthode de démarrage ESP avec Les filtres de puissance passifs sont conçus pour améliorer la qualité de l'alimentation globale du système ESP [5].

Cette méthode est très courante chez Siemens, cette méthode se traduit dans le terrain dans l'armoire électrique des pompes, qui comporte parfois un variateur de vitesse (automate pour les pompes puissantes).

Vu que cette étude ne porte pas sur le pompage nous pouvons à ce niveau dire que le pompage est un domaine très développé voire même un domaine de recherche permanent.

1.3.4 Logiciel de l'entreprise Caprari :

Désormais on va énumérer le matériel disponible chez le groupe KHERBOUCHE (représentant officiel de la marque Caprari). On utilise le logiciel de simulation des pompes fourni par le groupe : CAPRARI PUMP TUTOR V2.

Présentation du logiciel : c'est un simple logiciel qui nous donne un aperçu sur les pompes qui conviennent selon le débit qu'on souhaite et la profondeur du puits, l'interface du logiciel ressemble à ceci :



Figure1. 4 : interface de Logiciel de l'entreprise Caprari

En appuyant sur “sélection hydraulique” on a accès à cette fenêtre, cela nous permet de préciser les types de pompe (électropompes immergées / axe verticale, pompes submersibles, pompes monoblocs / à axe horizontale)

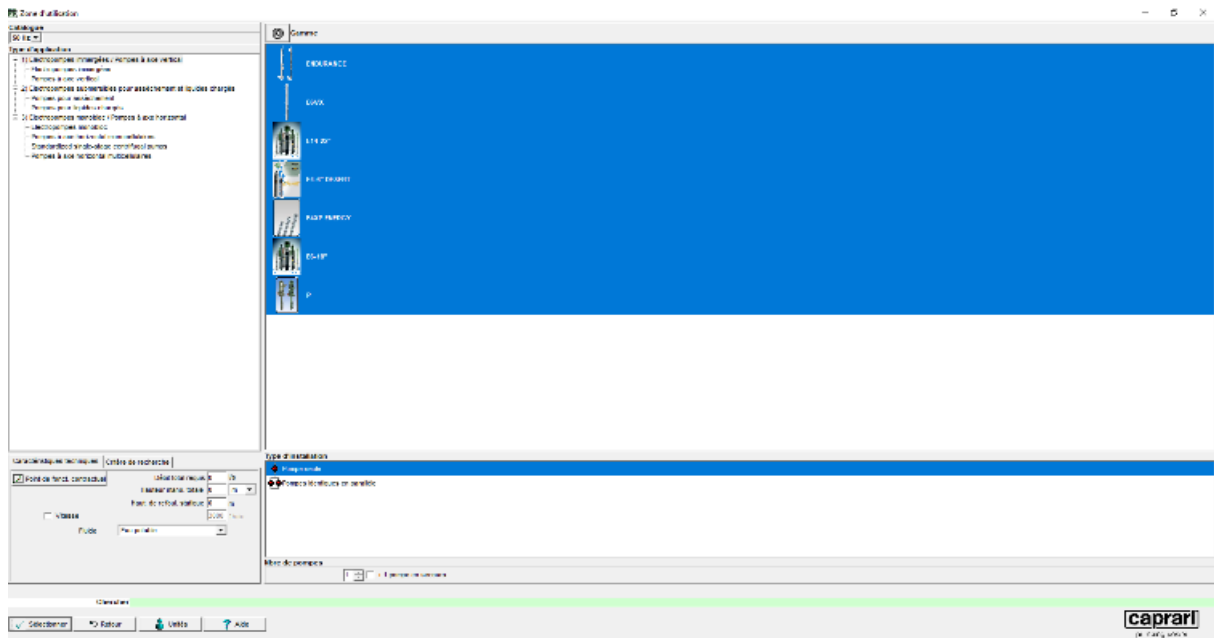


Figure1. 5 : choix des types de pompe sur le logiciel Caprari

Après avoir précisé les types de pompe “ par exemple les pompes immergées” avec un débit de 40L/S et une profondeur maximale de 100 mètres, le programme nous donne les références du produit qui pourrait garantir un pareil fonctionnement, et les courbes de fonctionnement qui sont superposables en termes de puissance et de rendement- voire annexe 4 “ fiche technique pompe Caprari “.

On choisit le produit qui nous convient à condition qu'il soit disponible, on aura accès aux différentes caractéristiques de ce produit tel que vous pouvez le remarquer dans la fenêtre suivante en termes de diminution de la pompe et la fiche technique chose qui nous informe au plus haut point.

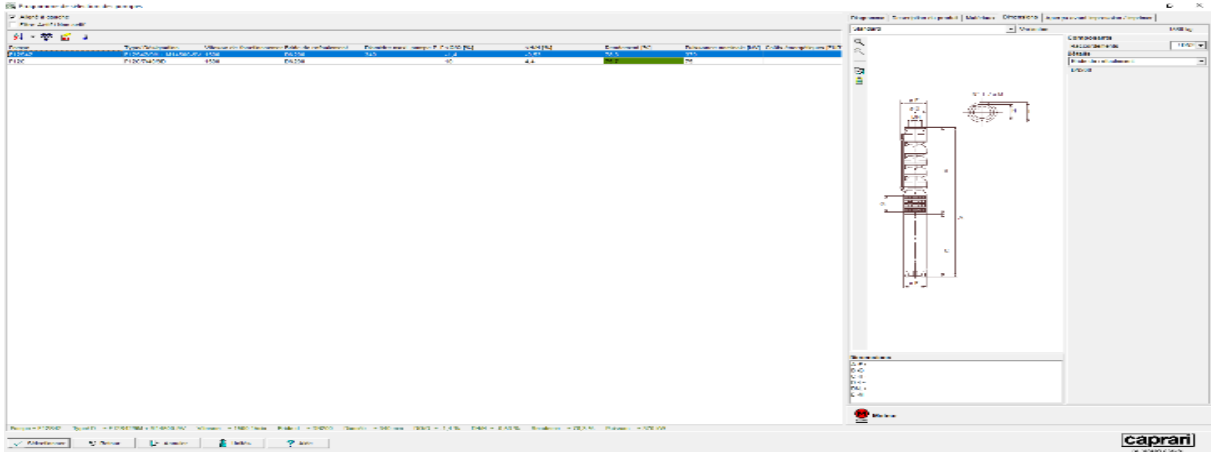


Figure1. 6 : exemple de choix de pompe selon le besoin

Après cela on imprime la fiche technique des pompes comme par exemple dans annexe 4.

Remarque :

Dans une pompe il n'y a pas que le moteur comme vous pouvez le remarquer, le moteur ne sert qu'à fournir un mouvement de rotation pour faire tourner le compartiment d'aspiration qui est à base d'hélices et qui sont connectées au rotor par divers systèmes tels que le system bagues / étrangleurs. Les pompes les plus fabriquées sont à base de moteur asynchrone à cage d'écureuil dans le cas les pompes immergées, car ils ne coutent pas trop cher par rapport aux autres types de machines,

1.3 Transformateur

Les transformateurs constituent une partie fondamentale de ce projet, vu que pour alimenter les pompes, on aura besoin d'une grande quantité d'énergie dont on ne peut pas se permettre de la générer à partir des groupes électrogènes énergivores en carburants.

Dans cette partie nous n'allons pas nous étaler sur la théorie plus que la pratique car on est obligé de maîtriser l'installation et la maintenance d'une vingtaine de transformateurs extrêmement coûteux.

1.5.1 Définition d'un transformateur :

Le transformateur est un convertisseur de tension et de courant (U_1/I_1) électriques alternatifs à son entrée, en un système de tension et courant (U_2/I_2) à sa sortie, en conservant sa fréquence.

Noyau de fer afin de concentrer le flux dans un itinéraire bien défini, il existe une méthode très pratique qui consiste à ce que les bobines soient enroulées autour d'une pièce métallique à circuit fermé :

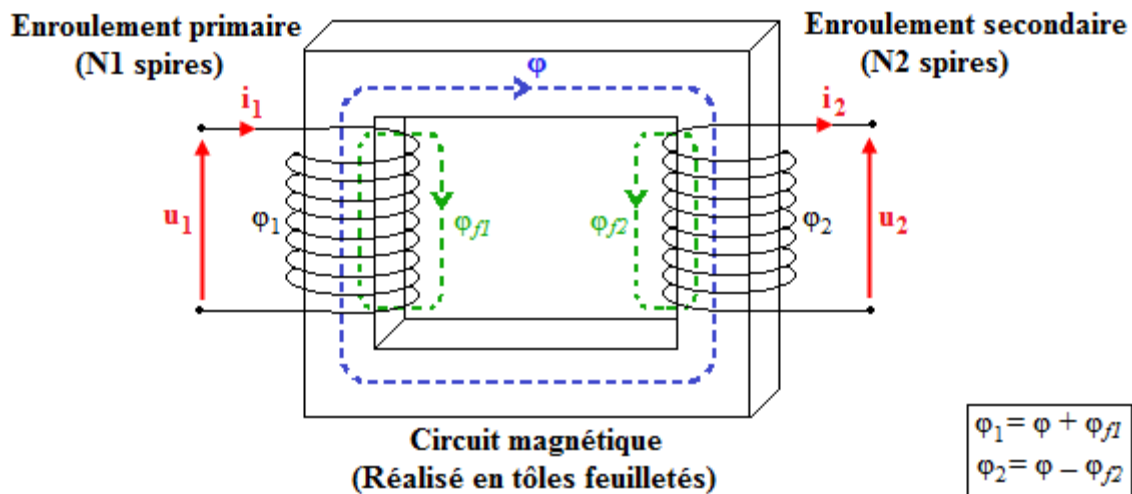


Figure1. 7 : représentation du noyau de faire

Le transformateur parfait :

Afin de comprendre le fonctionnement général du transformateur, on peut adopter les hypothèses simplificatrices suivantes :

- Pas de pertes (résistances des fils nulles, pas d'hystérésis magnétique ni courant de Foucault).
- Pas de fuite magnétique $\phi_1 = \phi_2 = \phi$
- Perméabilité magnétique de la carcasse infinie $\mu \rightarrow \infty$ donc courant magnétisant nul.

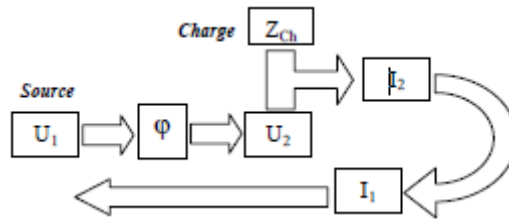


Figure 2.2. 1 : organigramme du transformateur.

Dans ces conditions, la loi de Faraday permet d'établir :

$$u_1 = - e_1 = n_1 \frac{d\phi}{dt} \quad [E1]$$

$$u_2 = e_2 = - n_2 \frac{d\phi}{dt} \quad [E2]$$

Alors :

$$U_2/U_1 = n_2/n_1 \Rightarrow \text{dans ce cas on a le rapport de transformation : } m = U_2/U_1 = n_1/n_2. \quad [E3]$$

Sans oublier le théorème d'ampère et à partir de [E1... E3] cela nous donne comme résultat :

$$I_1 = -n_2/n_1 * i_2 = -m * i_2 \quad [E4]$$

$$U_2 = - m U_1 \text{ ou } u_2(t) = - m u_1(t) \quad [E5]$$

$$I_1 = - m I_2 \text{ ou } i_1(t) = - m i_2(t) \quad [E6]$$

Principe de fonctionnement :

Un transformateur est un appareil statique à induction, c'est un système de courants alternatifs en un autre système de courants alternatifs d'intensités et de tensions généralement différentes mais de même fréquence

Son fonctionnement est basé sur l'interaction électromagnétique de deux ou de plusieurs circuits immobiles l'un par rapport à l'autre. Si deux bobines sont placées sur un même circuit magnétique, et si l'une des bobines, dite primaire, est reliée à une source de courants alternatifs, elle crée dans le noyau un flux alternatif dont les variations provoquent dans la deuxième bobine, dite secondaire, une force électromotrice d'induction alternative de même fréquence que celle du courant d'alimentation. [8]

Le transformateur comporte deux parties essentielles :

Partie active :

- Le circuit magnétique :

Un circuit magnétique est un assemblage de tôles d'acier magnétique, isolées les unes des autres pour diminuer les pertes par courants de Foucault, destiné à canaliser le flux.

- Les Enroulements :

Les enroulements sont constitués de conducteurs de section ronde ou rectangulaire, enroulés en bobines sur les colonnes du transformateur.

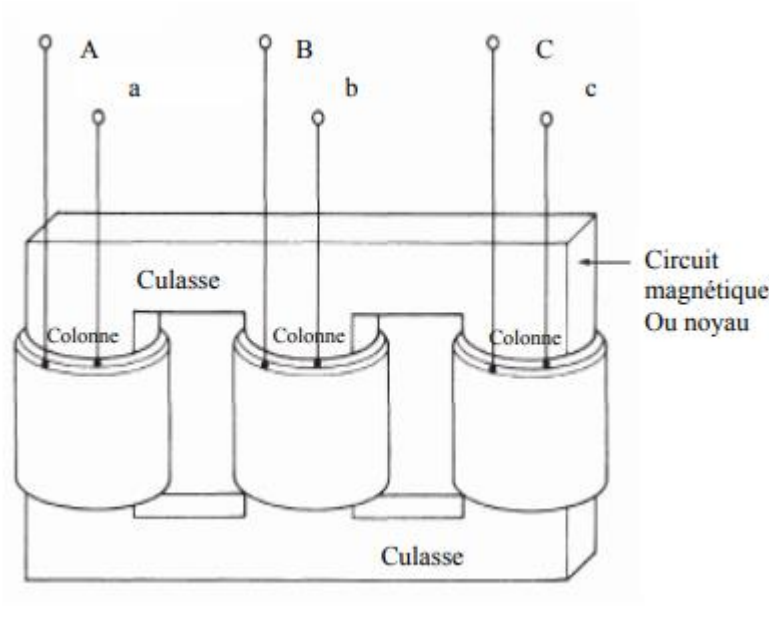


Figure 2. 1 : partie active d'un transformateur triphasé.[8]

Partie constructive

- La cuve

La construction de la cuve est liée au calcul thermique du transformateur. En général la cuve des transformateurs de puissance est de forme ovale, installée sur un chariot avec galets prévus pour supporter le poids total des parties actives et de l'huile de refroidissement

- Couvercle de cuve et sorties

Sur le couvercle sont placées plusieurs pièces dont les plus importantes sont :

- Les isolateurs de sorties pour assurer une liaison électrique entre les réseaux haute tension et moyenne tension et les enroulements. Dans les transformateurs prévus pour une tension ne dépassant pas 35 kV on utilise des isolateurs en porcelaine remplis d'air ou d'huile. Par contre dans les transformateurs de 110 kVA et plus, on utilise des isolateurs en porcelaine remplis d'huile
- Le tube d'évacuation des gaz pour les transformateurs à puissance apparente de 1000 kVA et plus ;

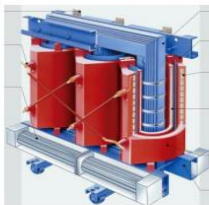
1.5.1 Les transformateurs réels :

Il est important de comprendre qu'avoir des connaissances théoriques ne suffit pas à installer des transformateurs et les entretenir, il est fondamental dans ce cas de

comprendre, de quoi ils sont constitués et quelle est la partie la plus vitale pour un transformateur, et la manière avec laquelle on commande des transformateurs (si ce sont des auto- transformateurs ou seulement des transformateurs avec des positions régnautes).

Je me contenterai pour le moment de citer quelques types généraux de modèles commercialisés de transformateurs, tels que les transformateurs à sec/ immergé comme vous pouvez les voir sur cette figure ci-dessous :

1)- Transformateurs Sec
Imprégnés



Enrobés



2)- Transformateurs immergés hermétiques



3)- Transformateurs immergés respirant



Figure1. 8 : quelque transformateur réel [7]

1.5.2 Refroidissement des transformateurs :

Les transformateurs quand ils sont fonctionnels en faisant passer des courants importants dans les bobinages, il en résulte par effet de Foucou et effet Joule : un important échauffement du noyau, c'est la cause principale pour laquelle on utilise des huiles appropriées à chaque niveau de tension pour le refroidissement.

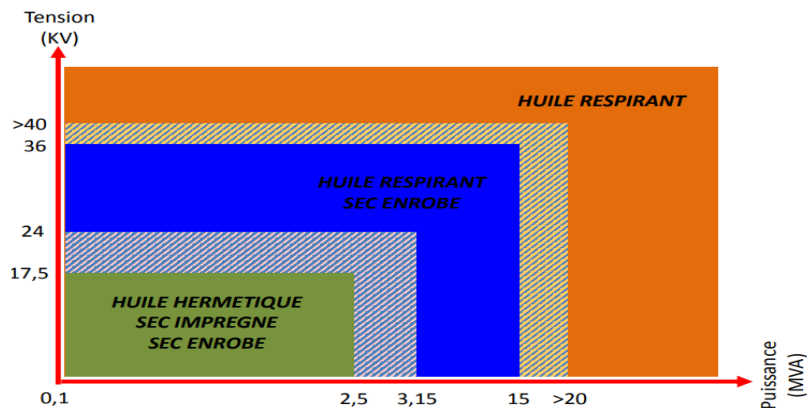


Figure1. 9 : type d'huile de refroidissement / puissance [6]

Cette huile en question est dans un réservoir pour garantir une contrainte suffisante pour le refroidissement, on donne un exemple pour ces réservoirs :

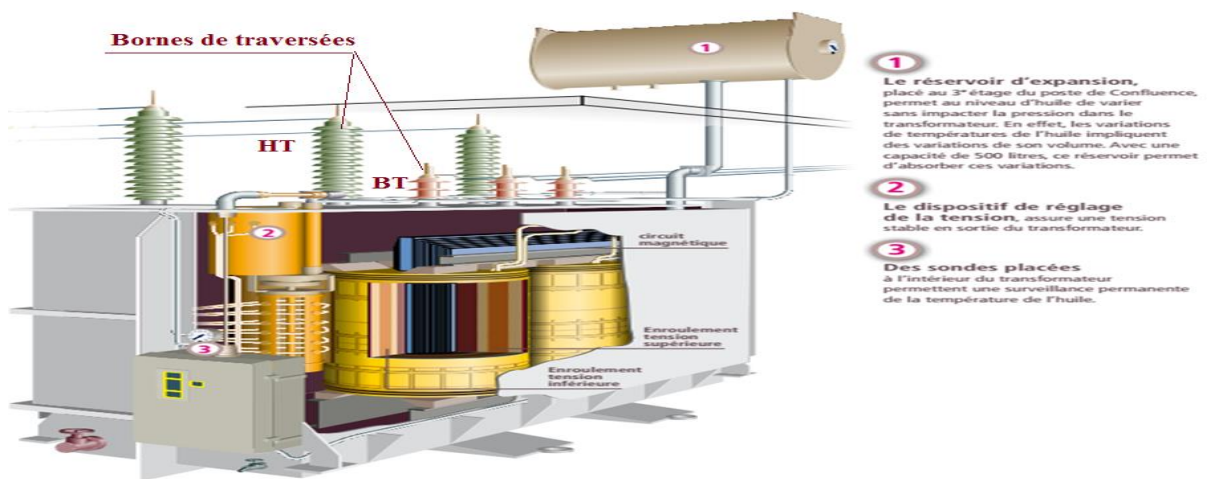


Figure1. 10 : description (transformateur de puissance [7])

1.5.3 Fiche technique :

La fiche technique du transformateur et les résultats des tests après usinage qui sont donnés dans des courbes bien précises qui sont donnés sous la forme suivante :

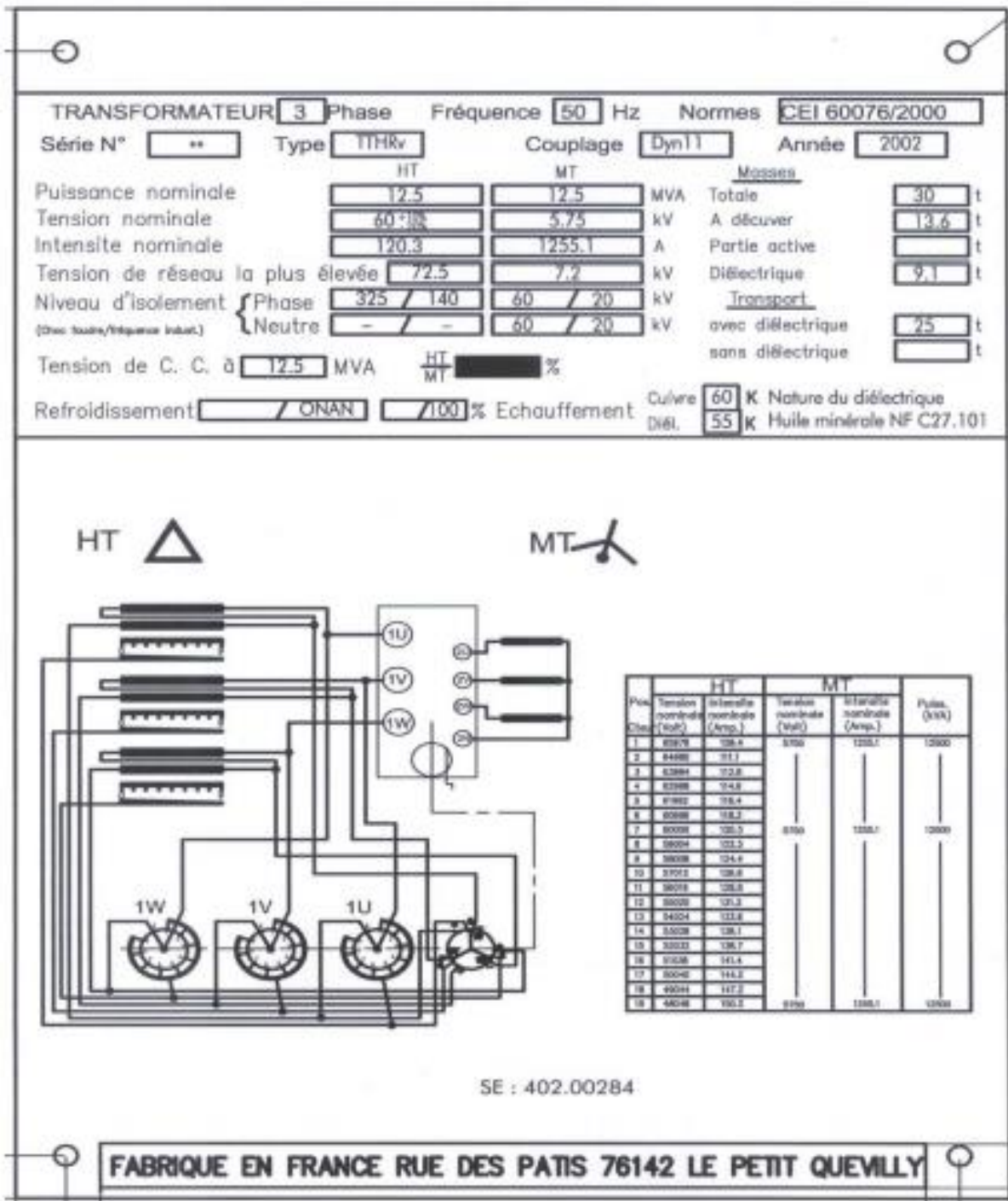


Figure1. 11 : Fiche technique d'un transformateur [7]

Remarque :

On a vu dans cette partie le principe de fonctionnement d'un transformateur monophasé, cela explique le fonctionnement du transformateur triphasé à condition de considérer certains paramètres auxiliaires telle que les couplages.

1.4Pivot :

Les rampes d'arrosage sont une technique d'irrigation qui couvre de très grande surface (jusqu'à 50 Ha), cette technique porte sur des dispositifs mobiles avec une travée dont découle des arroseurs, cela donne les avantages suivants :

- Arrosage uniformisé / importante augmentation de la production.
- Automatisation de l'arrosage.

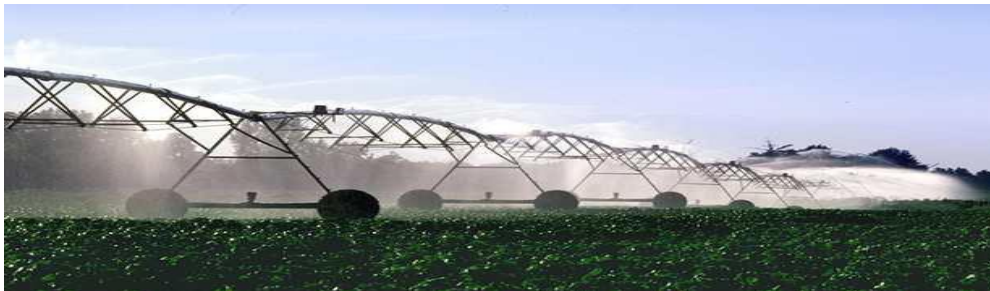
Rampe d'arrosage :

Figure1. 12 : Rampe d'arrosage Photo IRRAGRIS [9]

1.6.1 Rampe d'arrosage :

Il existe différents modèles de rampes. Essentiellement on peut distinguer dans chacune d'eux :

- L'unité centrale, qui sert de point fixe et autour de laquelle tourne le reste du pivot.
- Les travées, constituées de la canalisation dans laquelle circulent l'eau d'arrosage et d'un treillis tridimensionnel destiné à rigidifier l'ensemble.
- Les tours, qui supportent les travées.

1.6.2 Les produits du groupe KHERBOUCHE :

Les matériels utilisés dans le présent projet actuellement :



Figure1. 13 : photo prise sur le site Bnoud

C'est un pivot de 350 m qui couvre 40 Ha, c'est le plus rentable d'après l'expérience du groupe, le groupe propose la liste des produit suivants :

N°	MODEL	SURFACE (HA)	COMPOSITION PIVOT SANS CANON		PRIX HT	PRIX TTC	COMPOSITION PIVOT AVEC CANON		PRIX HT	PRIX TTC
1	ST127	2	56 m	+ 24 m			44 m + 6 m + 25 m			
2	ST127	4	44 m x 2	+ 24 m			62 m + 24 m + 25 m			
3	ST127	5	50 m x 2	+ 24 m			50 m x 2 + 24 m + 25 m			
4	ST127	10	50 m + 56 m x 2	+ 24 m			62 m x 2 + 24 m + 25 m			
5	ST127	15	62 m x 3	+ 30 m			56 m x 3 + 24 m + 25 m			
6	ST127	20	56 m x 4	+ 24 m			50 m x 4 + 24 m + 25 m			
7	ST127	25	62 m x 4	+ 30 m			62 m + 56 m x 3 + 24 m + 25 m			
8	ST168									
9	ST127	30	56 m x 5	+ 24 m			56 m + 50 m x 4 + 24 m + 25 m			
10	ST168									
12	ST168	40	56 m x 6	+ 18 m			62 m x 4 + 56 m + 24 m + 25 m			
13	ST168	50	62 m x 6	+ 24 m			62 m x 2 + 56 m x 4 + 24 m + 25 m			

Figure1. 14 : produit du groupe Kherbouche

1.6.3 Consommations des pivots du groupe KHERBOUCHE :

Un pivot consomme :

- 500 W pour alimenter chaque moteur
- 100 W pour alimenter le doseur
- 3000 W au total (5 moteurs + 2 doseurs)

Remarque :

Les pivots sont une partie fondamentale de ce projet et on peut déterminer à travers cette partie que les pivots utilisés sont les pivots de 350 m de rayon, avec un axe rotatif, ces pivots comportent 5 moteurs de consommations 500 W chacun, on estimera plus tard leur consommation a 5 KW pour des raisons techniques.

1.5 Bassin géomembrane :**1.7.1 Introduction :**

L'épicentre de l'agriculture est la ressource en eau. Les bassins géomembranes (GMB) sont la meilleure solution pour un Project agricole car il peut nous fournir une grande réserve en eau et ils sont faciles à mettre en œuvre. Cependant, la simplicité de mise en œuvre implique des techniques de conception assez développées.

Pour avoir une idée de ce qui est un bassin géomembrane, c'est une sorte de bâche à eau avec une étanchéité assez spéciale qui peut atteindre des proportions à tel point qu'on peut les comparaitre à un mini barrage comme c'est le cas dans notre projet-Bnoud.

1.7.2 Matière de GMB :

Les GMB sont à base de **polymères synthétiques** de laize de fine épaisseur (généralement <2mm). Les dimensions se font selon les besoins (sollicitations auxquelles ils seront soumis, l'agressivité du milieu, le type d'effort appliqué 'traction, gonflement, cisaillement, ...' et plus important encore **la température**).[10]



Figure1. 15 : laize du groupe Kherbouche - produit actuel du GK

1.7.3 Les types de GMB les plus usuellement fabriqués :

On cite cinq principaux types de GMB à base polymère qui diffèrent en termes de caractéristiques physiques, chimiques, mécaniques :

Type de BGM	Poly-Propylène (PP)	Chlorure Poly-Vinyle (PVC)	Poly-Ethylène , PEBD (Basse Densité)	Poly-Ethylène , PEHD (haute Densité)
Masse surfacique (g/m ²)	900	1200	950	1250

1.7.4 Mise en œuvre des GMB [11] :

La mise en place des GMB dans les ouvrages est simple de principe. Les quelques étapes ci-dessous sont à observer.

- 1- Terrassement de mise en forme : réalisation de la forme désirée ou de la pente.
- 2- Pose de la couche support/protection : pour protection de la GMB contre les agressions de poinçonnement.
- 3- Pose de la GMB : Les rouleaux de laize sont déposés juxtaposés pour s'assurer de la couverture de tout l'espace convenu.
- 4- Soudure de laize : L'opération de soudage pour assurer l'étanchéité.
- 5- Réalisation des ancrages : Les laizes sont déposées débordants sur les rives, les parties débordantes c'est pour contrer la traction.
- 6- Couche de protection : Enfin, les parties exposées de la GMB, à des agressions de quelque nature que ce soit, vis-à-vis du fonctionnement de l'ouvrage sont couvertes par une couche de sol dite de protection.

1.6 Groupe électrogène :

Les groupes électrogènes sont des kits spéciaux pour produire de l'électricité avec du carburant, le groupe électrogène d'un point de vue générale comporte :

- Un moteur Diesel entraînant le groupe électrogène choisi en fonction de sa fiabilité et du fait qu'il a été spécialement conçu pour cette utilisation. Ces moteurs sont de type industriel à hautes performances. La catégorie du groupe électrogène, le système électrique du moteur est soit en 12 V continu, soit en 24 V continu.[12]



Figure1. 16 : Moteur Diesel du groupe électrogène [12]

- Système de refroidissement (radiateur) du moteur



Figure1. 17 : Système de refroidissement du moteur[12]*

- L'alternateur est équipé de son propre ventilateur interne pour refroidir ses composants. La puissance électrique de sortie est produite par un alternateur correctement calibré. Le moteur et l'alternateur sont accouplés et montés sur un châssis en acier très résistant. Ce châssis incorpore un réservoir de carburant intégré en polyéthylène, sauf pour les groupes les plus puissants (au-delà de 1000 kVA).



Figure1. 18 : Alternateur du groupe électrogène

- Un silencieux d'échappement, le système réduisent les émissions sonores du moteur et permettent l'évacuation directe des gaz d'échappement par des sorties appropriées. Divers types de systèmes et coffrets de contrôle / commande peuvent être montés pour piloter et contrôler le fonctionnement du groupe, de même que pour le protéger contre d'éventuelles anomalies. La section 5 de ce Guide fournit des informations détaillées sur ces systèmes et facilite l'identification du système monté sur ce groupe électrogène. Pour protéger l'alternateur un disjoncteur de sortie choisi en fonction du modèle de groupe électrogène et de sa puissance de sortie est monté dans un boîtier métallique

1.8.1 Plaque signalétique type

On va prendre par exemple le groupe le plus puissant du groupe KHERBOUCHE à savoir le groupe électrogène de AQUATECH de 800 à 900KVA.



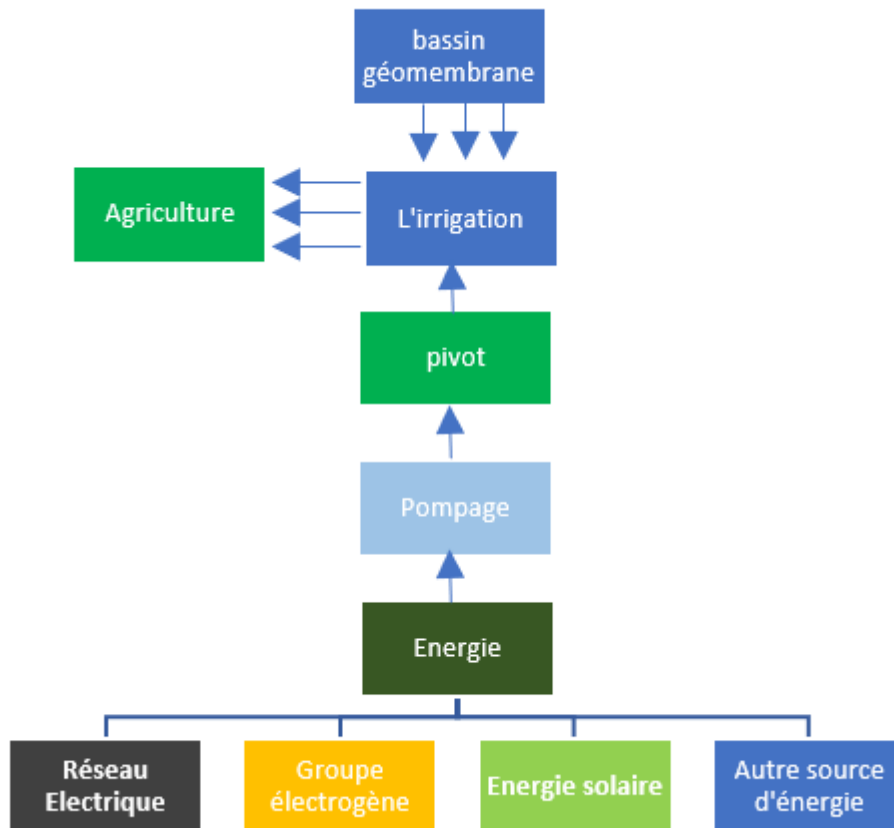
Figure1. 19 : Photo prise au sein du groupe

Remarque :

Le groupe électrogène représente un atout de taille pour l'alimentation des sites difficiles d'accès pour le réseau et le fait d'avoir des groupes électrogènes de différentes puissances avoisinant les 33 KVA 50KVA.... 910KVA tels que le groupe diesel du groupe présenté au début, cela nous permet de fournir de la puissance là où c'est difficile ou c'est trop coûteux d'envisager le moyen conventionnel.

1.9 Organigramme de l'irrigation :

Afin de comprendre ce qui a été dit précédemment, nous avons proposé cet organigramme simple et modeste qui nous permet de comprendre le problème de l'irrigation dans les mégaprojets agricoles et plus particulièrement dans le projet Bnoud.



En effet pour avoir de l'agriculture nous pouvons dans notre situation compter sur une irrigation gravitaire qui émanerait du bassin géomembrane directement pour alimenter en eau les pivots.

Nous pouvons aussi acheminer de l'eau en faisant du pompage à condition d'avoir l'énergie nécessaire.

1.10 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons explicité théoriquement le fonctionnement des pompes qui seront utilisées à grande échelle dans ce projet (plus de 20 pompes avoisinant une puissance 70 chevaux chacune, nous avons aussi montré le moyen utilisé dans l'entreprise pour déterminer les pompes qui conviennent. Cela dépendra de l'évolution des besoins dans le projet Bnoud.

On ne peut pas déterminer le nombre exact de pompes ni leurs puissances exactes car cette information requière une étude détaillée et extrêmement coûteuse sur les capacités des ressources en eau dans le terrain (le site de El_Bayedh), or on sait déjà que le site d'exploitation est au-dessus d'une nappe phréatique, il faudra faire attention à ne pas assécher cette nappe car les répercussions seraient catastrophiques sur le long terme, on peut se permettre d'après l'avis de Mr. Ben Ali (hydraulicien et chef de projet), le site peut supporter une vingtaine de pompes à condition de respecter les normes qui sont généralement de laisser 2 Kms entre chaque deux pompes.

Chaque pompe est censée être alimentée à l'aide du réseau, sachant que les pompes sont alimentées avec une tension 220/400V et le réseau comporte une tension de 30KV, la solution idéale serait de regrouper les pompes dans des régions déterminées et de mettre un transformateur pour chaque pompe de telle sorte que ce transformateur puisse fournir une puissance la plus proche de la consommation de la pompe car la consommation des pompe est importante (62 KVA chaque pompe, avec un important appel de courant), cela serait beaucoup plus simple de les alimenter à travers le réseau, en employant des transformateurs. Ces transformateurs dont on a explicité le principe de fonctionnement et dont on a donné les informations les plus pertinentes, (modèles de transformateur).

La décision du choix revient à la direction de l'entreprise pour choisir les types de transformateur, pour programmer leur entretien...etc.

Nous avons vu le principe de base en ce qui concerne les pivots et nous avons déterminé une certaine gamme de pivots qui seront utilisés dans ce projet, les pivots de 40 hectares chacun, seront dispatchés comme il était démontré dans le

schéma Auto CAD, Pour rappel ce schéma a été élaboré avec l'accord de la direction et du responsable sur le plan architectural et topographique.

Le plus important à noter c'est qu'on aura 20 pivots d'une consommation estimée à 5 Kwh chacun, et donc on a une forte possibilité d'alimentation au photovoltaïque. Une question se pose quant à l'alimentation des 20 pivots : faut-il les alimenter avec le réseau électrique public, ou au moyen d'un réseau interne, dont la source est issue du réseau public (30 kv), transformé en basse tension pour alimenter chaque pivot ?

La réponse est toute simple, un transformateur coûte 1.000.000 DA, sans oublier les pilonnes, le câblage et les factures d'électricité. On ne peut pas se permettre de relier chaque pivot au réseau cela coûterait extrêmement cher comparé à la solution photovoltaïque qui a été estimée avec la filiale Aquatech entre 800 000 DA et 1 200 000 DA pour chaque pivot. Cela est nettement moins coûteux.

Nous avons aussi explicité un point important : en ce qui concerne les projets agricoles et qui est la disponibilité de la ressource en eau L'une des solutions les plus adaptées et plus développée par les industries de différents pays sont les bassins géomembranes. On a explicité dans ce chapitre le principe de base des bassins géomembranes et on a donné l'exemple du bassin géomembrane actuellement en construction, qui a été décomposé en deux parties, car la surface est trop grande et les tractions de l'eau détruisent automatiquement le bassin géomembrane. Ces bassins géomembranes n'ont pas de consommation électrique à proprement dit, mais sont une garantie pour le ce projet c'est la raison pour laquelle nous nous sommes concentrés sur ce point dans ce projet de fin d'étude, car il est impossible de faire un méga projet l'agriculture sans réserve d'eau.

Nous avons aussi expliqué la notion du réseau hydraulique et la nécessité d'en faire un réseau bien déterminé. Le réseau hydraulique est composé de 3 vannes : le principal qui découle du bassin géomembrane et qui pourrait alimenter la première tranche du projet, cela alimenterait le projet en eau avec une capacité de

280 000 mètres cubes d'eau. La politique de l'entreprise est de fournir un maximum d'eau sans électricité c'est-à-dire en écoulement gravitaire car le bassin géomembrane est situé à 60 mètres d'altitude par rapport à l'exploitation. Cela nous permet d'avoir une pression de 6 bars qui est suffisante, car les pivots ont besoin seulement de 2 bars de pression.

On a aussi vu dans ce chapitre que des groupes électrogènes sont un atout de taille en ce qui concerne les sites isolés, pour résumer, les groupes électrogènes sont indispensables dans un tel projet et le fait d'avoir des groupes électrogènes de différentes puissances qui sont transportables nous donnent une certaine garantie énergétique.

L'installation de ce groupe électrogène est en cours de discussion, dans une phase de réalisation du projet pour l'année prochaine si les résultats sont concluants pour le réseau et pour le photovoltaïque, les groupes seront réduits, sinon ils pourront fournir assez d'électricité pour entreprendre l'agriculture à grande échelle.

Chapitre 2 :

Etude pratique du terrain

INTRODUCTION :

L'objectif de ce PFE est de faire une étude pour alimenter une entreprise de grande consommation, Lors d'un stage pratique au sein du groupe KHERBOUCHE nous avons conclu que cette question est très large est qu'il existe une ou plusieurs possibilités, et que la seule différence c'est le coût de réalisation.

Le plus important c'est de déterminer les matériaux exactes (détermination de la charge), et d'établir un schéma pour avoir une idée de la nature du terrain et la dispositions des matériaux, c'est la raison pour laquelle on va utiliser AutoCAD[] et Google_Earth, nous allons aussi utiliser un logiciel de dimensionnement hydraulique Epanet [], pour mieux cerner la question des besoins de ce projet.

Après avoir établis le cahier de charges nous avons montré les solutions déjà entamées par l'entreprise (le poste électrique 30KVA/30KVA, 1600KVA) et nous avons émis des suggestions pour mieux optimiser les ressources de l'entreprise (cout de réalisation)

2.1 EPANET :

Le logiciel EPANET est un logiciel de simulation du réseau hydraulique. Le logiciel permet de calculer le débit parcourant chaque tuyau, la pression à chacun des nœuds mais également la quantité d'eau, il inclut les différentes pertes de charge singulières et simule les pompes à vitesse fixe et variable. En résumé, le logiciel présente tous les outils pour remplir les objectifs suivants :

- Régulation des pressions dans le réseau ;
- Détection des zones de fonctionnement déficitaire ;
- Dimensionnement de réseaux ;
- Amélioration de la gestion des équipements d'eau.

Le logiciel présente également un module qualité qui permet de calculer les concentrations en substances chimiques, les temps de séjour de l'eau dans différentes parties du réseau. Il permet également de suivre l'origine de l'eau. L'utilisation de ce module qualité nécessite un calage hydraulique préalable.

La fenêtre principale du logiciel est la suivante :

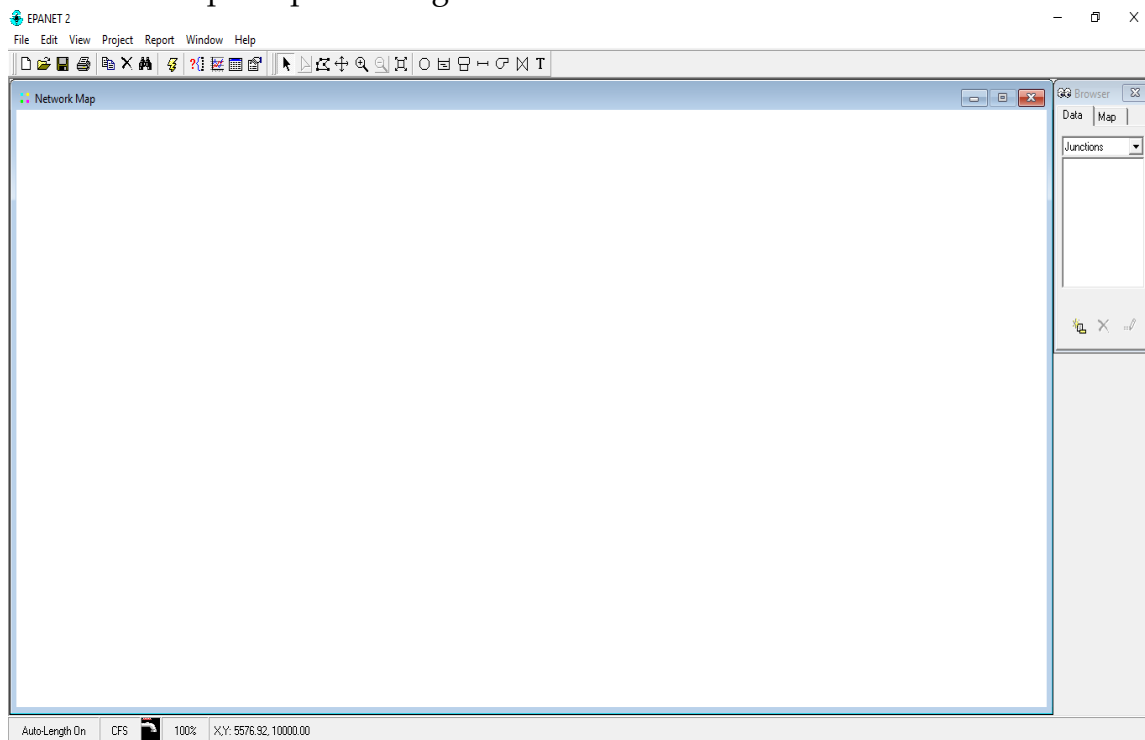


Figure 2. 1 capture d'ecran sur EPANET 2.0

La première des choses à faire est de paramétrer le logiciel avec les types d'unité, les valeurs standards des équipements disponibles, ceci en allant à la barre de tâche sur "Project" et on va sur les paramètres par défaut "default" :

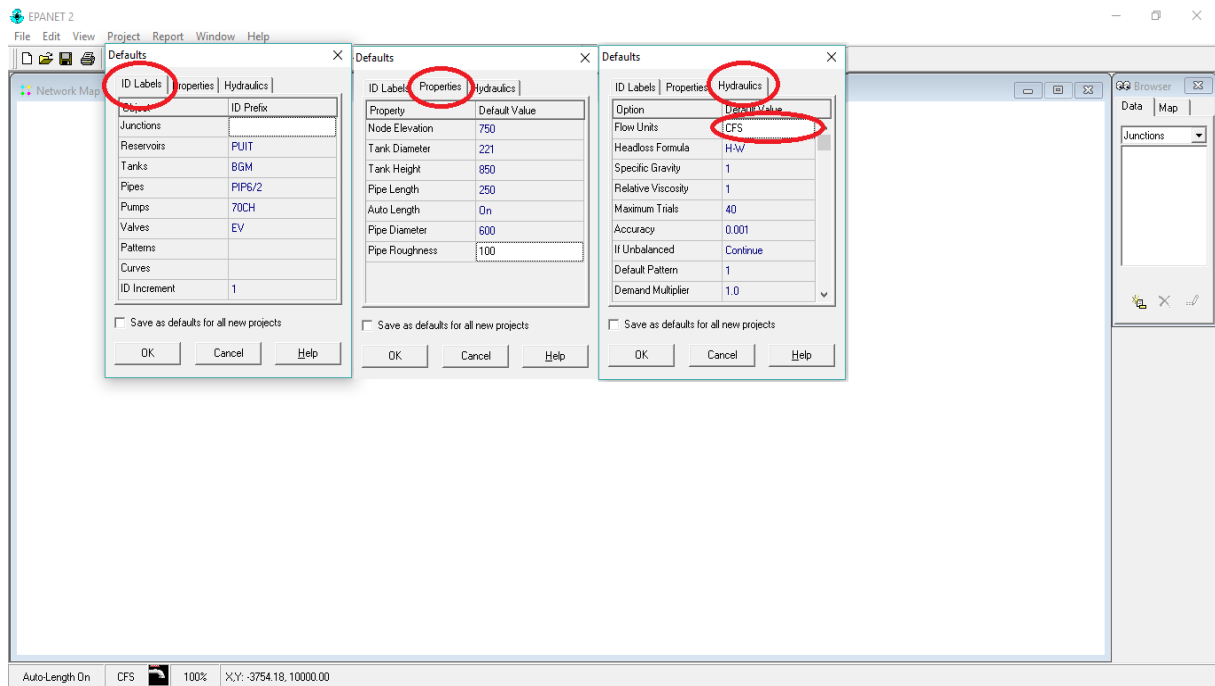


Figure 2. 2 : paramétrage des appellations des outils sur EPANET 2.0

Il très important qu'on choisisse bien le type d'unité en passant en litre par seconde dans notre cas

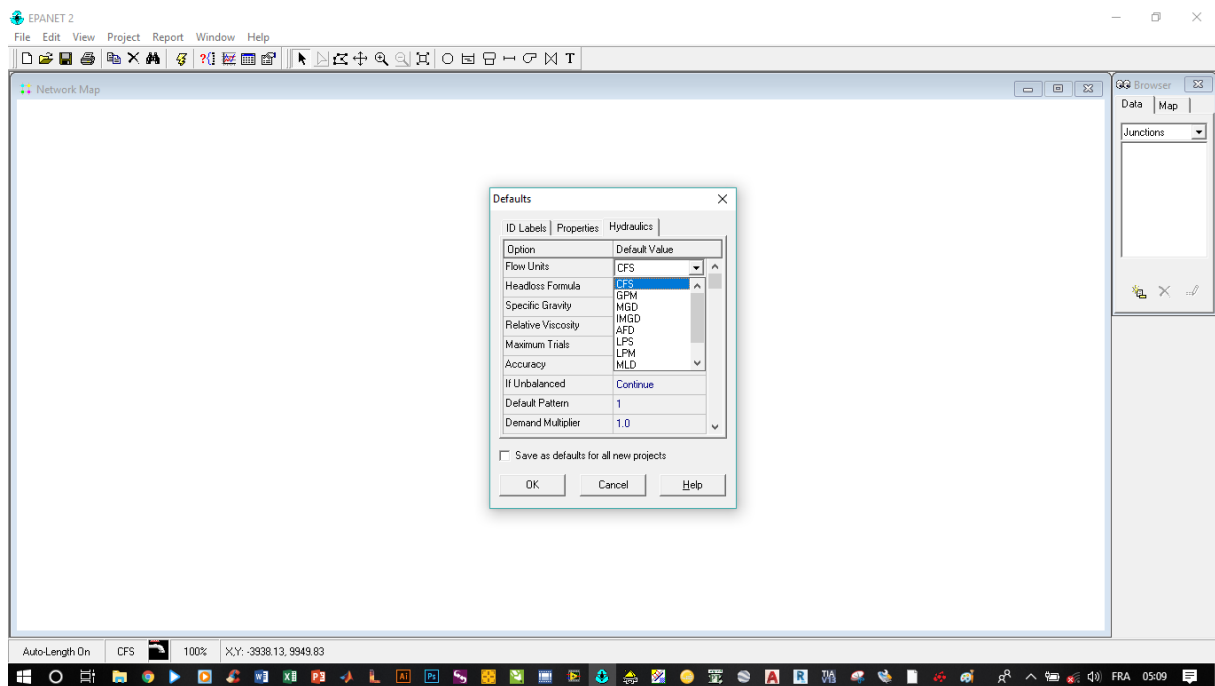


Figure 2. 3 : paramétrage de l'unité de débit (Litre pare grande // LPS)

Après avoir pris les unités et les paramètres standards nous pouvons synthétiser le schéma hydraulique suivant :

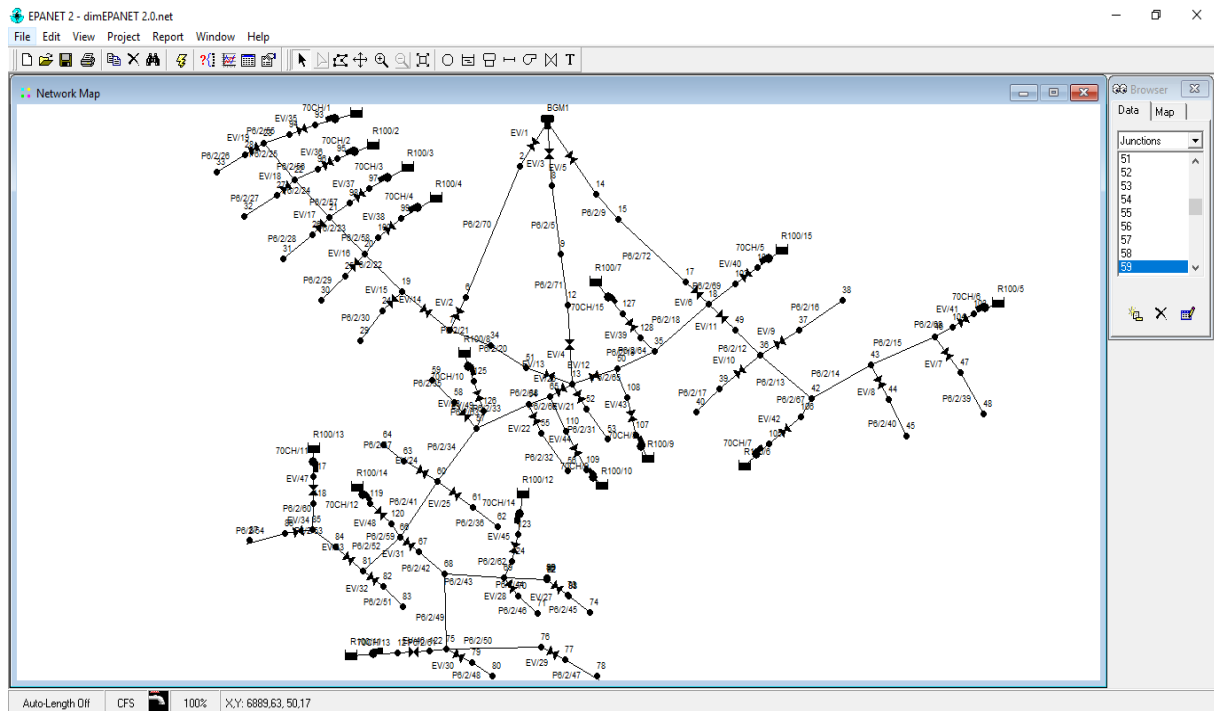


Figure 2. 4 : conception de schéma hydraulique pour le projet Bnoud

Ce schéma comporte 4 parties :

- Le bassin géomembrane modélisé comme un réservoir de stockage : Ce réservoir doit correspondre au bassin géomembrane en termes de volume de stockage, nous savons déjà qu'on dispose d'un bassin géomembrane de 140 000 m³ avec 2 m de profondeur, cela correspond à un réservoir circulaire de 211 m de rayon avec 2 m de profondeur, en termes de volume c'est la même chose.
- Le pompage : modélisé comme un réservoir avec une pompe, Cela nous permet de nous rapprocher d'une situation de pompage conforme à notre site. Les réservoirs sont paramétrés afin de correspondre à la quantité d'eau infinie car le site d'EL_BAYEDH est situé sous une nappe phréatique, et le paramétrage des pompes correspond aux pompes de 70 chevaux avec un débit de 40L/s.
- Les vannes principales: Ce sont des vannes avec un rayon de 600 mm pour supporter la quantité d'eau assez importante.
- Les vannes secondaires: Ce sont des vannes qui découlent des vannes principales pour alimenter les nœuds d'extrémités dans le schéma « Epanet » qui représente les pivots.

2.2 AutoCAD :

2.3.1 DESCRIPTION GENERALE DE L'AUTOCAD :

Afin de pouvoir définir les dispositions des pivots sur terrain nous avons utilisé l'AutoCAD car AutoCAD offre un jeu d'entité pour construire vos dessins. Une entité (ou objet) est élément de dessin comme : une ligne, un arc, un texte de plus AutoCAD vous permet de modifier vos dessins de nombreuses façons à l'aide des commandes : effacer, déplacer, copier et l'impression des dessins s'établi en choisissant un traceur ou une imprimante graphique.

2.3.2 Manipulation sur AutoCAD :

A l'aide du soutien de l'architecte topographe du groupe KHERBOUCHE, qui nous a fourni le plan AutoCAD afin de pouvoir faire un plan concernant la disposition des pivots, des pompes et du réseau hydraulique.

Après avoir eu le plan original préparé par l'architecte du projet avec deux pivots fonctionnels en ces temps-là présenté dans la figure suivante :

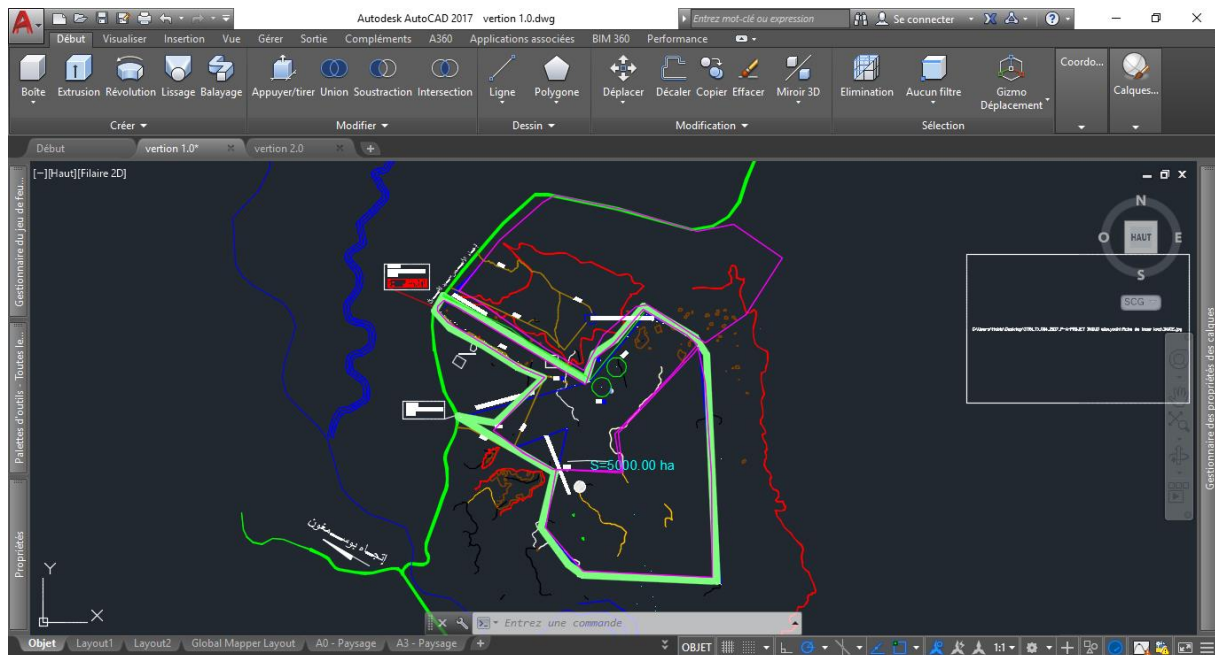


Figure 2. 5 : schéma initiale fournie par le GK

Nous avons découpé la zone en trois parties comme vous pouvez le constater sur la capture suivante :



Figure 2. 6 : répartition des zone exploitation sur autoCAD 2017

Nous avons concentré l'exploitation sur la zone 1 qui est facile à exploiter et qui donne un certain avantage. On a déterminé l'emplacement idéal avec l'aide de l'architecte du groupe et le réseau hydraulique avec l'aide du chef du projet et de l'hydraulicien, on a abouti au plan théorique suivant :



Figure 2. 7 : du réseau hydraulique et les pivots sur autoCAD 2017

On peut remarquer ici les pivots en bleu :



Figure 2. 8 : démonstration des pivots sur la zone 1 sur autoCAD 2017

On peut remarquer ici le réseau hydraulique en bleu :

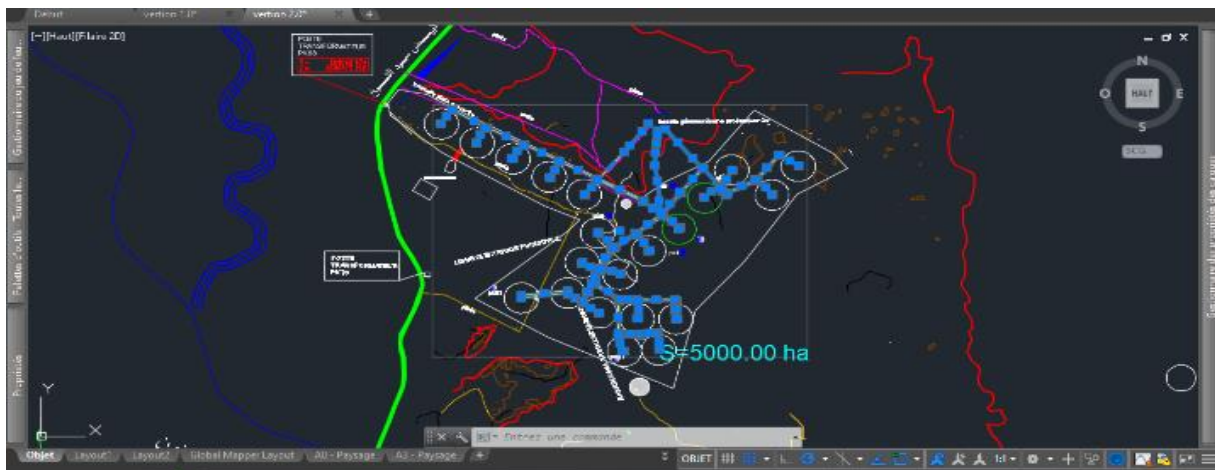


Figure 2. 9 : démonstration du réseau hydraulique sur la zone 1 sur autoCAD 2017

2.3 Google Earth pro

Google Earth logiciel de représentations de la Terre en trois dimensions. C'est un outil couramment utilisé pour explorer la géographie du monde et affiche des images satellites de différentes résolutions du monde.

Surface. En utilisant Google Earth, on est capable de:

- Recherche de villes, zones, etc., par nom ou par coordonnées
- Ajouter des informations supplémentaires (par exemple, des photos) à une carte
- Suivre l'évolution d'une zone dans le temps
- Ajouter des informations géographiques (par exemple, GPS, SIG)
- Mesurer des distances et des zones

Détermination du projet Bnoude sur Google Earth :

Le plan google Earth de notre emplacement (du projet Bnoude) est représenté dans la figure suivante:

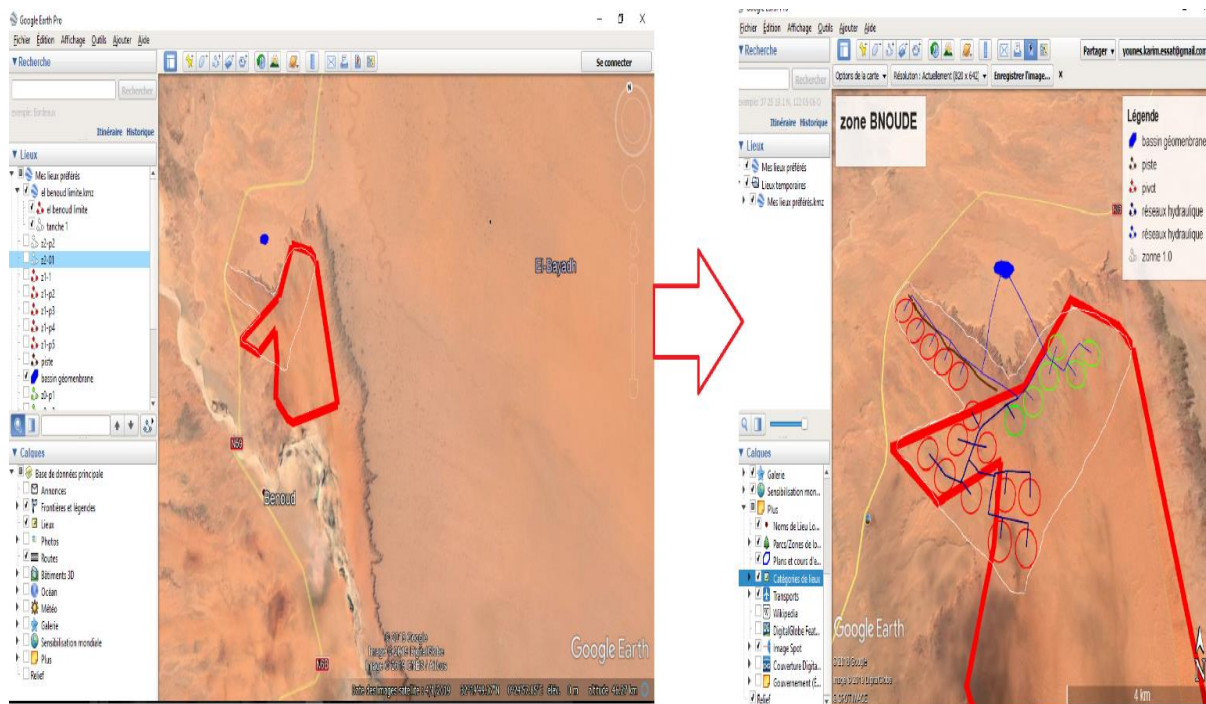


Figure 2. 10 : démonstration du site sur Google Earth

2.4 Poste électrique :

Un poste électrique de comptage est prévu pour un raccordement du site au réseau, le poste on question fournie une puissance de 1600 KVA qui est l'argement suffisant :


D				
C				
B				
A				
REV	NATURE DE REVISION	DATE	DESSINE PAR	VERIFIE PAR
INTITULE DE PROJET:				
AGRO INDUSTRIE EL BNOUD - EL BAYADH				
DESSINE PAR	NOM	DATE	POSTE DE LIVRAISON 30KV MT/MT - 1600KVA.	
VERIFIE PAR	Gueriba.FZ	28-01-2019		
APPROUVE PAR	Sendjak E.K	31-01-2019		
ECHELLE : 1/50		DESIGNATION PLAN: SCHEMA UNIFILAIRE , PLAN D'ARCHITECTURE ET PLAN IMPLANTATION DES EQUIPEMENTS		
FORMAT: A1		ZONE INDUSTRIELLE CHÉTOUANE - TLEMCCEN		
				FOLIO 1

Figure 2. 11 : capture de la fiche de description du poste prévue

Le schéma proposé par les ingénieurs du groupe est le suivant :

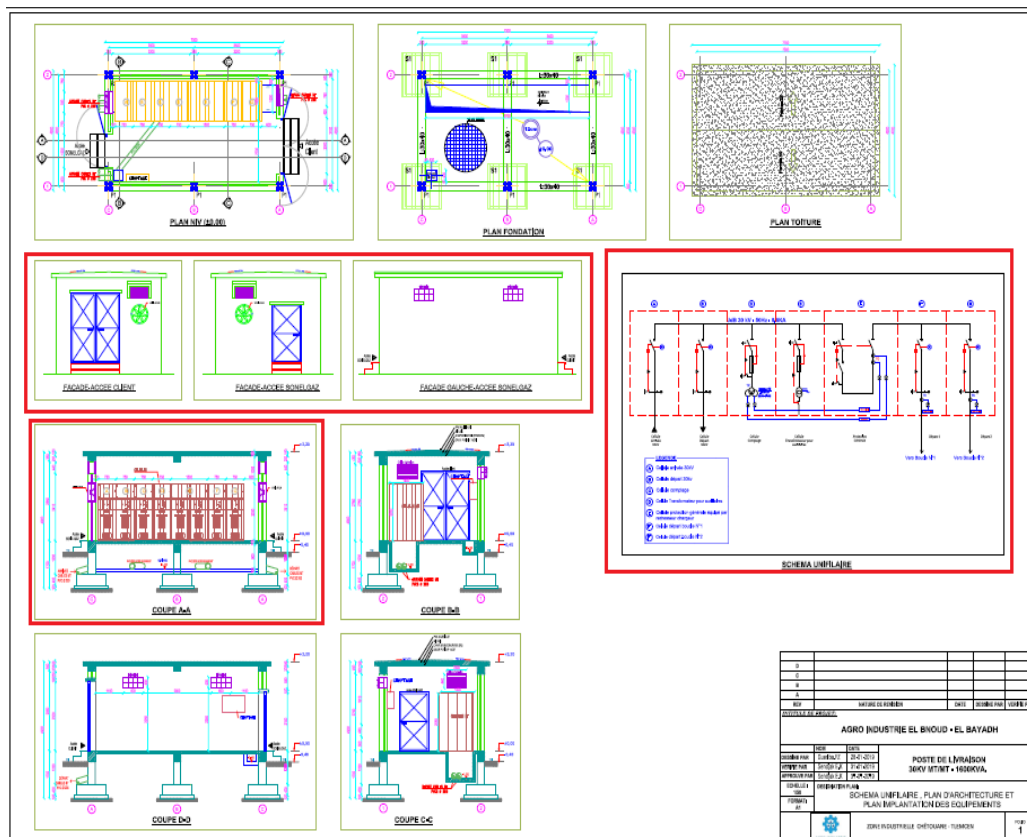
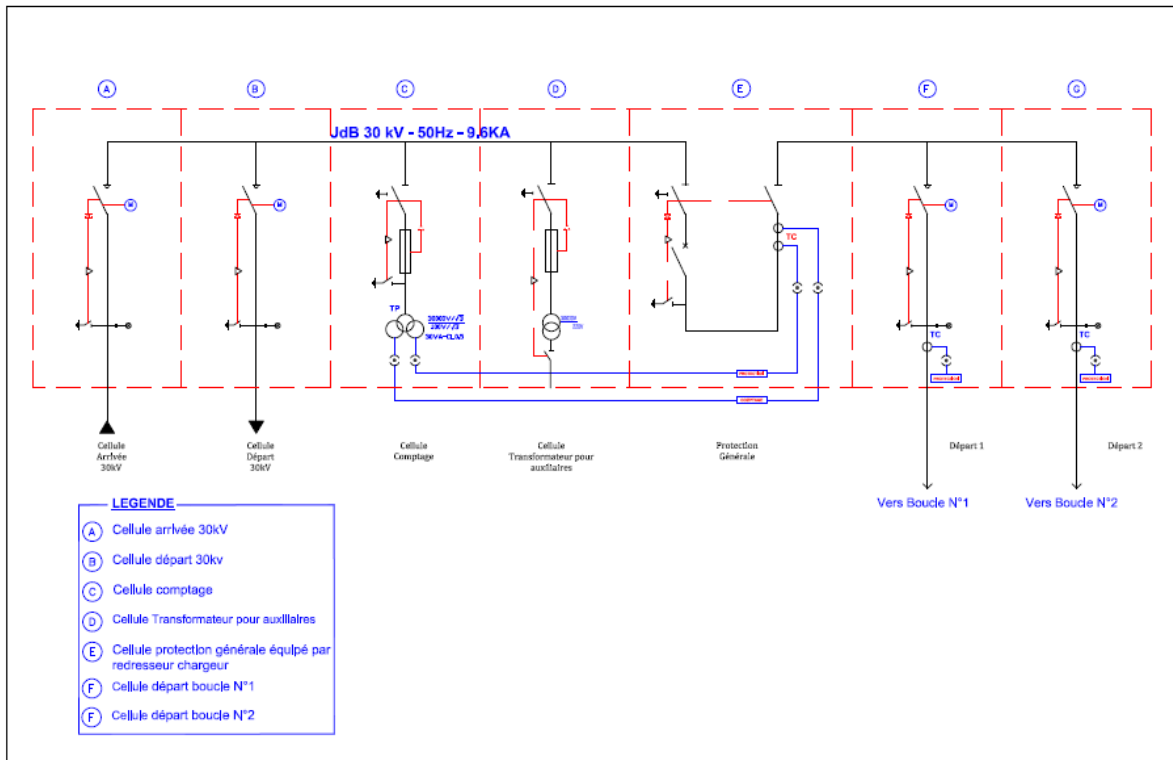


Figure 2. 12 : capture du schéma du poste complet

Les parties en rouge présentent les vues du poste électrique et le schéma unifilaire de la partie électrique du poste, on peut faire une remarque très importante, il n’y a pas de transformateur, selon l’entreprise un transformateur est inutile car la tension de sortie est la même et par conséquent un transformateur n’est pas nécessaire.

Le schéma unifilaire du poste est le suivant :



SCHEMA UNIFILAIRE

Figure 2. 13 : schéma unifilaire du post électrique

Remarque :

Contrairement au poste conventionnel ce schéma comporte une seule arrivée, ceci est dû à l’éloignement des sources, et si on devait prévoir plusieurs sources cela coûterait trop cher.

2.5 Détermination du cahier de charges préliminaire :

Le cahier de charge du projet Bnoud, du point de vue de l'entreprise :

- Un maximum de pompes doit être concentré dans la zone la plus proche du réseau local de Sonelgaz où le poste de transformation le plus proche.
- Les pompes doivent de préférence être alimentées avec le réseau interne en 30 KV, en utilisant des transformateurs d'une puissance réactif inférieur à 100 KVA.
- La somme des puissances réactives des transformateurs doit être égale à 1600 KVA (1600 KVA est la puissance du poste de transformation).
- Les pivots doivent être alimentés avec une source d'énergie délocalisée et on doit éviter l'utilisation du réseau local, car la solution solaire coûterait moins cher que l'acquisition d'un transformateur à lui seul.
- Le réseau interne au site d'exploitation doit avoir la plus forte tension possible car le réseau interne de l'entreprise comporte plusieurs dizaines de kilomètres et on ne veut pas avoir une chute de tension qui risque de nuire au bon fonctionnement des matériaux utilisés.

On recense à ce niveau du projet trois types de consommations majeures :

- Consommation des pompes 55 KW par pompe
- Consommation des pivots 5 KW par pivot
- Consommation de l'éclairage publique et de la base de vie

2.6 Proposition d'alimentation photovoltaïque :

Il est important de remarquer deux choses importantes, la première c'est que les pivots ne sont pas alignés, la deuxième c'est que la consommation des pompes est trop élevée et par conséquent il n'est pas envisageable de les alimenter avec du photovoltaïque. Partant de cela on peut proposer une alimentation photovoltaïque uniquement pour les pivots.

Le pivot employé dans le projet comporte :

- 5 Moteur triphasés avec une consommation de 500W chacun
- 2 pompes de consommation 0.75kW chacune pompe doseuse + pompe mélangeuse.

On surestime dans ce cas la consommation à 5 KW par pivot, ce qui revient à dire que si on doit alimenter un pivot avec des panneaux solaire on doit lui fournir 5 KW en triphasé.

On aura besoin pour chaque pivot de :

- 17 panneaux de 300 W
- Onduleur triphasé de 5 KW
- 8 batteries de 100 à 120 Ah (on monte 4 en parallèle et 2 en série) pour aboutir au voltage désiré.

Dans ce cas nous avons une puissance de 5 KW avec assez des réserves d'énergie (un kit de batteries de 800 AH qui assure un fonctionnement de 20 h/jour pour le pivot.

Cette proposition sera développée dans le mastère.

2.7 Proposition d'emplacement du réseau électrique pour le projet Bnoud :

Avec la collaboration du topographe du groupe nous avons optimisé les distances et abouti au plan théorique suivant :



Figure 2. 14 : proposition du réseau électrique

Ce réseau parcourt une distance approximative de 25 Km de réseau électrique interne, et si on considère les normes qui stipulent qu'entre chaque deux pilonnet la distance doit être inférieure ou égale à 300 mètres, alors on déduit :

- Qu'on aura besoin de 84 pilonnes
- Si on considère que la flèche est de 0.3% alors on aura 33 Km de câble.

2.8 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons utilisé quelques logiciels très utiles pour notre étude. Ces logiciels nous permettent d'avoir une idée plus claire à propos du projet Bnoud.

Dans un premier temps, nous avons exposé le plan topographique initial de ce projet sans oublier de préciser que l'un des logiciels les plus adaptés à ce sujet c'est bien AutoCAD. Après avoir montré le plan sur AutoCAD nous avons délimité les zones d'exploitation en 3 régions principales et enfin nous avons mis au point le réseau de pivots, le réseau hydraulique avec les cotes et les coordonnées géographiques exactes.

Nous avons utilisé un logiciel de dimensionnement hydraulique EPANET version 2.0. Pour vérifier la fiabilité de notre réseau hydraulique

Après la détermination de l'emplacement des pompes, pivots, électrovannes nous pouvons désormais émettre des hypothèses pour déterminer un cahier de charges et de faire des propositions pour alimenter en énergie électrique cette entreprise de grande consommation (Le Projet Bnoud), nous avons conclu que le poste électrique qui va alimenter dans un futur proche une grande partie des appareils utilisés dans ce projet, nous avons aussi proposé une alimentation en énergie renouvelable (photovoltaïque) pour alimenter les pivots et on a donné un argument convaincant sur le plan économique .

Nous avons aussi montré que les groupes électrogènes qui sont actuellement employés à titre de garantie pour fournir de l'électricité en cas de problème.

Chapitre 3 :

Partie pratique

3.1 Situation actuelle de projet Bnoud :

3.1.1 Présentation du site Bnoud :

La photo suivante présente le site actuel d'exploitation, vous pouvez avoir une idée sur la grandeur du terrain :



Figure 3. 1 : photo site Bnoud

La première remarque sur la qualité du terrain c'est que c'est rude, désertique, avec des températures extrêmes.

En fait c'est un emplacement stratégique, de part la surface de (5000 Ha) qui nous permet de faire plusieurs types d'agriculture, et plus important encore, la présence d'une différence d'altitude de 60m qui nous permet de faire une irrigation gravitaire et sans oublier la présence d'une nappe phréatique est un atout majeur pour ce type d'entreprise agricole.

3.1.2 L'agriculture actuelle :

Actuellement on a deux pivots fonctionnels qui servent à l'irrigation d'une zone plantée de céréales et un nouvel espace pour la production des dattes :

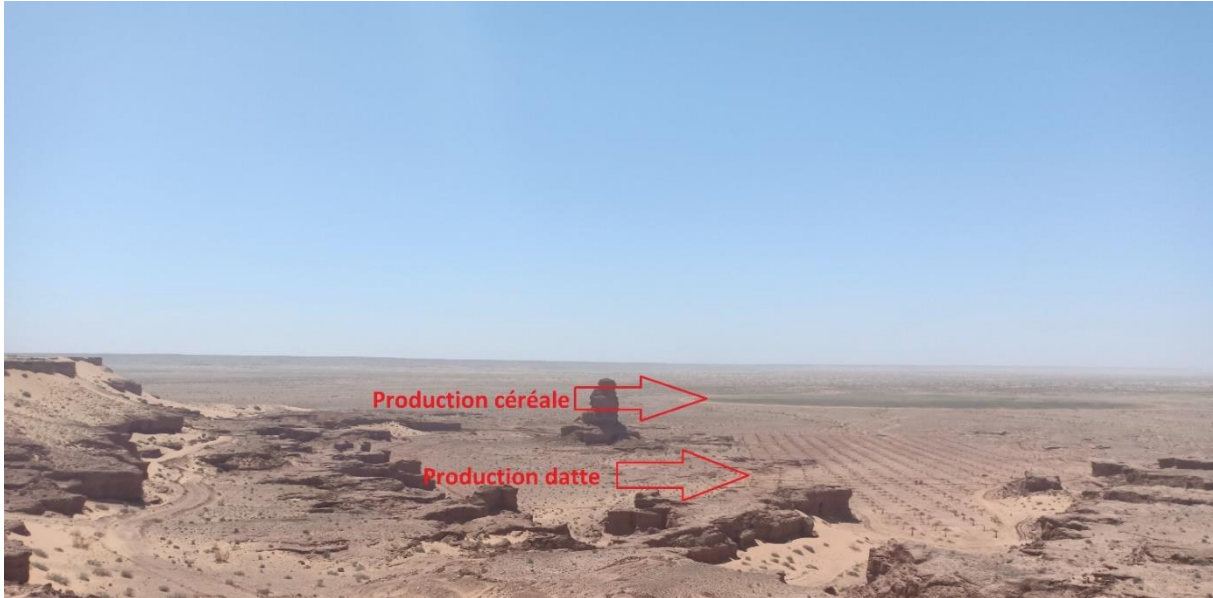


Figure 3. 2 : Exploitation du site Bnoud

3.2 Résultat de la simulation avec EPANET :

Le lancement du programme EPANET nous donne le résultat suivant :

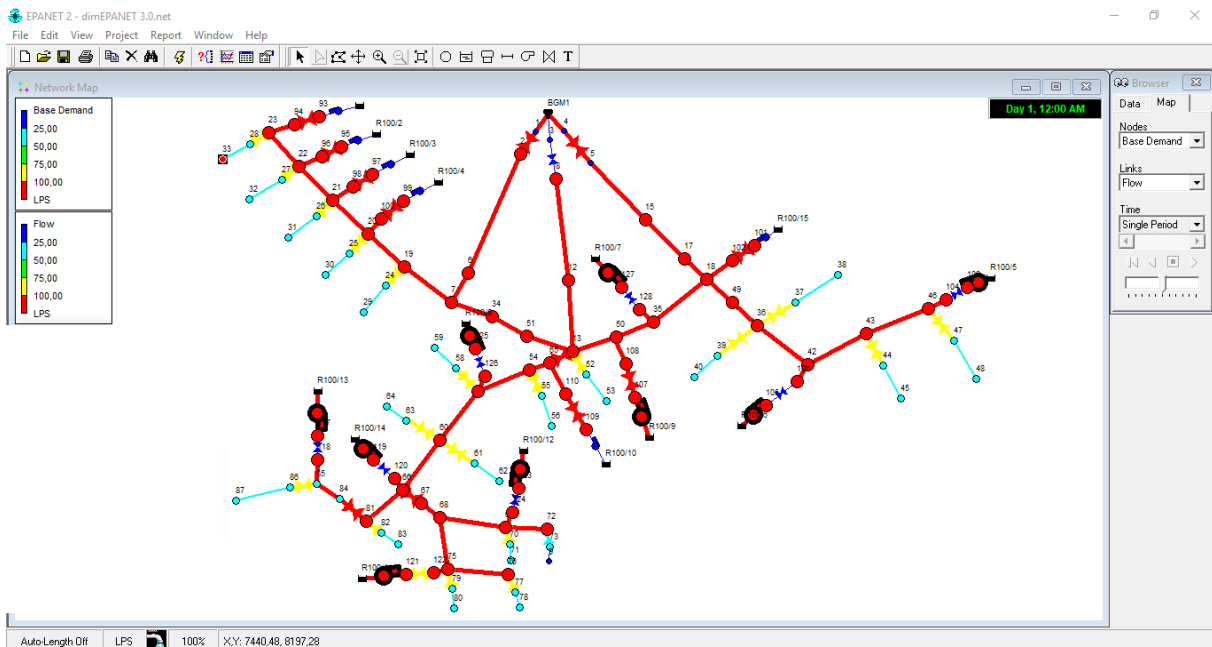


Figure 3. 3 : simulation du réseau hydraulique sur EPANET 2.0

La simulation donne : un résultat satisfaisant car la majorité du pipe (vanne principale paramétré 600 mm de diamètre) débit 100 L/s, les vannes secondaires débitent 40 L/s.

Si on vérifie les nœuds (qui représentent les pivots) les plus lointains et on trouve des débits de 40 L/s ce qui est très satisfaisant ce qui est représenté dans les figures suivantes :

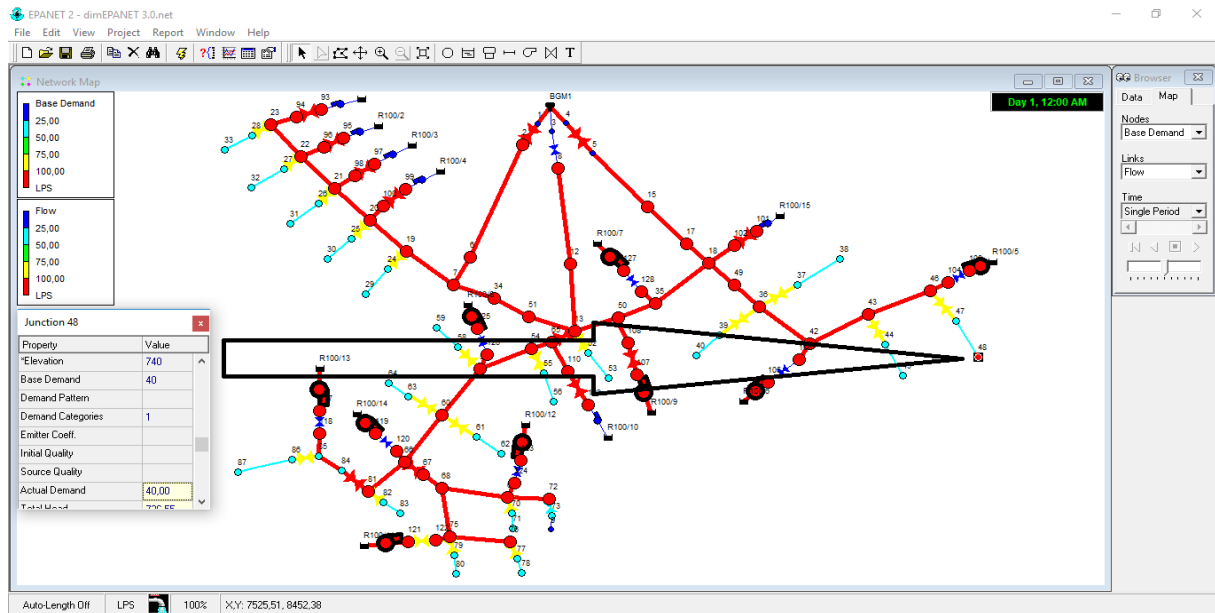


Figure 3. 4: vérification du débit des pivots les plus loin du bassin géomembrane

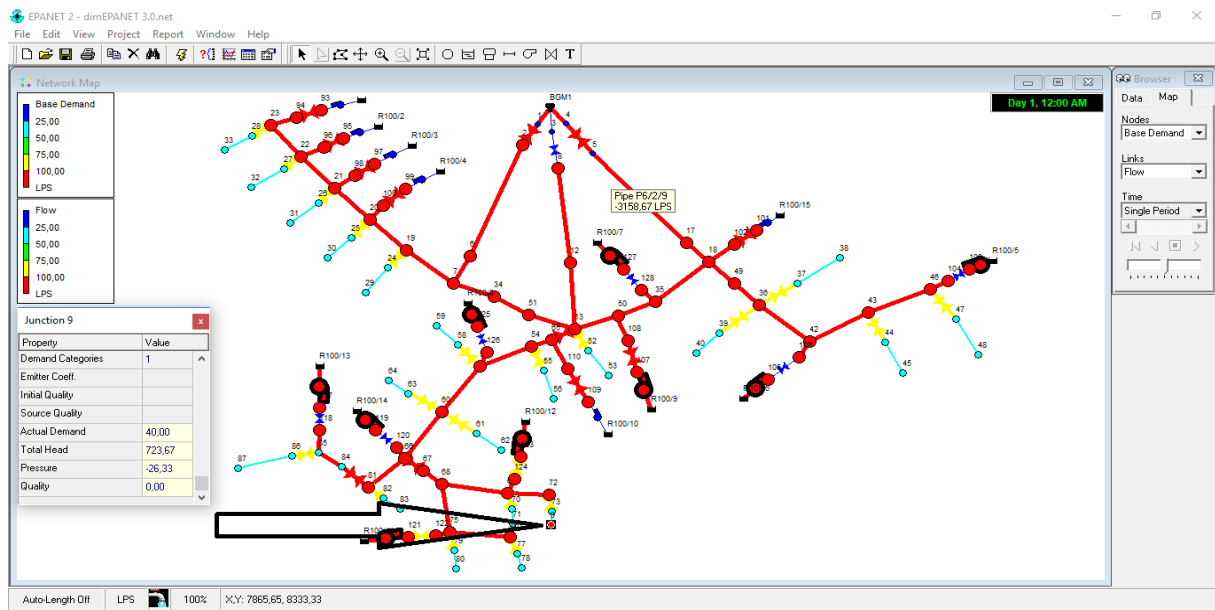


Figure 3. 5: vérification du débit des pivots les plus loin du bassin géomembrane

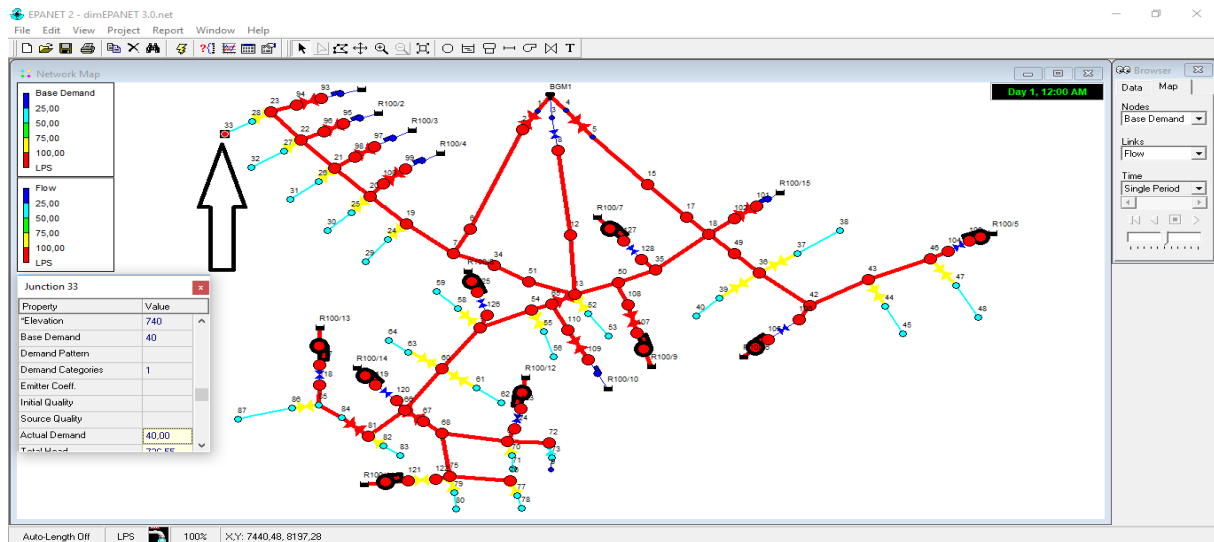


Figure 3. 6 : vérification du débit des pivots les plus loin du bassin géomembrane

Les résultats de débit et de pression sous forme de tableau qui est beaucoup plus pratique :

Node ID	Base Demand LPS	Initial Quality	Demand LPS	Pressure m
June 2	200	0	200.00	1018406.00
June 6	200	0	200.00	1018408.00
June 7	200	0	200.00	1018489.00
June 8	200	0	200.00	1018714.00
June 12	200	0	200.00	1018714.00
June 13	200	0	200.00	1018715.00
June 15	200	0	200.00	1018846.00
June 17	200	0	200.00	1018857.00
June 18	200	0	200.00	1018868.00
June 19	200	0	200.00	1018440.00
June 20	200	0	200.00	1018300.00
June 21	200	0	200.00	1018277.00
June 22	200	0	200.00	1018265.00
June 23	200	0	200.00	1018262.00
June 24	40	0	40.00	0.00
June 25	40	0	40.00	0.00
June 26	40	0	40.00	0.00
June 27	40	0	40.00	0.00
June 28	40	0	40.00	0.00
June 29	40	0	40.00	-3.45
June 30	40	0	40.00	-3.45
June 31	40	0	40.00	-3.45
June 32	40	0	40.00	-3.45
June 33	40	0	40.00	-3.45

Figure 3. 7 : résultat total sous forme de tableau

Remarque :

Ce modèle peut servir à faire des simulations avec différents diamètres et on pourrait facilement réduire le diamètre des vannes principales, secondaire et même la puissance des pompes pour réduire considérablement la consommation de cette entreprise et plus important encore le coût de réalisation.

3.3 Bassin géomembrane :

Dans le cadre du projet on envisage un bassin géomembrane d'une surface estimée à 14 Ha à savoir 140 000 m² et de 2 m de profondeur, ce bassin peut avoir une capacité de réserve d'eaux de 280 000 m³ d'eau.

Le bassin du site est encore en chantier comme le montre la figure suivante:



Figure 3. 8 : bassin géomembrane du site Bnoud

3.4 Le groupe électrogène :

Un groupe électrogène de 150 KVA est actuellement utilisé pour alimenter le pompage de 70 chevaux et les 2 pivots en exploitation actuellement est le suivant :

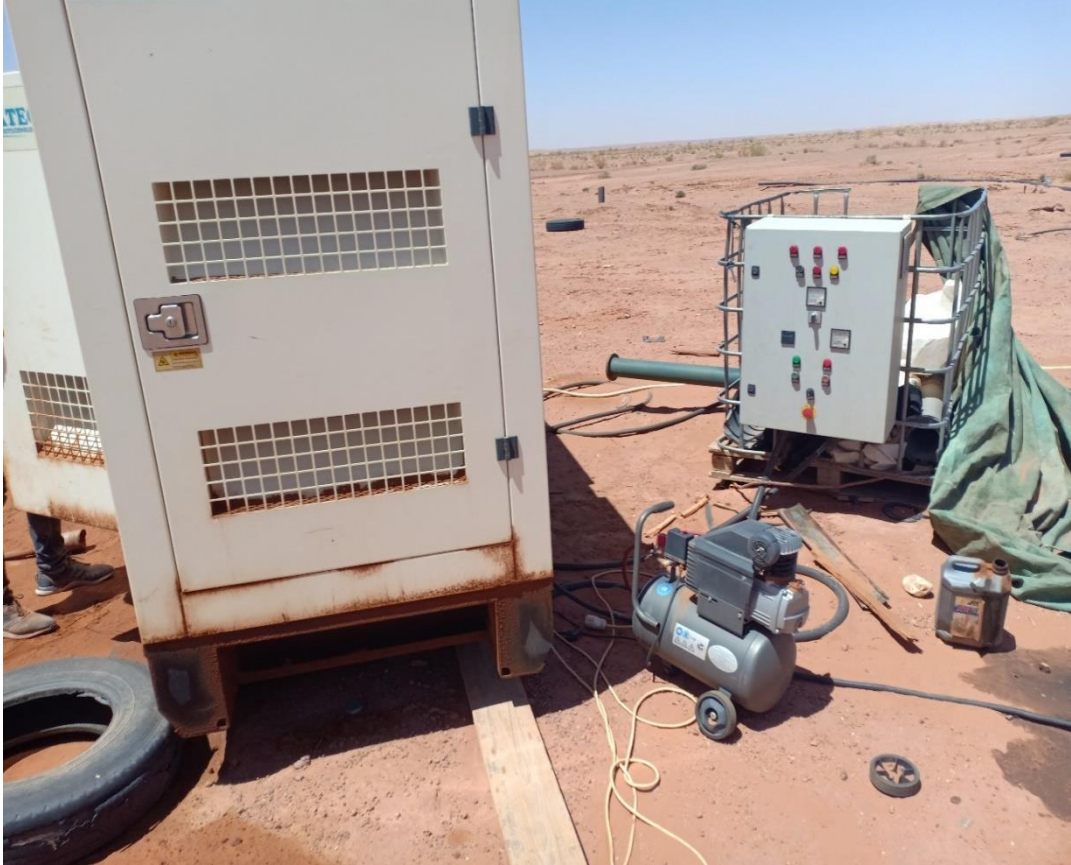


Figure 3. 9 : Alimentation d'une pompe de 70 Chevaux avec un groupe de 160 KVA actuellement employé au site Bnoud

Ce groupe comporte une composante très importante qui est l'armoire de commande du groupe :



Figure 3. 10 : Automate du groupe de 160 KVA

Le démarrage du groupe est très simple il suffit de tourner la manette en rouge pour l'alimentation du démarreur à partir de la batterie :

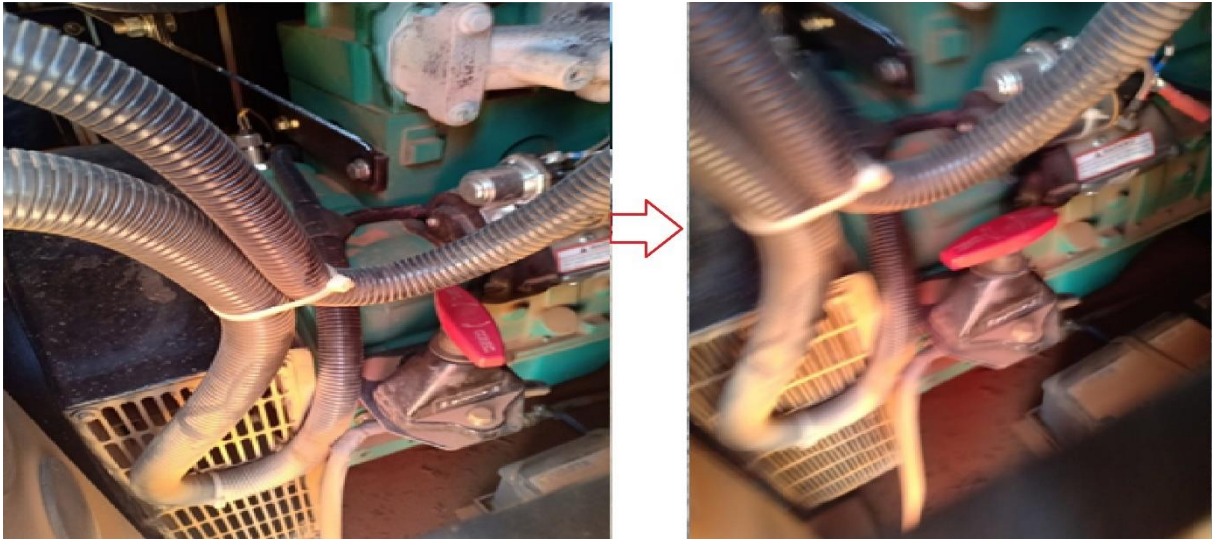


Figure 3. 11: Manette pour l'alimentation de l'automate

Une fois l'alimentation disponible l'armoire nous donne la main pour le démarrage et le réglage de la tension :



Figure 3. 12 : l'automate une fois alimenté

Dans ces deux photos on identifie l'alternateur et le moteur du groupe 160 KVA :



Figure 3. 13: alternateur du groupe



Figure 3. 14: moteur du groupe

3.5 Pompage :

Le pompage est la base de ce système car sans le pompage il n'y a pas d'agriculture dans un site désertique, dans la photo suivante la mise en ouvrage de l'un des premiers forages dans l'étude est présenté en annexe 2:



Figure 3. 15: premier forage du site Bnoud

3.6 Les étapes du forage :

- a. *Le forage avec la sonde* : Il faut savoir qu'il y a deux grandes méthodes pratiques dans la plupart des ouvrages, la première méthode est de déplacer un engin de battage et de forage qui percute la sol et injecte de l'eau pour faire sortir la terre, la deuxième est en utilisant un compresseur et c'est une méthode intéressante car elle est moins coûteuse car on utilise une machine de forage moins puissante avec un puissant compresseur de 50 bars pour une profondeur de 100 m comme dans notre cas au site Bnoud.
- b. *Consolidation du puits (consolidation des parois)* : En fonction de la profondeur du puits la quantité du béton et sa consistance est plus importante
- c. *Recherche du niveau dynamique et le niveau statique* : Dans le domaine de l'hydraulique le niveau dynamique est le niveau d'eau qui est considéré comme stable, on le reconnaît grâce à une norme mondiale c'est le niveau auquel on a un refoulement d'eau d'un débit de $0.7 \text{ m}^3/\text{h}$ pendant une période de 24 h on générale.

- d. *Immersion de la pompe avec les bougies (sonde / capteur d'eau):* cela consiste à immerger la pompe avec ces capteurs :



Figure 3. 16: relai de niveau



Figure 3. 17: Pompe de 70 Chevaux dans l'atelier de réparation, actuellement

- e. *Raccordement des capteurs et de l'alimentation (triphase / 400 V / 50 Hz) à l'armoire de commode:* On note qu'il n'y a pas de choix standard pour un certain type de pompe et que le choix des équipements (protection de l'armoire) se fait en fonction des phénomènes pressant dont la source d'énergie. Sachant que notre source d'énergie est le réseau électrique d'une part (le réseau électrique comporte 22 phénomènes nocifs pour la pompe) et d'autre part certaines pompes sont alimentées par les groupes électrogènes qui sont plus stables que le réseau.

f. Une fois tout installé le forage ressemble à ceci :



Figure 3. 18: ouvrage de pompage finale

Pour une pompe alimentée actuellement par le groupe électrogène de 150 KVA on utilise les armoires suivantes :



Figure 3. 19: armoire de la pompe 70 Chevaux actuellement en réparation

Dans le cas où on utilise de réseau, on fait appel à des équipements beaucoup plus robustes :

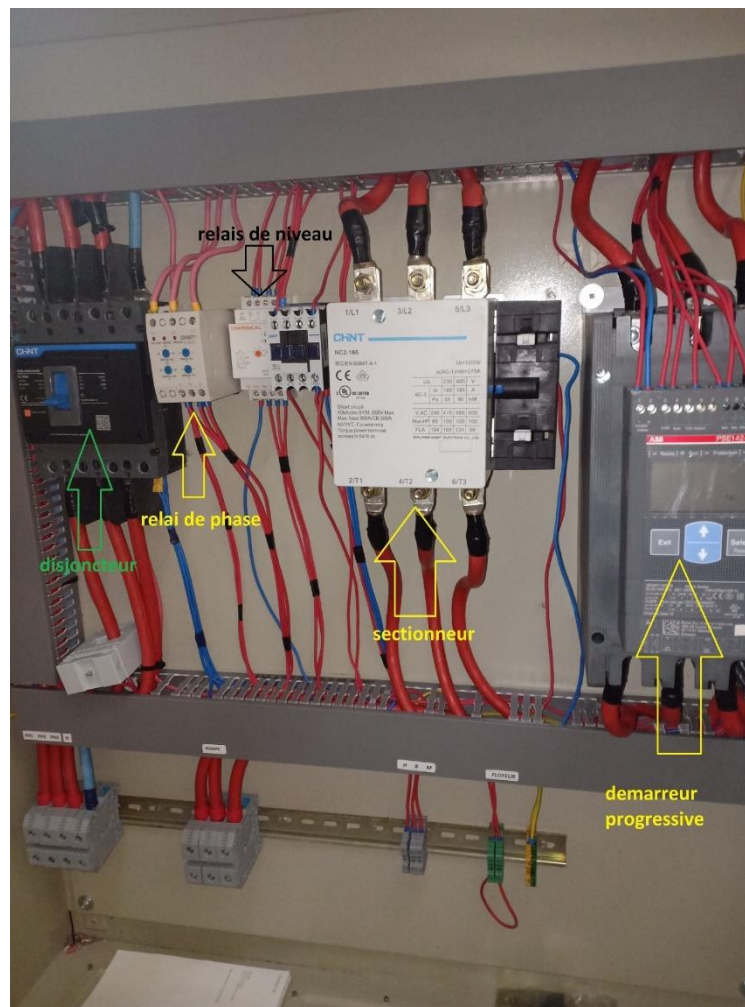


Figure 3. 20: armoire d'une pompe puissante (100 L/s)

L'installation actuelle dans le site Bnoud est donnée dans la figure suivante :

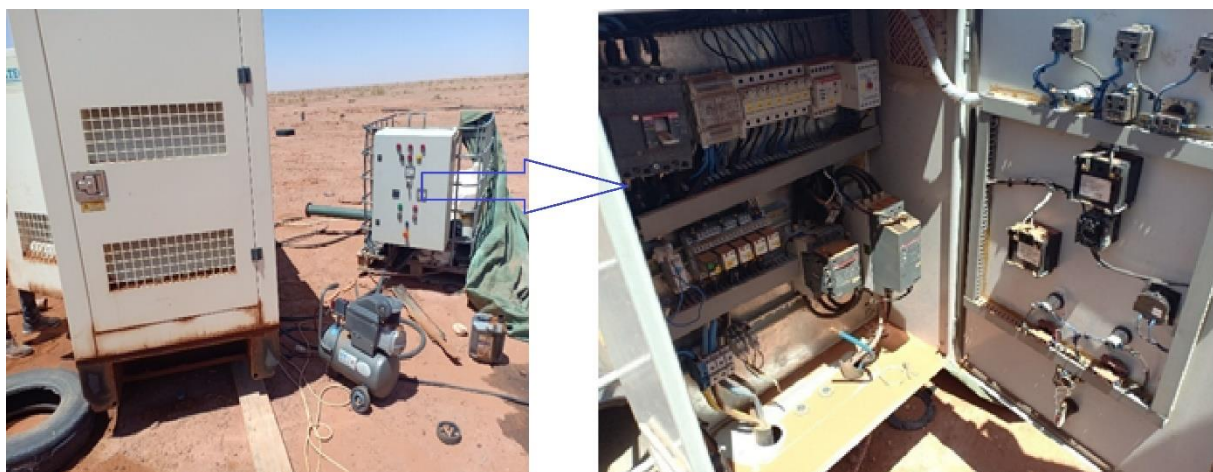


Figure 3. 21 : L'installation actuelle dans le site Bnoud

3.7Pivot :

Les pivots utilisés sont de 350 m qui couvre 40 Ha de surface, cela nous permet de faire l'irrigation de 40 ha, c'est le pivot le plus long et le plus rentable. Ce pivot est alimenté par un groupe électrogène et reçoit un débit de 40 L/s débité par les ouvrages de pompe montré précédemment.



Figure 3. 22 : pivot de 40 Ha actuellement utilisé

L'alimentation actuelle des pivots : Pour le moment ils sont alimentés par les groupes électrogènes

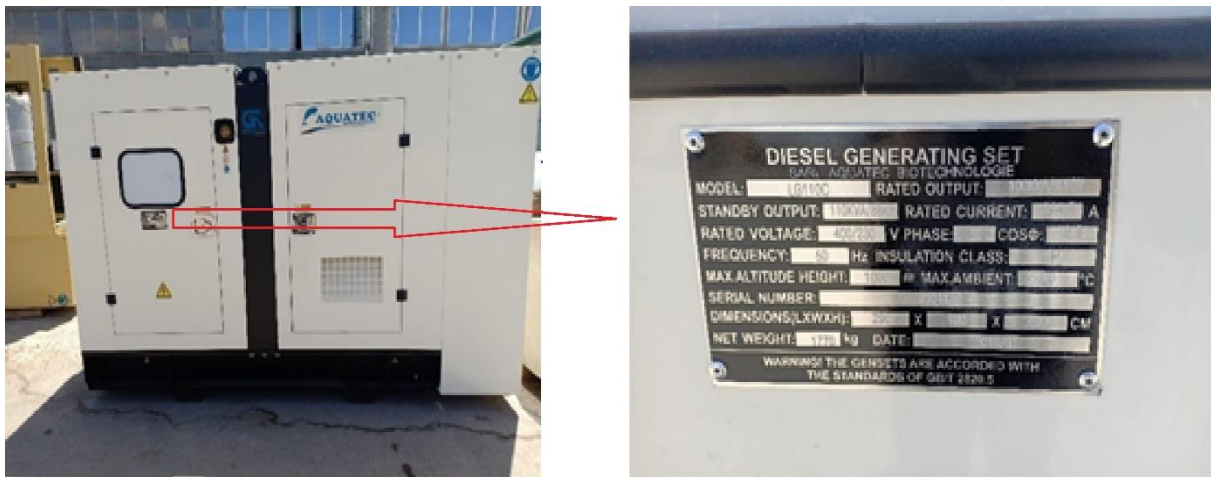


Figure 3. 23: un groupe similaire a celui utilisé actuellement

Ces groupes électrogènes peuvent alimenter une dizaine de pivots en même temps, cette solution est inadéquate car l'énergie produite est largement supérieure à la demande sachant que ce groupe consomme 8L/h à savoir 160 L de carburant par jour ce qui représente en termes de chiffre 3840 DA/jour.

Remarque :

Une installation énergétique est obligatoire pour couvrir les besoins finaux du projet Bnoud qui sont présentés. Donc, on se propose pour que le travail soit complet de faire une analyse financière pour les différentes solutions et de proposer de faire des tests pour les solutions les moins couteuses cette analyse serra présentée dans le chapitre suivant.

Les pivots du projet Bnoud ainsi que le moteur sont représentés dans la figure suivante:



Figure 3. 24 : L'un des moteurs d'un pivot du site Bnoud

On voit bien que ce moteur consomme une puissance entre 570 et 644 W pour faire fonctionner le pivot :



Figure 3. 25 : les deux roues qui sont alimentées par le moteur et font tourner le pivot

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons vu à quoi ressemble concrètement le site Bnoud, qui est un terrain difficile mais qui présente des avantages en terme de stratégie topographique et en ressource en eau.

Nous avons vu aussi les agricultures grandeur nature (production de blé et des dattes pour le moment.)

Nous avons aussi montré le résultat de dimensionnement EPANET qui donne des résultats satisfaisants, vu que les diamètres de tuyauterie qui seront installées sont largement surdimensionnées, c'est très normal que les résultats de EPANET sont satisfaisants.

Nous avons montré le bassin géomembrane qui est actuellement en chantier et qui est gigantesque.

Nous avons montré l'utilisation de l'une des sources d'alimentation (groupe électrogène 160 KVA) qui alimente actuellement un pompage de 70 chevaux (40 l/s).

Nous avons montré un vrai forage à 100 m de profondeur en précisant la technique de forage et les matériels utilisés, surtout coté pompe, comme nous avons montré le pivot comme décrit dans le chapitre 1, qui est actuellement en marche et qui couvre 40 Ha.

Nous avons aussi montré quelques armoires de commande des pompes qui diffèrent selon les paramètres du forage.

Chapitre 4 :

Analyse financière

CHAPITRE IV: Analyse financière de l'alimentation énergétique

Introduction :

Afin de proposer une solution optimale pour l'alimentation énergétique du projet nous avons élaboré une étude financière dans laquelle nous avons étudié les trois possibilités existantes pour l'alimentation du système, alimentation par énergie solaire, alimentation par groupe électrogène et une alimentation par le réseau Sonelgaz et nous avons étudié aussi les solutions mixtes entre ces méthodes.

4.1 Solution énergie solaire :

4.2.1 Cahier de charges pour les pivots :

I/ Cahier de charges pour un seul pivot				
Puissance d'un pivot (W)	Heures de fonctionnement (h)	Puissance nécessaire	Voltage de l'armoire	Courant nécessaire pour l'alimentation dans les heures de fonctionnement
5000	20	100 000	400	250
Calcul du nombre de batterie				
Ampérage des batteries disponibles	Nombre de batterie minimum	Nombre de batterie recommandé		
100	2,5	8		
250	1	4		

Tableau 4.1 Cahier de charges pour un seul pivot

Dans ce premier cas nous avons pris 8 batteries de 100 Ah car d'après les ingénieurs cette solution est conforme au cahier de charge du pivot.- voire annexe analyse financier pour plus de détaille-.

CHAPITRE IV: Analyse financière de l'alimentation énergétique

Cout d'investissement à court et à long terme :

Gamme de d'installation	Type de batteries	Cout initial de mise en œuvre (DA)	Cout sur 20 ans (DA)	Différence entre l'investissement initial et le cout total sur 20 ans (DA)
Basse gamme	Batterie au plomb	1 428 600	2 271 000	842 400
	Batterie à gèle	1 423 800	1 927 000	503 200
	Batterie AGM	1 531 800	2 647 000	1 115 200
Moyenne gamme	Batterie au plomb	1 438 200	1 747 800	309 600
	Batterie à gèle	1 445 400	1 703 000	257 600
	Batterie AGM	1 606 200	2 239 000	632 800
Haute gamme	Batterie a plomb	1 452 600	1 570 200	117 600
	Batterie a gèle	1 457 400	1 539 000	81 600
	Batterie AGM	1 637 400	1 738 200	100 800

Tableau 4. 2 : Cout d'investissement à court et à long termes

CHAPITRE IV: Analyse financière de l'alimentation énergétique

Le critère ici est la différence entre le coût d'investissement initial et celui sur 20 ans car il vaut mieux ne pas faire une installation qui nécessite trop de dépense (pour une installation de 1.531 million de DA basse gamme avec des batteries AGM mais en dépense 1.115 million de DA pendant 20 ans ce qui revient trop cher. La solution haute gamme avec des batteries à gèle semble la plus efficace dans ce cas l'investissement semble stable à long terme.

4.2.2 Cas d'application de la solution énergie solaire pour tous les pivots

Gamme de la solution	Type de batterie	Nombre de pivots	Coût initial de la mise en œuvre pour tous les pivots (DA)	Coût total sur 20 ans (DA)
Basse gamme	Batterie AGM	24	36 763 200	63 528 000
Moyenne gamme	Batterie à gèle	24	34 689 600	40 872 000
Haute gamme	Batterie à gèle	24	34 977 600	36 936 000
	Batterie AGM	24	39 297 600	41 16 800

Tableau 4.3 : Cas d'application de la solution énergie solaire pour tous les pivots

Les résultats présentés dans le tableau précédent nous permettent de conclure que la solution basse gamme est trop coûteuse (car il y a trop de consommable les batteries avec une durée de vie trop courte). En conséquence, on recommande la solution haute gamme avec des batteries à gèle en premier lieu dans le cas où on opte pour la solution solaire, car elle cette solution présente un rapport (coût / qualité) le plus optimal. On recommande la solution haute gamme avec des batteries a AGM en deuxième lieu dans le cas où on opte pour la solution solaire, car cette solution présente la plus haute performance avec le moins de consommable (batteries) possible. On conseille la solution moyenne gamme avec des batteries à gèle en dernier lieu seulement dans le cas où le stock ne permet pas de réaliser les deux solutions prioritaires.

CHAPITRE IV: Analyse financière de l'alimentation énergétique

4.2.3 Cas d'application de la solution énergie solaire pour toutes les pompes : On obtient le résultat suivant pour les pompes

I/ cahier de charges pour une seule pompe				
Puissance d'une pompe (KW)	Heures de fonctionnement (h)	Energie nécessaire (KWh)	Voltage de l'armoire (V)	Ampère-heure des batteries nécessaires pour l'alimentation dans les heures de fonctionnements (Ah)
55	20	1 100	400	2750
II/ Calcul du nombre de batterie				
Ampérage des batteries disponibles (Ah)	Nombre de batterie minimum	Nombre de batterie recommandé		
100	27,5	32		
250	11	16		

Tableau 4. 4 : cahier de charges pour une seule pompe

Remarque :

Dans ce cas on va prendre 16 batteries de 250 Ah car c'est la solution la plus conforme au Cahier de charge de la pompe.

CHAPITRE IV: Analyse financière de l'alimentation énergétique

4.2.4 Cas d'application de la solution solaire pour tous les pivots :

En suivant le même raisonnement et en utilisant le même calcul et en ajustant les prix des batteries (250 Ah au lieu de 100 Ah) on obtient :

V/ Cas d'application de la solution solaire pour toutes les pompes				
Gamme de la solution	Type de batterie	Nombre de pompe	Coût initial de la mise en œuvre pour toutes les pompes (DA)	Coût total sur 20 ans (DA)
Basse gamme	Batterie AGM	24	463 480 320	533 068 800
Moyenne gamme	Batterie à gèle	24	458 088 960	474 163 200
Haute gamme	Batterie à gèle	24	458 837 760	463 929 600
	Batterie AGM	24	470 069 760	476 9 680

Tableau 4.5 : coût d'investissement pour les pompes

Les résultats obtenus nous permettent de conclure que la solution haute gamme avec des batteries à gèle est la meilleure car elle présente un rapport qualité prix intéressant. De plus on remarque que la solution moyenne gamme avec des batteries à gèle peut aussi être préconisée, sachant que contrairement à la première recommandation dans cette situation, l'investissement n'est pas stable. Cependant la solution haute gamme avec des batteries à AGM peut être classée en dernier lieu seulement, ces batteries ont de meilleure performance que les autres, mais le coût est élevé par rapport aux deux premières recommandations.

CHAPITRE IV: Analyse financière de l'alimentation énergétique

4.2 Solution groupe électrogène :

4.3.1 Solution groupe diésel pour les pivots :

Après avoir déterminé le nombre optimal de pivots qu'on peut alimenter avec un seul groupe (par exemple : un ensemble de 3 pivots qu'on peut alimenter avec un groupe de 33 KVA/ $\cos(\varphi)=0.8$). Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

Solution groupe diésel pour les pivots					
Pour le choix de la puissance des groupes diésel on est limité par le stock disponible					
Batterie de pompage (Nombre de pivots)	Puissance nécessaire (KW)	Puissance du groupe correspondant (KVA)	Coût unitaire du groupe électrogène (Da)	Nombre de groupe recommandé	Durée de vie
3	15	33	████████	14,	10
4	20	33	████████	8	10
5	25	40	████████	5	10
6	30	40	████████	4	10

Tableau 4.6 : Solution groupe diésel pour les pivots

On note que, le critère du choix du groupe ici est la minimisation de la perte d'énergie, toute en évitant les groupes qui produisent une énergie trop proche de la demande, car il vaut mieux, dans un site comme le site Bnoud, garder une réserve énergétique. En se basant sur le critère précédent on peut proposer en premier lieu et pour chaque groupe de 5 pivots une alimentation à partir d'un groupe de 33 KVA dans le cas où on optera pour la solution groupe électrogène pour les pivots.

CHAPITRE IV: Analyse financière de l'alimentation énergétique

En prenant en considération le paramètre le plus important qui est la maintenance on aboutira aux résultats regroupés dans le tableau suivant :

Puissance du groupe correspondant (KVA)	Coût du groupe sur 20 ans (DA)	Coût des pièces de rechange / 1 ans (DA)	Coût des pièces de rechange / 20ans (DA)	Coût de Main d'œuvre / 1 an (DA)	Coût de Main d'œuvre / 20 ans (DA)
33	28 160 000	1 000 000	20 000 000	50 000	1 000 000
Cout du carburant (DA/L)	Consommation du groupe (L/H)	Heures de fonctionnement (H)	Cout initial de réalisations (DA)	Cout total sur 20 ans (DA)	Consommable / année (DA)
24	3	20	28 160 000	41 160 000	1 266 000

On conclut à partir de ce tableau que le coût initial de la mise en œuvre de la solution Groupe électrogène est extrêmement bas mais à très long terme elle est extrêmement couteuse. D'autre part le prix du combustible est supposé être fixe ici alors que dans la réalité il augmente avec un certain pourcentage sur une certaine période on générale il augmente de 5 à 10% chaque 5 ans. De plus, on remarque que la solution groupe électrogène pour tous les pivots coute moins cher par rapport à la solution énergie solaire (groupe électrogène-> 35 million de DA sur 20 ans, solution énergie solaire->41.7 million de DA).

CHAPITRE IV: Analyse financière de l'alimentation énergétique

4.3.2 Solution groupe diesel pour les pompes :

La solution groupe diesel pour les pompes a été aussi étudiée, dans ce cas nous avons d'abord calculé le nombre optimal de pompes qu'on doit alimenter avec un seul groupe sachant que $\cos(\varphi)=0.8$:

Solution groupe diesel pour les pivots						
Pour le choix de la puissance des groupes diesel on est limité par le stock disponible						
Batterie de pompe (Nombre de pompe)	Puissance Nécessaire (KW)	Puissance minimale du groupe correspondante (KVA)	Coût unitaire du groupe avoisinant cette puissance (DA)	Unité de groupe nécessaire pour alimenter 20 pompes	Nombre de group recommandé	Duré de vie
1	55	69	████████	24	25	10
2	110	138	████████	12	13	10
3	165	206	████████	8	9	12
4	220	275	████████	6	7	12
10	550	688	████████	2	3	15
20	1100	1375	████████	1	2	15

Le critère du choix du groupe ici est toujours d'avoir le moins de perte possible tout en évitant les groupes qui produisent une énergie trop proche de la demande car il vaut mieux, dans un site comme le site Bnoud, garder une réserve énergétique sinon on risquerait d'avoir des pannes récurrentes (par exemple si on a un besoin de 54 KW (équivalons à dire 67KVA) , il est déconseillé de prendre un groupe de 70 KVA mais il faudrait laisser une certaine marge de réserve d'énergie pour garantir la disponibilité de l'énergie. D'après nos résultats on propose en premier lieu pour chaque groupe de 4 pompes une alimentation à partir d'un groupe de 264 KVA, dans ce cas on a une réserve de 4 KVA qui est largement suffisante.

CHAPITRE IV: Analyse financière de l'alimentation énergétique

Etude de coût du groupe diésel :

Puissance du groupe correspondant (KWA)	Cout des groupes sur 20 ans (DA)	Cout des pièces de rechange / 1 ans (DA)	Cout des pièces de rechange / 20ans (DA)	Cout de main d'œuvre / 1 an (DA)	Cout de Main d'oeuvre / 20 ans (DA)
69	35000000	150 000	75 000 000	200 000	100 000 000
138	31200000	200 000	52 000 000	200 000	52 000 000
206	24300000	300 000	54 000 000	200 000	36 000 000
275	21000000	400 000	56 000 000	200 000	28 000 000
688	47600000	500 000	34 000 000	300 000	20 400 000
1 375	396000000	500 000	22 000 000	300 000	13 200 000

Cout initial (DA)	Cout du carburant (DA/L)	Consommation du groupe (L/h)	Heures de fonctionnement (h/j)	Cout total avec les charges sur 20 ans (DA)	Consommable / année (DA)
35 000 000	24	3	20	245 216 000	8 966 000
31 200 000	24	7	20	166 904 000	5 704 000
24 300 000	24	8	20	131 076 000	5 076 000
21 000 000	24	10	20	119 720 000	4 920 000
47 600 000	24	30	20	120 026 667	4 880 000
396 000 000	24	30	20	565 360 000	3 920 000

Tableau 4. 7 : Etude de coût du groupe diésel pour les pompes

CHAPITRE IV: Analyse financière de l'alimentation énergétique

Remarques :

- On remarque que le coût initial de la mise en œuvre de la solution Groupe électrogène est extrêmement bas mais à un très long terme elle est extrêmement coûteuse (les solutions en rouge reviennent extrêmement cher à long terme avec les charges du groupe).
- Malgré **notre sous-estimation le coût de la solution Groupe électrogène s'élève à 3 759 600 000 DA sur 20 ans.**
- Dans ce cas la solution solaire est beaucoup moins chère que la solution groupe électrogène (groupe électrogène-> 3 759 millions de DA sur 20 ans, solution énergie solaire-> 0 458 millions de DA).

4.3 Solution réseau électrique

La tarification de la société de distribution SDC- (filiale de distribution de Sonelgaz) a les tarifications de l'électricité et du gaz dans le décret 22-15 du 29 décembre 2015- voir annexe 3.

Méthode d'analyse :

Dans cette partie on va prendre en considération les coûts de la réalisation du réseau électrique repartis sur chaque équipement, l'installation électrique prend en compte les points suivants :

- ✓ Le coût des pylonnes.
- ✓ Le coût du câble de branchement.
- ✓ Le coût des transformateurs.
- ✓ Les tarifs de consommation électrique (Sonelgaz-SDC-Algérie).

Pour plus de détail voir annexe décret 22/55 on annexe.

CHAPITRE IV: Analyse financière de l'alimentation énergétique

4.4.1 Le cout pour la solution énergie solaire pour les pivots :

Ne sachant pas le type de tarification que va choisir l'entreprise nous avons pris la moyenne :

Tarification	Facture annuelle (DA)	Nombre de pivot	Nombre d'année	Facture d'électricité / 20ans (DA)	Cout totale sur 20 ans (DA)
	29 196	24	20	13 015 800	25 680 133
Tarif 41	7 776	24	20	8 449 200	21 113 533
	4 320	24	20	2 662 200	15 326 533
	4 320	24	20	12 567 540	25 680 133
Tarif 42	-00	24	20	12 970 740	26 083 333
	17 496	24	20	00	-00
	62 700	24	20	27 010 740	40 123 333
Tarif 44	72 150	24	20	27 010 740	40 123 333
	82 200	24	20	27 010 740	40 123 333

Tableau 4. 8 : cout pour la solution énergie solaire pour les pivots

Remarque :

Les détails du calcul du cout sont en annexe (annexe l'analyse financière).

Pour le calcul final (diagnostique final) on va prendre en compte la moyenne.

CHAPITRE IV: Analyse financière de l'alimentation énergétique

4.4.2 Le cout pour la solution énergie solaire pour les pompes :

Ne sachant pas le type de tarification que va choisir l'entreprise nous avons pris la moyenne :

Tarification	Facture annuelle (DA)	Nombre de pivot	Nombre d'année	Facture d'électricité / 20ans (DA)	Cout totale sur 20 ans (DA)
Tarif 41	287 760	24	20	138 580 800	158 191 467
	183 109	24	20	88 348 200	107 958 867
	50 490	24	20	24 691 200	44 301 867
Tarif 42	287 760	24	20	138 130 980	158 191 467
	297 000	24	20	142 566 180	162 626 667
	-00	24	20	6 180	-00
Tarif 44	618 750	24	20	297 006 180	317 066 667
	618 750	24	20	297 006 180	317 066 667
	618 750	24	20	297 006 180	317 066 667

Tableau 4. 9 : cout pour la solution énergie solaire pour les pompes

En supposant que les tarifs ici sont fixes on se contentera de prendre une moyenne des 3 tarifications proposées dans notre analyse.

Remarque : le calcul détaillé est en annexe (annexe analyse financière)

CHAPITRE IV: Analyse financière de l'alimentation énergétique

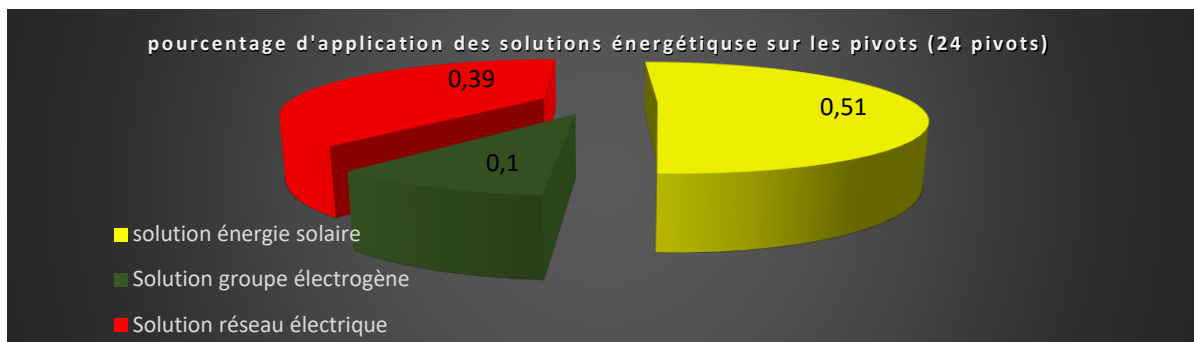
4.4 Diagnostique final :

La conclusion tirée d'après les calculs précédents, est d'utiliser les 3 sources d'énergie, et par voie de conséquences nous avons basé notre étude sur des pourcentages de la manière suivante :

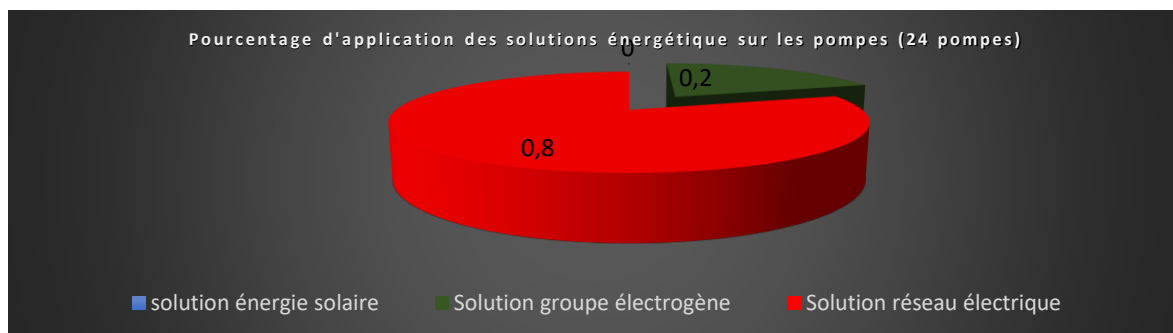
Solution 1 : solution du groupe Kherbouche	Pourcentage d'application de la solution sur les pivots	Pourcentage d'application de la solution sur les pompes	Cout initial d'investissements pour les pivots	Cout initial d'investissements pour les pompes
Solution solaire	51%	0%	17 095 302	-00
Solution groupe électrogène	10%	33%	2 400 000	15 280 000
Solution réseau électrique	39%	67%	116 391 600	242 803 419

Tableau 4.10 : Solution 1 : solution du groupe Kherbouche

Pourcentage d'application des solutions énergétiques sur les pivots (24 pivots) :



Pourcentage d'application des solutions énergétiques sur les pompes (24 pompes) :



CHAPITRE IV: Analyse financière de l'alimentation énergétique

Désormais on va étudier le coût sur la base des calculs précédents en prenant en compte le consommable, la durée de vie des matériels et plus important encore sur la base des remarques effectuées sur les coûts des solutions et le choix de la solution idéale.

Solution 1	Le cout (DA)					
Année	2020	2024	2028	2032	2036	2040
Solution énergie solaire	17 838 576	18 038 333	18 238 090	18 437 846	18 637 603	18 837 360
Solution groupe électrogène	42 323 600	42 673 640	42 323 600	43 373 720	43 723 760	44 073 800
Solution réseau électrique	18 562 767	85 436 895	152 311 023	219 185 151	286 059 279	352 933 407
Cout total	78 726 963	146 150 891	212 874 740	280 998 749	3482 678	415 843 607

Tableau 4.11 : Le cout de la solution 1

Proposition d'autre solution :

On prendre 33,33% de chaque solution :

Solution 2	Le cout (DA) avec un pourcentage d'application des trois source égale (33.33% de chaque solution)					
Année	2020	2024	2028	2032	2036	2040
Solution énergie solaire	164 588 659	165 058 628	165 528 597	165 998 566	166 468 535	166 938 504
Solution groupe électrogène	49 288 404	49 700 763	49 288 404	50 525 480	50 937 839	51 350 198
Solution réseau électrique	11 062 227	45 529 980	79 997 733	114 465 486	148 933 239	183 400 991
Cout total	224 941 310	260 291 395	294 816 762	330 991 564	366 341 649	401 689 594

Tableau 4.12: Le cout de la solution 2 (33%)

Vu que l'entreprise est en court de certification ISO 9001, ça serait bien vu quelle prend en compte l'impact *environnemental* et quelle prévoit au moins 30 % de l'énergie produite énergie verte, le moins de groupe électrogène possible car c'est très polluant et pour le reste elle utilise le réseau électrique.

CHAPITRE IV: Analyse financière de l'alimentation énergétique

Ceci se traduit par les pourcentages qu'on a proposés :

Solution 3 : impact <i>environnemental</i>	Pourcentage d'application de la solution sur les pivots	Pourcentage d'application de la solution sur les pompes
Solution énergie solaire	80%	30%
Solution groupe électrogène	0%	20%
Solution réseau électrique	20%	50%

Tableau 4.13 : solution impact environnemental

Cette dernière proposition coute :

Solution 3	Le cout en prenant compte l'impact environnemental					
Année	2020	2024	2028	2032	2036	2040
Solution énergie solaire	165 633 408	166 252 262	166 871 117	167 489 971	168 108 826	168 727 680
Solution groupe électrogène	23 944 000	24 140 800	23 944 000	24 534 400	24 731 200	24 928 000
Solution réseau électrique	12 658 000	61 779 460	110 900 920	160 022 380	209 143 840	258 265 300
Cout total	202 237 428	252 174 546	301 718 065	352 048 783	401 985 902	451 923 020

Tableau 4.14 : Solution 3 / impact environnemental

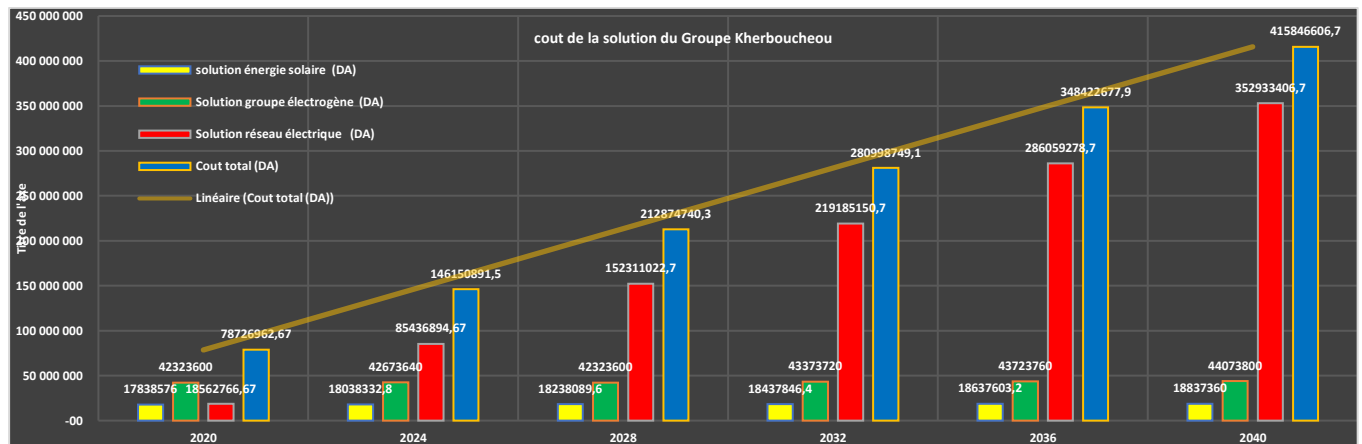
Remarque :

En jouant sur les pourcentages on a obtenu une solution beaucoup plus couteuse, cela indique qu'un choix des solutions (pourcentage de solution proposée) fait au hasard peut avoir des retombées financières catastrophiques.

La solution 3 (avec 30 % de l'énergie produite en énergie verte) revient plus cher que celle du groupe kherbouche, cela donne à réfléchir sur le cout de l'impact environnemental, dans ce qui suit, nous avons proposé une solution moins chère.

CHAPITRE IV: Analyse financière de l'alimentation énergétique

La solution adoptée actuellement par le groupe KHERBOUCHE (solution 1) se traduit par les chiffres suivants :

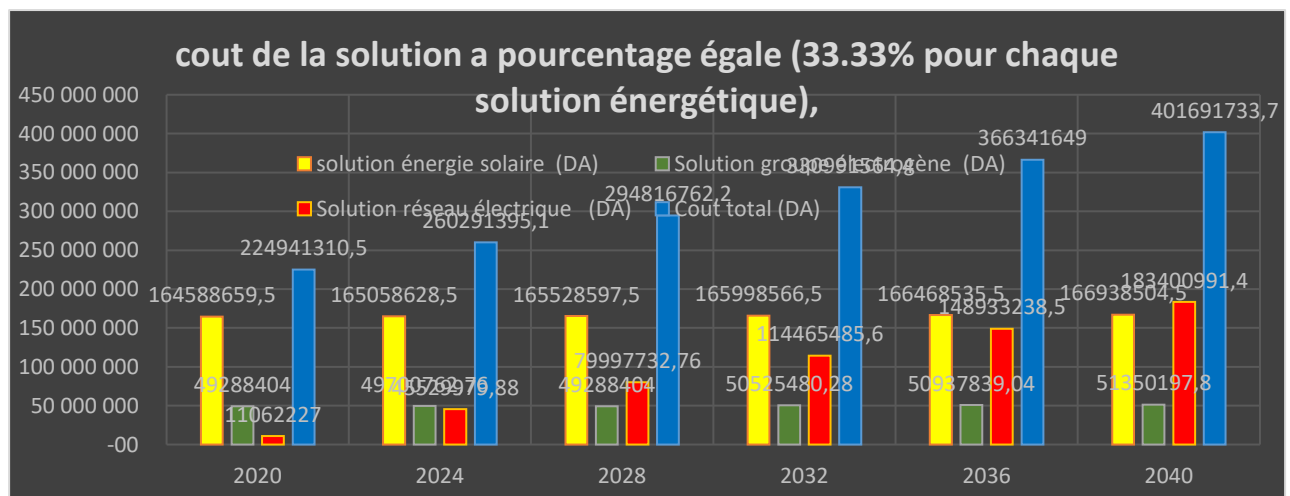


représentation 1 cout de la solution du Groupe Kherbouche

Remarque :

- La solution réseau électrique représente presque à elle seule le montant globale d'investissement sur 20 ans sachant que cette solution représente 68 % de production énergétique
- Le coût du réseau électrique estimé sur 20 ans est à prendre très au sérieux car il ne suffit pas dans une situation pareille de calculer la consommation et la multiplie par le tarif du KWh, en vérité c'est plus complexe - voir le décret 22-50 - annexe 3
- Le coût de la solution énergie solaire est presque fixe au fil des années alors que la solution diesel a presque doublé sur une période de 20 ans.

L'histogramme avec les pourcentages égaux (solution 2 : 33.33% solution énergie solaire / 33.33% solution groupe électrogène / 33.33% solution réseau électrique) :



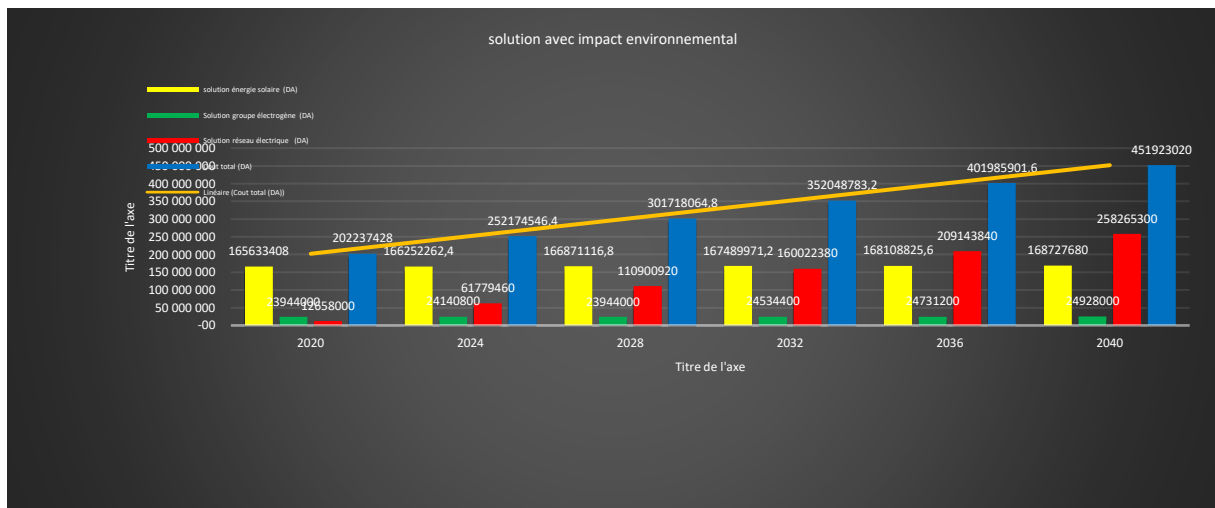
Représentation 2 : cout de la solution a pourcentage égale (33.33% pour chaque solution énergétique).

CHAPITRE IV: Analyse financière de l'alimentation énergétique

Remarque :

- Le coût de la solution énergie solaire et groupe diésel sont presque fixes
- Le coût de la solution réseau électrique augmente considérablement
- Le montant total d'investissement dans ce cas est la somme entre la solution solaire et la solution réseaux électriques

La solution 3 qui prend en compte l'impact environnemental est bien représentée ici :



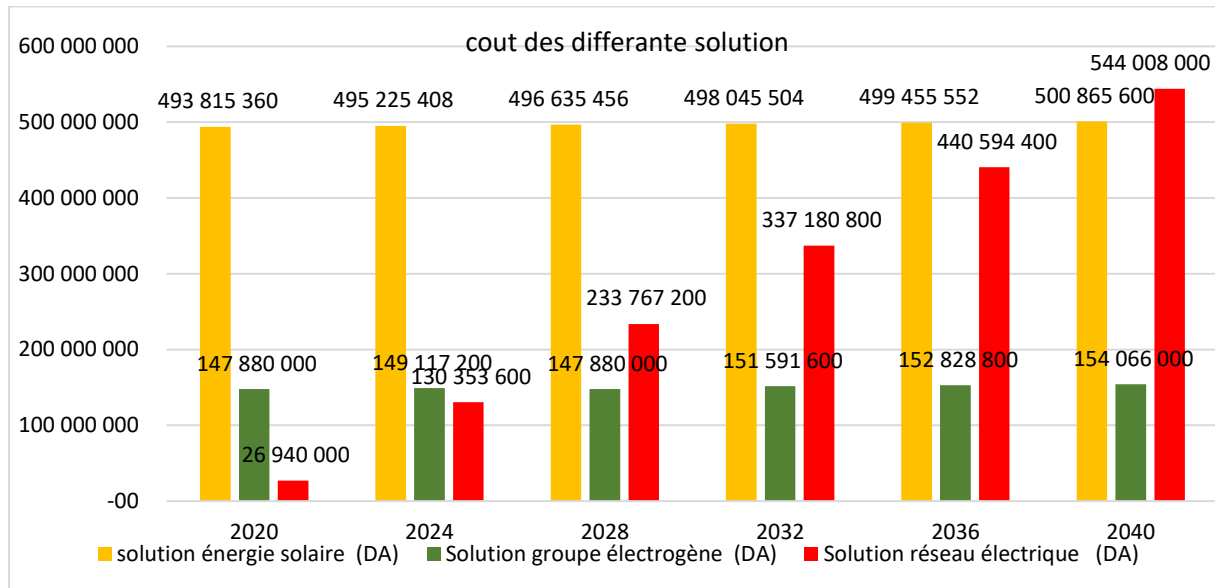
Représentation 3 : Le coût en prenant compte l'impact environnemental

Remarque :

- On remarque que si on respecte l'impact environnemental le coût total augmente (la réduction des émissions de CO2 a un coût).

CHAPITRE IV: Analyse financière de l'alimentation énergétique

Après avoir discuté le rôle des pourcentages nous avons aussi représenté le cout des différentes solutions énergétiques dans le cas où on applique uniquement une des solutions, ceci peut nous servir pour avoir une idée de grandeur des couts d'investissement :



Représentation 4 : cout d'investissement globale des différentes solutions

Remarque :

- Le coût le moins cher dans ce cas précis (projet Bnoud) à moyen terme (15 ans) est la solution réseau électrique
- Le coût le plus élevé dans ce cas précis (projet Bnoud) est solution solaire (coût initial d'investissement) et le plus cher sur une période de 20 ans c'est bien la solution réseau électrique
- La solution la moins couteuse dans ce cas précis (projet Bnoud) à moyen et long terme c'est bien la solution groupe diésel

Dans ce cas le calcul du cout du KWH pour les différentes solutions donne :

Année		2020	2024	2028	2032	2036	2040
Energie produite (KWH)	Solution énergie solaire	360 000 000	1 440 000 000	2 880 000 000	4 320 000 000	5 760 000 000	7 200 000 000
	Solution groupe électrogène	20 720 014	80 058 880	160 117 760	240 176 640	320 235 520	400 294 400
Cout du KWH	Solution énergie solaire	1,37	0,34	0,17	0,12	0,09	0,07
	Solution groupe électrogène	7,20	1,81	0,90	0,61	0,46	0,37
	Tarifification Sonelgaz moyenne	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18

Tableau 4. 15 : cout du KWH pour les différentes solutions

CHAPITRE IV: Analyse financière de l'alimentation énergétique

Remarque :

- La logique suivie dans ce calcul se résume sur le coût total de la solution énergétique divisé par l'énergie totale produite, **ceci reflète uniquement le coût du KWH du point de vue du groupe KHERBOUCHE est non pas le coût du KWH du point de vue Sonelgaz ou autre société, cela dépend des prix des différentes ressources de l'entreprise.**

4.5 Analyse des résultats :

Il est extrêmement difficile de donner des pourcentages de réalisation de solution énergétique car cela dépend de plusieurs autres paramètres tels que :

- Le coût à très long terme.
- La difficulté du terrain.
- La stabilité du réseau électrique à proximité.
- La variation du prix du carburant et des tarifs de Sonelgaz.

Les pourcentages choisis par l'entreprise prennent seulement deux paramètres en vigueur (le coût et la difficulté du terrain), mais nous sommes obligés de nous abstenir aux paramètres de l'entreprise.

On recommande dans l'esprit du "green engineering" l'utilisation de la proposition qui prend en compte l'impact environnemental même si elle revient plus cher, On recommande aussi la réduction de l'implication de la solution réseau électrique car elle revient trop cher à moyen et long terme. En troisième lieu on recommande aussi d'utiliser le maximum de solution groupe électrogène, prévoir un faible pourcentage de la solution réseau électrique à titre de (solution de secours) et enfin pour le reste en utilisant la solution énergie renouvelable.

Conclusion générale

Dans le cadre d'un projet de fin d'étude intitulé équipement énergétique des entreprises de grande consommation, nous avons traité la problématique d'un projet réel du groupe kharbouch. La problématique en question est comment équiper énergétiquement parlant le projet Bnoud qu'on a présenté comme étant un méga projet agricole de 5000 Ha.

On a tout d'abord présenté le domaine l'agriculture en Afrique d'après des institutions de renommée mondiale telle que la FAO, on a ensuite présenté la situation de l'Algérie d'après le site du ministère de l'agriculture on a trouvé que l'énergie et l'agriculture sont intimement liées.

Nous avons entamé par la suite, dans le chapitre 1, une brève étude des équipements les plus pertinents de ce projet à savoir les pompes, les pivots, les bassin géomembrane pour avoir une idée globale des différents matériels utilisés dans le domaine et plus important encore pour identifier la consommation en énergie ; nous avons discuté du réseau hydraulique qui est très important pour le bon fonctionnement du projet et nous avons proposé un modèle sur EPANET qui une fois paramétré par l'hydraulicien de l'entreprise, il pourra prédire la fiabilité du réseau.

Nous avons aussi énuméré les groupes électrogènes afin d'identifier les composantes et nous avons présenté un produit du groupe Kherbouch de 900 KVA, ces groupes électrogènes sont un atout de taille en ce qui concerne les sites isolés, pour résumer, les groupes électrogènes sont indispensables dans un tel projet et le fait d'avoir des groupes électrogènes de différentes puissances qui sont tractable nous donne une certaine garantie énergétique.

Dans le chapitre 2 nous avons exposé le plan topographique initial de ce projet sans oublier de préciser que l'un des logiciels les plus adaptés à ce sujet c'est bien autoCAD. Après avoir montré le plan topographique nous avons délimité les zones d'exploitation en 3 régions principales et enfin nous avons mis au point le réseau de pivots et le réseau hydraulique avec les cotes et les coordonnées géographiques exactes.

Nous avons utilisé un logiciel de dimensionnement hydraulique EPANET version 2.0. Pour vérifier la fiabilité de notre réseau hydraulique

Après la détermination de l'emplacement des pompes, pivots, électrovannes nous pouvons désormais émettre des hypothèse pour déterminer un cahier de charges et de faire des propositions pour alimenter en énergie électrique cette entreprise de grande consommation (Le Projet Bnoud), nous avons montré le poste électrique qui va alimenter dans un futur proche une grande partie des appareils utilisés dans ce projet, nous avons aussi proposé une alimentation en énergie renouvelable (photovoltaïque) pour alimenter les pivots et on a donné un argument convaincant sur le plan économique .

Dans l'analyse financière on a pu prédire le cout d'investissement en précisant les contraintes. On a démontré la complexité de la question (comment équiper une entreprise de grande consolation), en vérité on ne peut pas dire que les énergies renouvelables (installation photovoltaïque) sont mieux que les énergies

Conclusion générale

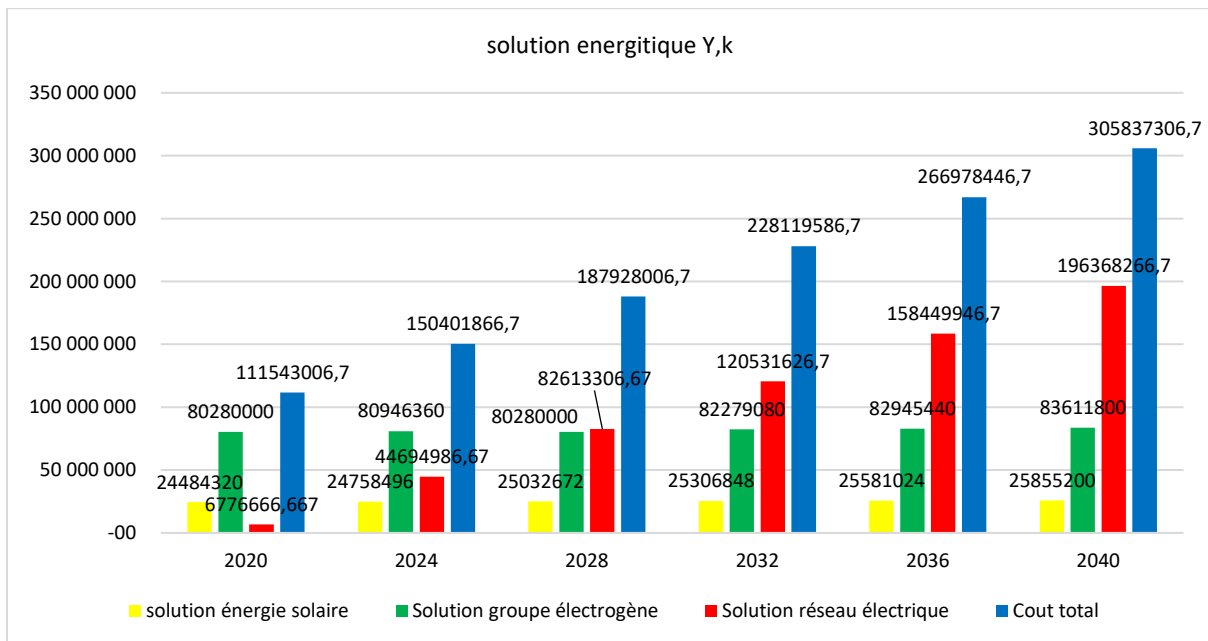
fossiles (groupe diésel / réseau électrique) mais c'est beaucoup plus une affaire de cout à court et à long terme.

Pour répondre à la thématique de ce PFE adapté au problème du groupe Kherbouche (quel est le meilleur équipement énergétique pour une entreprise de grande consommation - entreprise agricole - projet Bnoud -) je recommande la solution 5 on se basant sur la remarque dans l'analyse diagnostique des solutions énergétique :

Solution 5 : solution Y.K	Pourcentage d'application de la solution sur les pivots	Pourcentage d'application de la solution sur les pompes
Solution énergie solaire	90%	50%
Solution groupe électrogène	0%	10%
Solution réseau électrique	10%	40%

Tableau 4. 1 : pourcentage de la Solution 5 / solution Y.K

Qui se traduit par le cout suivant :



Perspectives

Ce projet de fin d'étude est beaucoup plus complexe qu'il ne le paraît, chaque point évoqué est un sujet d'étude à part entière, et par conséquent donne énormément de perspectives dont on va citer les plus pertinentes :

- Elaboration du réseau hydraulique optimisé (diamètre de tuyauterie, réduction du nombre d'électrovannes...etc.) - **domaine hydraulique.**
- Etude sur les pompes industrielles de haute puissance (étude fiabilité / performance / coût) - **domaine électrotechnique.**
- Etude de la commande des pompes de haute puissance, proposition d'armoires électriques moins coûteuses que celles qui sont commercialisées actuellement - **domaine commande des machines électriques.**
- Etude du réseau interne de l'entreprise et de l'influence de la région d'El-Bayadh sur le bon fonctionnement d'entreprise - **domaine réseau électrique (avec l'accord du dispatching régional de SONELGAZ).**
- Etude de faisabilité (technico économique) sur une centrale photovoltaïque de 2 MW, (c'est une étude qui compte être entreprise par l'entreprise d'ici l'année prochaine "2020") - **domaine électrotechnique : Energie renouvelable.**
- Elaboration et adaptation d'une méthode parmi les méthodes d'aide à la décision appelée les MCDM pour atteindre un but (solution énergétique optimale) - **génie industriel.**

Si je peux me permettre, l'idéal pour le projet Bnouid serait une équipe pluridisciplinaire de haut niveau : hydraulicien, électrotechnicien dans les ENR, électrotechnicien dans le réseau électrique, électrotechnicien dans la commande des machines avec beaucoup d'expérience...etc. Si une telle équipe est mise en place, étroitement avec les ingénieurs du groupe ça pourrait réduire le coût d'investissement d'une manière considérable.

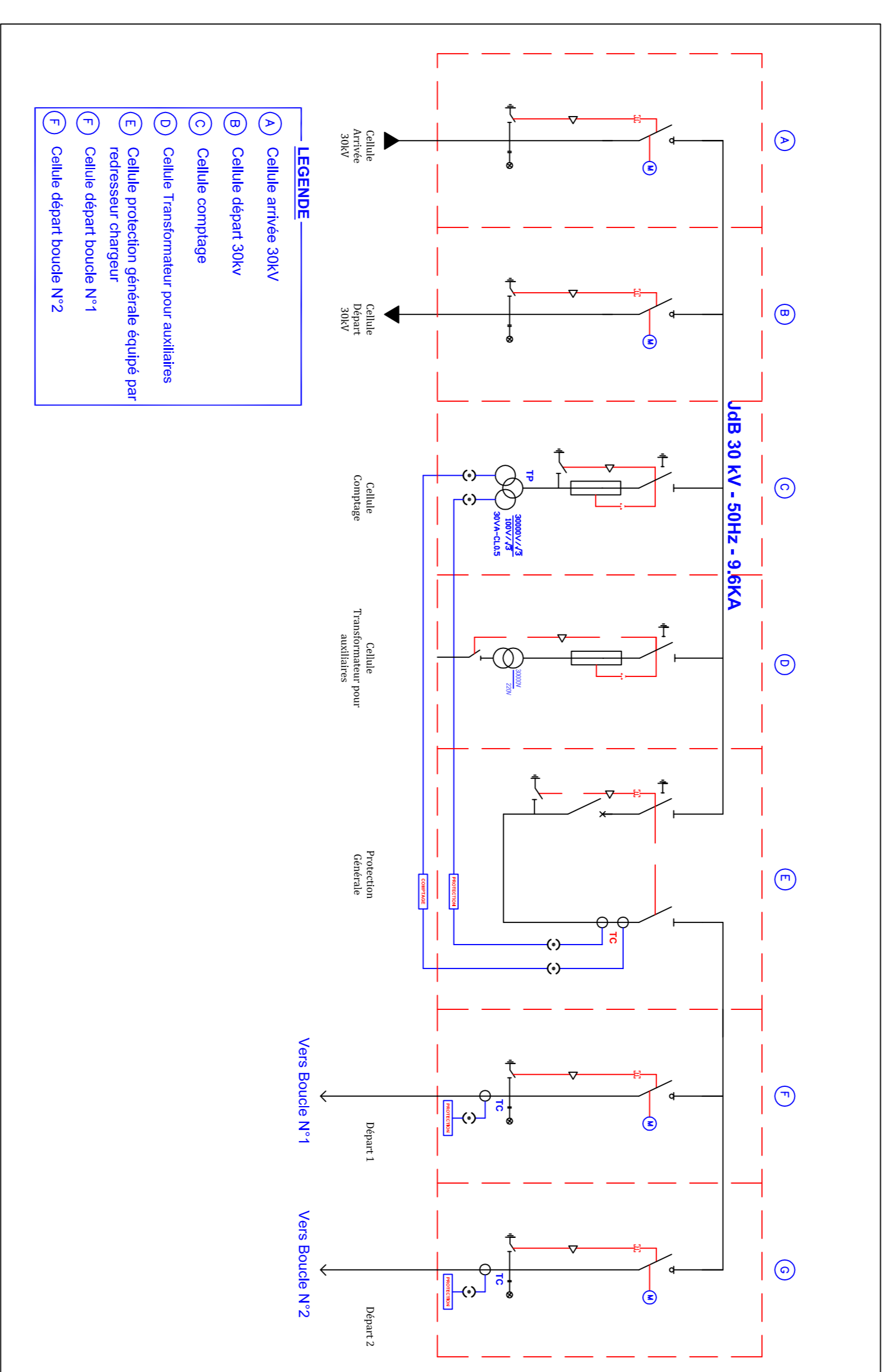
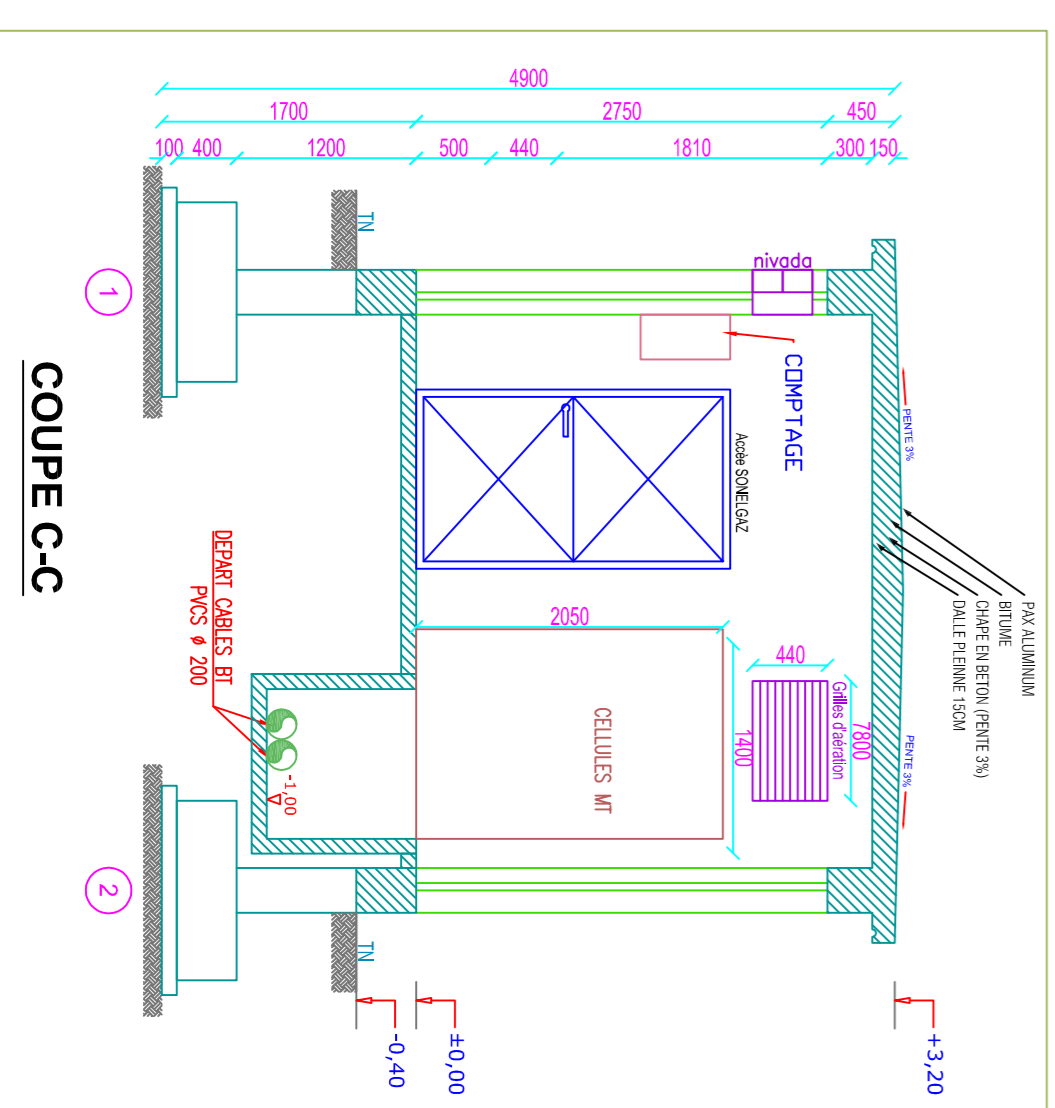
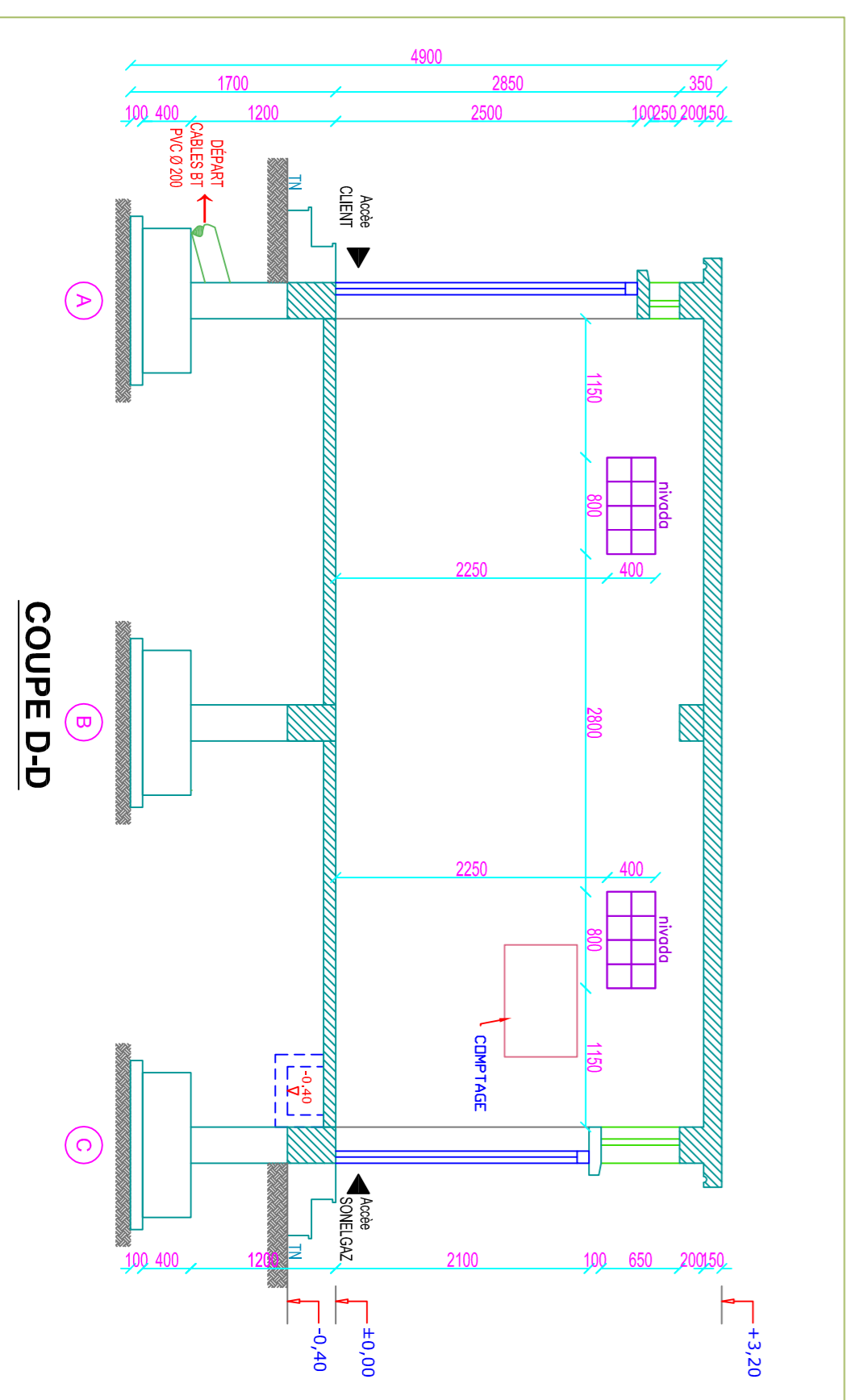
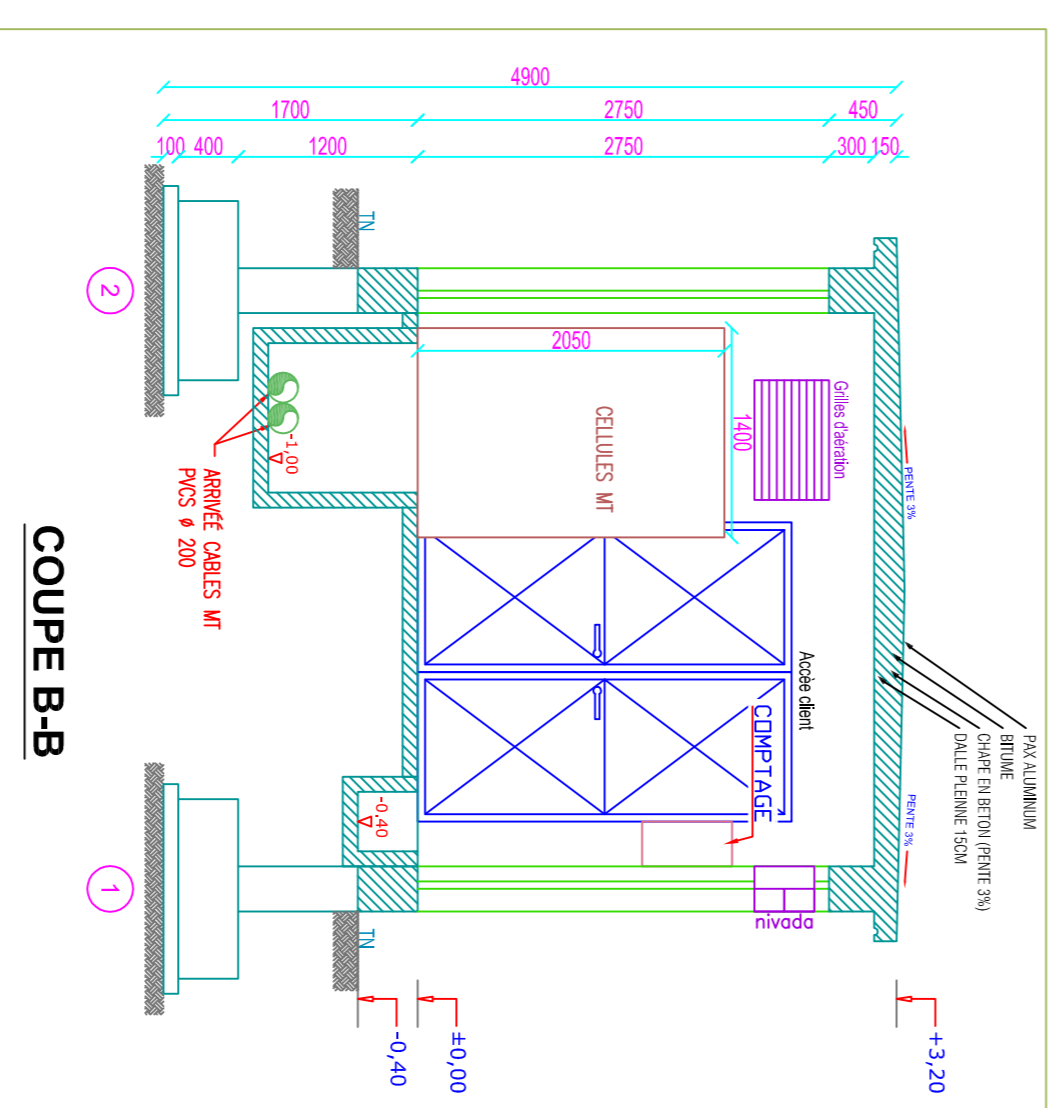
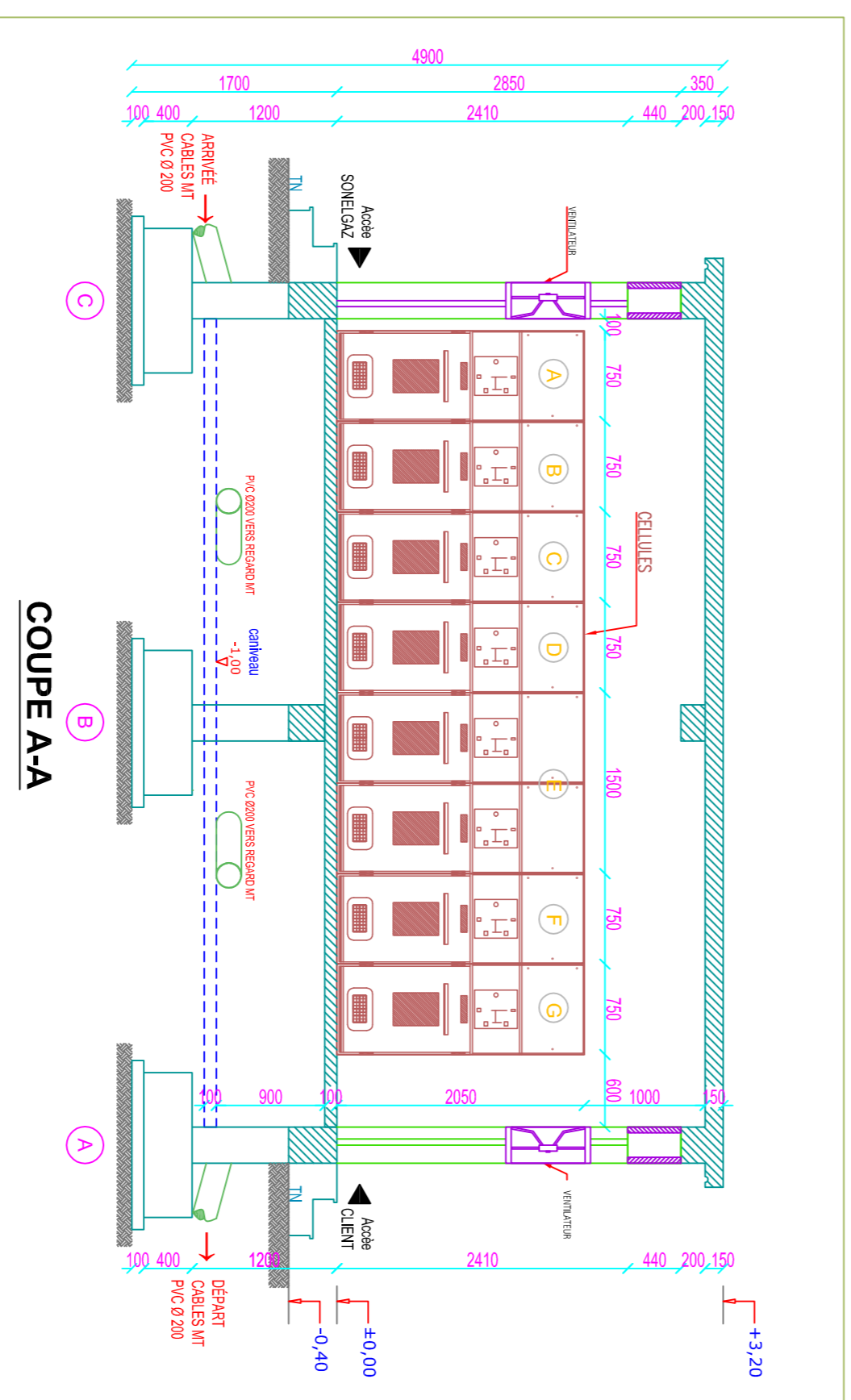
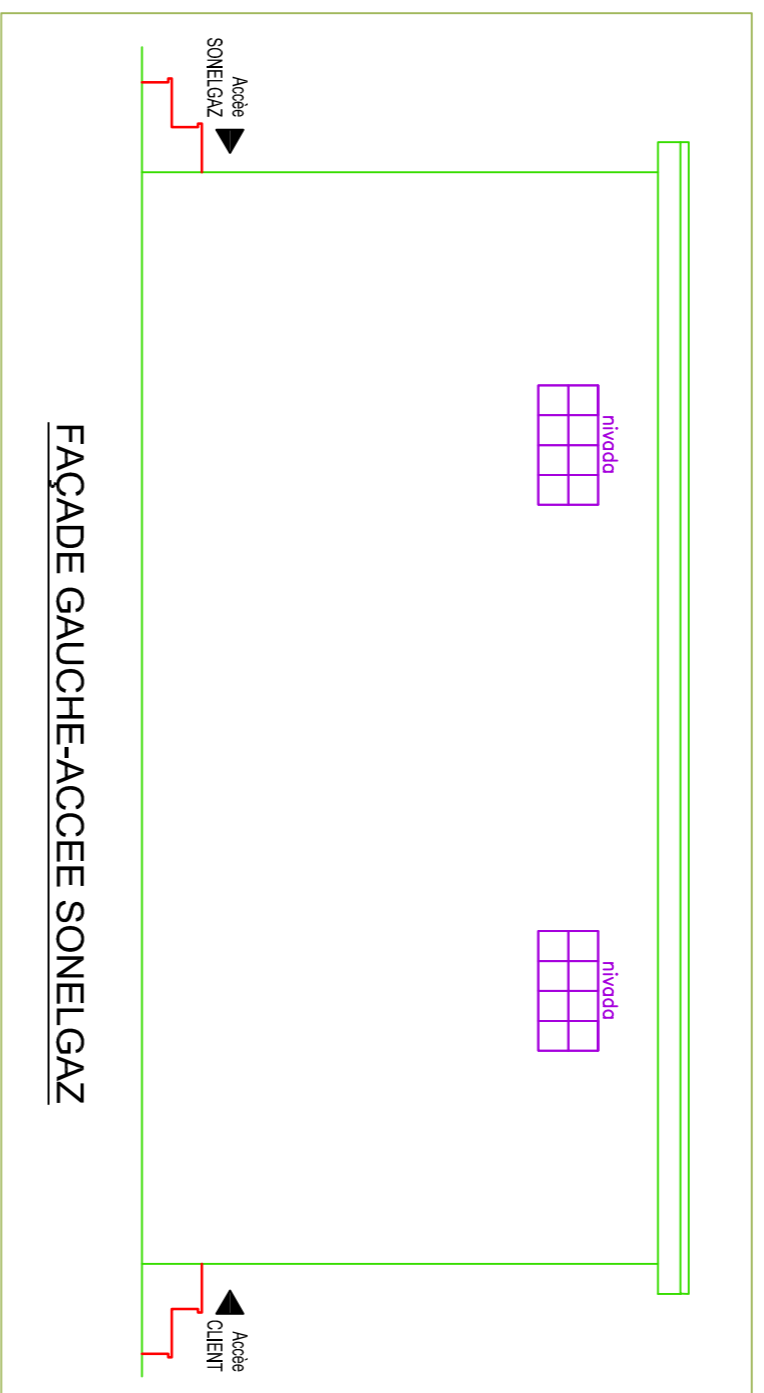
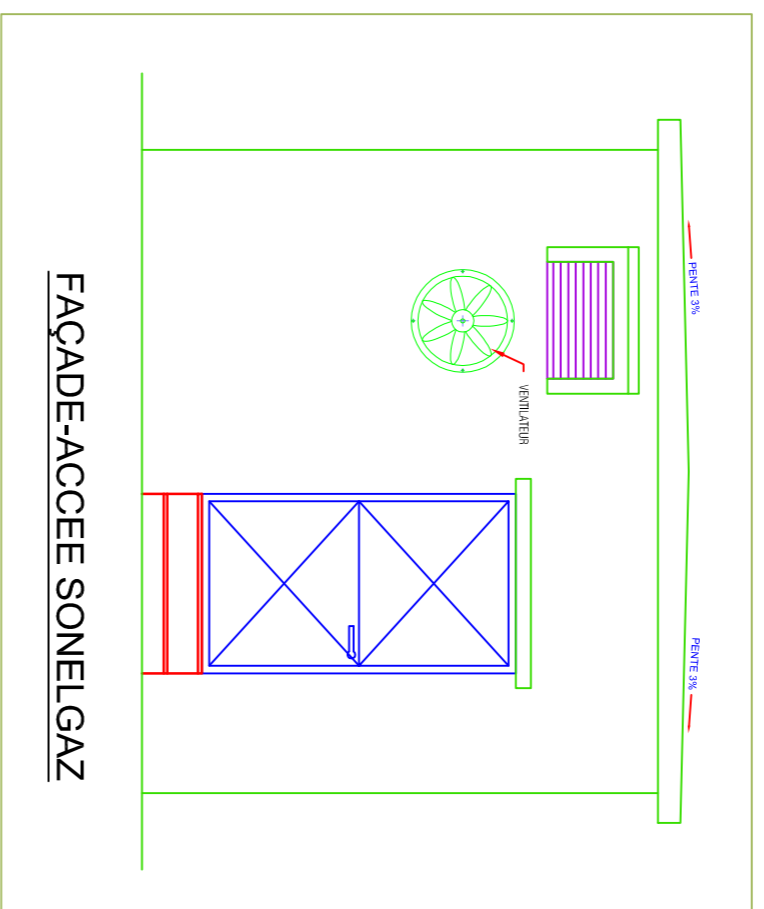
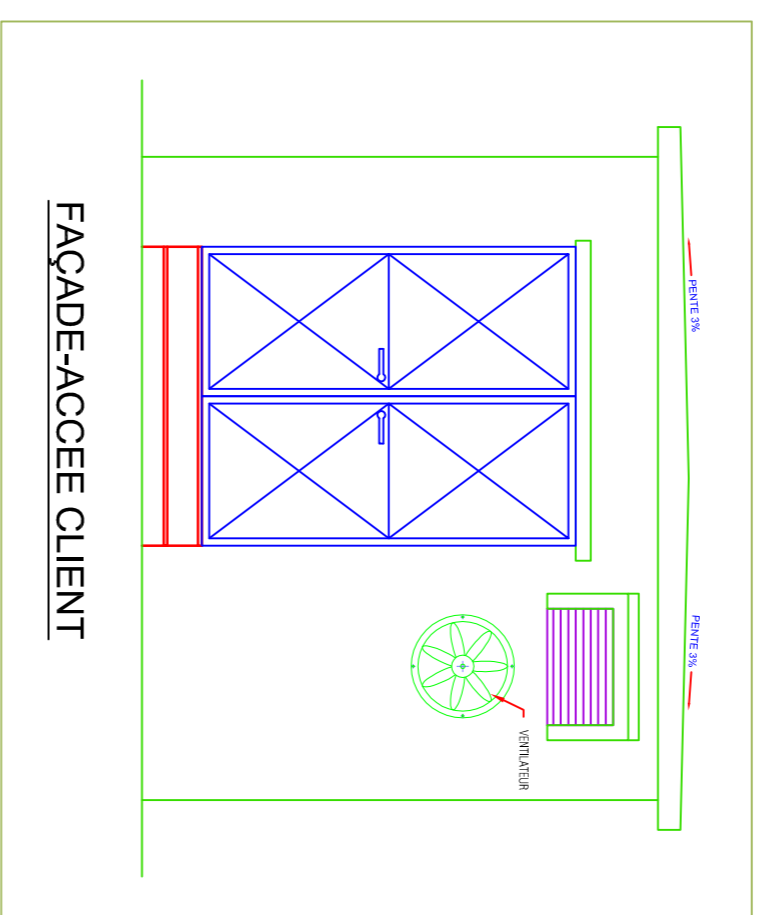
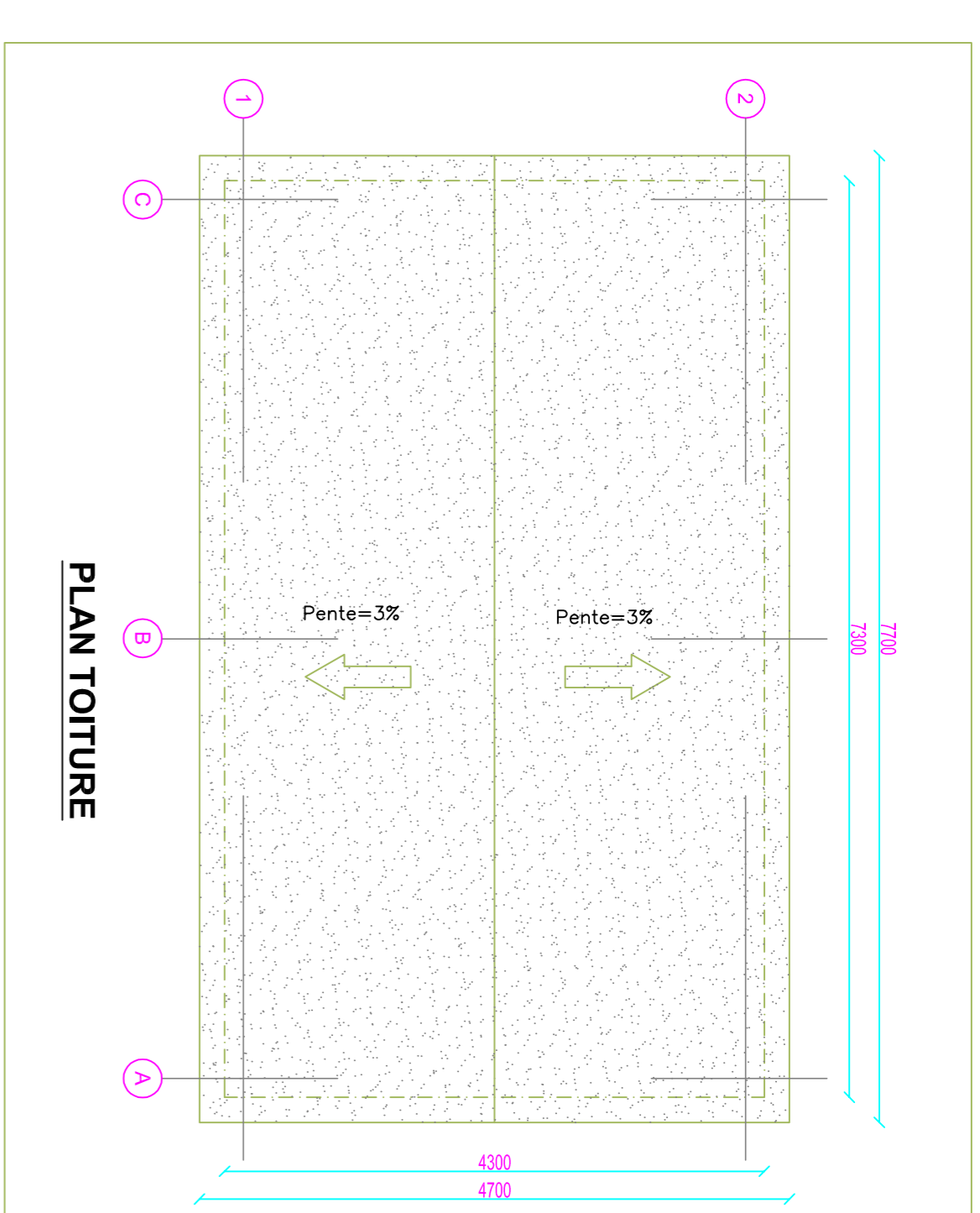
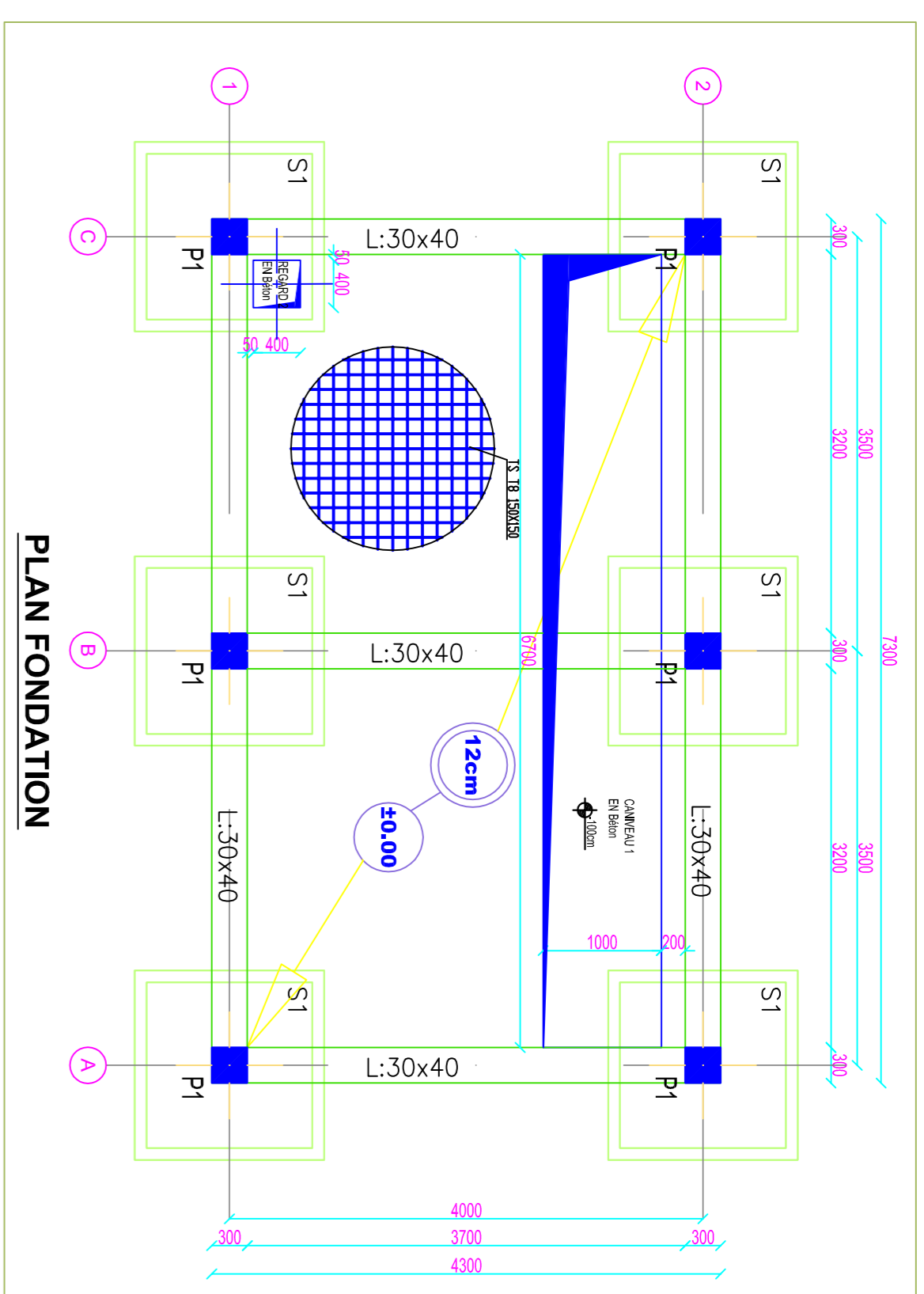
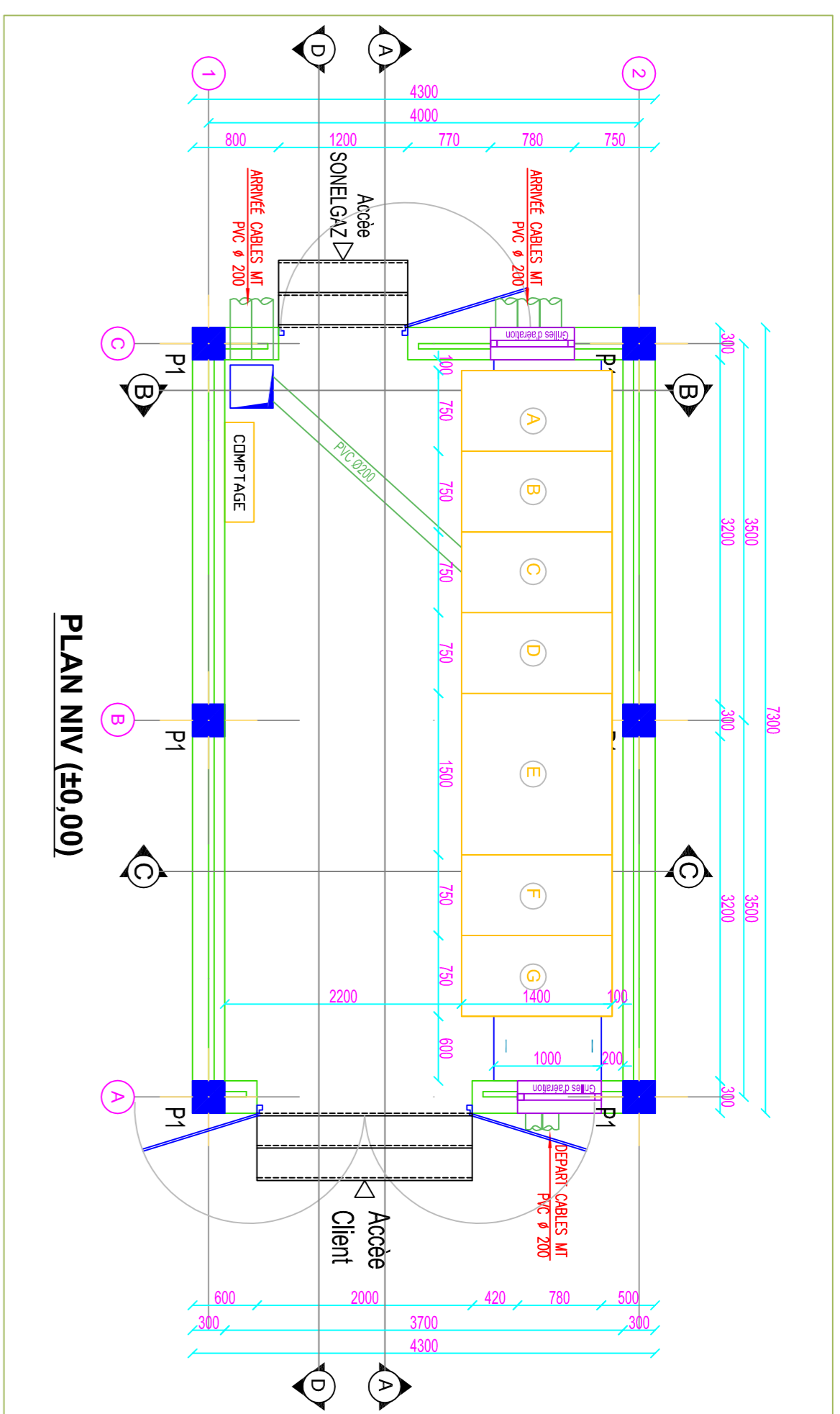
Ma modeste contribution a consisté en essayant d'intégrer toutes ces compétences dans ce présent projet de fin d'études dans la limite des connaissances acquises durant mon cursus à l'ESSAT et des stages pratiques effectués chez SONELGAZ, SKTM, DISPATCHING etc.... (Stages pratiques sur les productions de hautes puissances et gestion du réseau électrique national.)

Bibliographie

- [1] 1996. énergie et production aricole. *LIAISON* , Issue NO 33.
- [2] s.d. En Algérie, les méga-projets agricoles font polémique. www.francetvinfo.fr.
- [3] Jan . 31 , 2019. *Patent Application Publication*. Pub . No . : US 2019 / 0032667 A1 éd. United States: s.n.
- [4] Apr . 25 , 2019 . *MODULAR , MULTI - STAGE , INTEGRAL SEALED MOTOR PUMP WITH INTEGRALLY - COOLED MOTORS AND INDEPENDENTLY CONTROLLED ROTOR SPEEDS*. Pub . No . : US 2019 / 0120249 A1 éd. United States: Patent Application Publication.
- [5] 11 June 2018. Electrical submersible pump system model to assist oil lifting studies. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2018.11.055>
- [6] Mohamed ZELLAGUI, Protection Transformateur de Puissance, Formation des Cadres Techniques Centre de Recherche et de Développement de l'Electricité et du Gaz, IFEG, Ain M'lila.
- [7] B. Hochard. Le transformateur de puissance. Technique et documentation (Lavoisier), Paris,1988.
- [8] Omar, A., s.d. *Etude des surtensions impulsionnelles dans les enroulements de réglage des transformateurs et autotransformateurs..* s.l.:FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET DE L'INFORMATIQUE
- [9] Khaled, M. C., 2009. *Calcul et Optimisation D'un Mini Pivot D'irrigation*, BISKRA: UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA.
- [10] CASSAGNE, D. F. e. D. P. e. P., 2009. *ÉTANCHÉITE DES BASSINS DE LAGUNAGE ET ROUTIERS RÈGLES PRATIQUES ISSUES DE L'EXPÉRIENCE*, s.l.: Rencontres Géosynthétiques 2009
- [11] Lambert, S., 1997. *Les géomembranes*, s.l.: HAL Id: hal-00461031.
- [12] s.d. *Groupe Électrogène G70*, s.l.: Wacker Neuson Corporation.
- [13] Yousra, B., s.d. *Etude d'un groupe électrogène et son démarrage*, s.l.: Faculté des Sciences et Techniques de Fès.
- [14] 2017. *Guide de présentation d'AutoCAD 2017*, s.l.: AutoCAD .
- [15] Hans K. Hidalen, Bruce A. Mork, Francisco Gonzalez, Dmitry Ishchenko, Nicola Chiesa " Implementation and verification of the Hybrid Transformer model in ATPDraw " , Elsevier, vol.79, pp.454–459, October 2009.
- [16] ZOHRA, C. S. e. S. F., 2016/2017. *SIMULATION PAR LE LOGICIEL EPANET/PORTEAU D'UN RESEAU D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE SECTEUR IMAMA WILLAYA DE TLEMCEM*, Tlemcen: Université ABOU BEKR BELKAID.

Annexe 1 :

ARCH EL BNOUD-modifier 28-03-2019



SCHEMA UNIFILAIRE

REV	NATURE DE REVISION	DATE	DESIGNE PAR	VERIFIE PAR
D				
C				
B				
A				

AGRO INDUSTRIE EL BNOUD - EL BAYADH

NOM	DATE
DESIGNE PAR: Guerba FZ	28-01-2019
VERIFIE PAR: Soudjak E.K	31-01-2019
APPROUVE PAR: Soudjak E.K	31-01-2019

Annexe 2 :

Décision tarification D22/55

Annexe 3 :

Analyse financière

Analyse financière de l'alimentation énergétique de l'entreprise :

Solution énergie solaire :

- Cahier de charges pour les pivots :**

I/ Cahier de charges pour un seul pivot				
Puissance d'un pivot (W)	Heures de fonctionnement (h)	Puissance nécessaire	Voltage de l'armoire	Courant nécessaire pour l'alimentation dans les heures de fonctionnements
5000	20	100 000	400	250
Calcul du nombre de batterie				
Ampérage des batteries disponibles	Nombre de batterie minimum	Nombre de batterie recommandé		
100	2,5	8		
250	1	4		

Remarque :

- Dans ce cahier de charge en ne prenant pas en compte les différentes gammes de panneaux. Pour le moment nous allons étudier la variation de prix selon le matériau le plus coûteux dans une installation solaire (les batteries).
- Dans ce cas on va prendre 8 batteries de 100 Ah car d'après les ingénieurs, cette solution est conforme au Cahier de charge du pivot.

I. Prix des panneaux fournis par les ingénieurs du groupe :

Type de batterie	Gamme	Fournisseur	Durée de vie (année)	Prix (DA)	La moyenne (sur estimé) (DA)
Batterie au Plomb	Basse gamme	GK	2	10 000	11 700
		Autre	2	9 500	
	Moyenne gamme	GK	5	11 000	12 900
		Autre	5	10 500	
	Haute gamme	GK	10	12 000	14 700
		Autre	10	12 500	
Batterie à Gèle	Basse gamme	GK	3	9 000	11 100
		Autre	3	9 500	
	Moyenne gamme	GK	6	11 000	13 800
		Autre	6	12 000	
	Haute gamme	GK	12	12 500	15 300
		Autre	12	13 000	
Batterie AGM	Basse gamme	GK	3	20 000	24 600
		Autre	3	21 000	
	Moyenne gamme	GK	6	28 500	33 900
		Autre	6	28 000	
	Haute gamme	GK	15	30 000	37 800
		Autre	15	33 000	

Remarque :

- Nous avons caché exprès les prix du groupe et nous n'avons pas cité l'autre fournisseur pour des raisons de confidentialité.
- La moyenne évoquée a été vérifiée par les ingénieurs du Groupe Kherbouche, ces chiffres ont été sûrs estimés (d'une manière raisonnable) afin de considérer le cas le plus défavorable en termes de coût de réalisation.

• **Prix des panneaux fournis par les ingénieurs du groupe :**

III/ Prix des panneaux fournis par les ingénieurs du groupe				
Type de panneaux	Prix (DA)	Nombre d'unité	Durée de vie (année)	Coût total (DA)
250 W	43 000	20	20	860 000
300 W	50 000	17	20	850 000

Remarque :

- On choisit les panneaux de 300 W pour gagner un peu de surface et surtout pour réduire le coût des supports de ces panneaux.
- L'utilisation de ces panneaux par les ingénieurs du groupe est très concluante.
- Par la suite nous allons surestimer les prix des panneaux à 900 000 DA

Calcul de coût de réalisation estimé sur 20 ans

IV/ Calcul de coût de réalisation estimé sur 20 ans								
Gamme de batterie	Type de batterie	Prix batterie (DA)	Nombre d'unité de batteries	Coût des panneaux (sur estimé) (Da)	Coût de l'onduleur (5KW) (sur estimé) (Da)	Coût régulateur (sur estimé) (Da)	Coût total sur 20 ans	La moyenne (DA)
Basse gamme	Batterie au plomb	11 700	8	900 000	900 000	400 000	2 271 000	2 281 666
	Batterie à gèle	11 100	8	900 000	900 000	400 000	1 927 000	
	Batterie AGM	24 600	8	900 000	900 000	400 000	2 647 000	
Moyenne gamme	Batterie au plomb	12 900	8	900 000	900 000	400 000	1 747 800	1 896 600
	Batterie à gèle	13 800	8	900 000	900 000	400 000	1 703 000	
	Batterie AGM	33 900	8	900 000	900 000	400 000	2 239 000	
Haute gamme	Batterie au plomb	14 700	8	900 000	900 000	400 000	1 570 200	1 615 800
	Batterie à gèle	15 300	8	900 000	900 000	400 000	1 539 000	
	Batterie AGM	37 800	8	900 000	900 000	400 000	1 738 200	

Remarque :

- Le coût des panneaux a été sûr estimé à 900 000 DA et le coût de réalisation (support, base béton ...etc.) est pris en compte.
- Les solutions en rouge représentent les solutions les plus défavorables car elles reviennent plus cher que les autres solutions avec une durée de vie des batteries très basse.
- Les solutions en jaune représentent les solutions déconseillées, même si la qualité de réalisation est acceptable car arrivé à ce prix-là (au envirant de 1 600 000 DA), il vaut mieux renforcer le budget et opter pour la haute gamme et les matériaux les plus fiables (la solution haute gamme a 1 738 200 DA).
- La solution avec des batteries au plomb haute gamme coûte 1 570 200 DA alors qu'avec moins de moyens 1.539.000DA, on peut obtenir une solution haute gamme avec des batteries à gèle, cela semble bizarre mais mathématiquement cela est dû à la longue durée de vie des batteries, c'est pour ça qu'on a étudié la variation des prix des batteries avec précision).

- Cout d'investissement à court et à long terme :

Gamme de d'installation	Type de barrie	Cout initiale de mise en œuvre (DA)	Cout sur 20 ans (DA)	Différence entre l'investissement initial et le cout total sur 20 ans (DA)
Basse gamme	Batterie au plomb	1 428 600	2 271 000	842 400
	Batterie à gèle	1 423 800	1 927 000	503 200
	Batterie AGM	1 531 800	2 647 000	1 115 200
Moyenne gamme	Batterie au plomb	1 438 200	1 747 800	309 600
	Batterie à gèle	1 445 400	1 703 000	257 600
	Batterie AGM	1 606 200	2 239 000	632 800
Haute gamme	Batterie a plomb	1 452 600	1 570 200	117 600
	Batterie a gèle	1 457 400	1 539 000	81 600
	Batterie AGM	1 637 400	1 738 200	100 800

Remarque :

- Le critère ici est la différence entre le coût d'investissement initial et celui sur 20 ans car il vaut mieux ne pas faire une installation qui nécessite trop de dépense (pour une installation de 1.531 million de DA - basse gamme avec des batteries AGM - mais on dépense 1.115 million de DA pendant 20 ans ce qui revient trop cher.
- La solution haute gamme avec des batteries à gèle semble la plus efficace dans ce cas l'investissement semble stable à long terme.
- **Cas d'application de la solution énergie solaire pour tous les pivots**

V / Cas d'application de la solution énergie solaire pour tous les pivots

Gamme de la solution	Type de batterie	Nombre de pivots	Coût initiale de la mise en œuvre pour tous les pivots (DA)	Coût totale sur 20 ans (DA)
Basse gamme	Batterie AGM	24	36 763 200	63 528 000
Moyenne gamme	Batterie à gèle	24	34 689 600	40 872 000
Haute gamme	Batterie à gèle	24	34 977 600	36 936 000
	Batterie AGM	24	39 297 600	41 716 800

Remarque :

- Comme on l'a dit précédemment et là on le voit bien, la solution basse gamme est trop coûteuse (car il y a trop de consommable 'les batteries avec une durée de vie trop courte').
- On préconise la solution haute gamme avec des batteries à gèle en premier lieu dans le cas où on opte pour la solution solaire, car elle cette solution présente un rapport (coût / qualité) le plus optimal.
- On préconise la solution haute gamme avec des batteries à AGM en deuxième lieu dans le cas où on opte pour la solution solaire, car cette solution présente la plus haute performance avec le moins de consommable (batteries) possible.
- On préconise la solution moyenne gamme avec des batteries à gèle en dernier lieu seulement dans le cas où le stock ne permet pas de réaliser les deux solutions prioritaires.

• **Cas d'application de la solution énergie solaire pour toutes les pompes :**

De la même manière on obtient le résultat suivant pour les pompes

I/ cahier de charges pour une seul pompe				
Puissance d'une pompe (KW)	Heures de fonctionnement (h)	Energie nécessaire (KWh)	Voltage de l'armoire (V)	Ampère-heure des batteries nécessaires pour l'alimentation dans les heures de fonctionnements (Ah)
55	20	1 100	400	2750
II/ Calcul du nombre de batterie				
Ampérage des batteries disponibles (Ah)	Nombre de batterie minimum	Nombre de batterie recommandé		
100	27,5	32		
250	11	16		

Remarque :

- Dans ce cas on va prendre 16 batteries de 250 Ah car d'après l'entreprise c'est la solution la conforme au Cahier de charge de la pompe.

II. Cas d'application de la solution solaire pour tous les pompes :

En utilisant le même calcul et en ajustant les prix des batteries (250 Ah au lieu de 100 Ah) on obtient :

V / Cas d'application de la solution solaire pour toutes les pompes				
Gamme de la solution	Type de batterie	Nombre de pompe	Coût initial de la mise en œuvre pour toutes les pompes (DA)	Coût total sur 20 ans (DA)
Basse gamme	Batterie AGM	24	463 480 320	533 068 800
Moyenne gamme	Batterie a gèle	24	458 088 960	474 163 200
Haute gamme	Batterie a gèle	24	458 837 760	463 929 600
	Batterie AGM	24	470 069 760	476 359 680

Remarque :

- On préconise la solution haute gamme avec des batterie à gèle en premier lieu car elle présente un rapport qualité prix intéressant.
- On préconise la solution moyenne gamme avec des batteries à gèle en premier lieu, sachant que contrairement a la première recommandation dans cette situation, l'investissement n'est pas stable.
- On préconise la solution haute gamme avec des batteries à AGM en dernier lieu seulement, c'est batterie ont de mailer performance que les autre mais le coup est élevé par rapport au deux premier recommandation.

Solution groupe électrogène :

- **Solution groupe diesel pour les pivots :**

Introduction :

Nous avons d'abord cherché le nombre optimal de pivots qu'on doit alimenter avec un seul groupe (par exemple : un groupe de 3 pivots qu'on peut alimenter avec un groupe de 33 KVA/ $\cos(\varphi)=0.8$).

Solution groupe diesel pour les pivots					
Pour le choix de la puissance des groupes diesel on est limité par le stock disponible					
Batterie de pompage (Nombre de pivots)	Puissance nécessaire (KW)	Puissance du groupe correspondant (KVA)	Coût unitaire du groupe électrogène (Da)	Nombre de group recommandé	Durée de vie
3	15	33	1 000 000	14,08	10
4	20	33	1 000 000	7,92	10
5	25	40	1 100 000	5,07	10
6	30	40	1 100 000	3,52	10

Remarque :

- Le critère du choix du groupe ici est le moins de perte d'énergie possible, toute en évitant les groupes qui produisent une énergie trop proche de la demande, car il vaut mieux, dans un site comme le site Bnoud, garder une réserve énergétique
- La remarque précédente nous pousse à proposer en premier lieu et pour chaque groupe de 5 pivots une alimentation à partir d'un groupe de 33 KVA dans le cas où on optera pour la solution groupe électrogène pour les pivots

Puissance du groupe correspondant (KVA)	Coût du groupe sur 20 ans (DA)	Coût des pièces de rechange / 1 ans (DA)	Coût des pièces de rechange / 20ans (DA)	Coût de Main d'œuvre / 1ans (DA)	Coup de Man d'œuvre / 20 ans (DA)
33	28 160 000	1 000 000	20 000 000	50 000	1 000 000
Cout du carburant (DA/L)	Consommation du groupe (L/H)	Heures de fonctionnement (H)	Cout initiale de réalisations (DA)	Cout totale sur 20 ans (DA)	Consommable / année (DA)
24	3	20	28 160 000	41 160 000	1 266 000

Remarque :

- Il a été pris dans ce tableau le paramètre les plus importants dans la maintenance
- Si on remarque bien le coût initial de la mise en œuvre de la solution Groupe électrogène est extrêmement basse mais a très long terme elle extrêmement couteuse
- Le prix du combustible est supposé fixe ici alors que dans la réalité il augmente avec un certain pourcentage sur un certaine période on générale il augmente de 5 à 10% chaque 5 voire même 6 ans.
- Un point important: la solution groupe électrogène pour tous les pivot coute moins chère par rapporte a la solution énergie solaire (groupe électrogène-> 35 million de DA sur 20 ans, solution énergie solaire->41.7 million de DA).

- **Solution groupe diésel pour les pompes :**

Introduction :

Nous avons d'abord cherché le nombre optimal de pompe qu'on doit alimenter avec un seul groupe sachant que $\cos(\varphi)=0.8$:

Solution groupe diésel pour les pompes						
Pour le choix de la puissance des groupes diésel on est limité par le stock disponible						
Batterie de pompe (Nombre de pompe)	Puissance Nécessaire (KW)	Puissance minimale du groupe minimum (KVA)	Coût unitaire du groupe avoisinant cette puissance (DA)	Unité de groupe nécessaire pour alimenter 20 pompes	Nombre de group recommandé	Duré de vie
1	55	69	1 400 000	24	25	10
2	110	138	2 400 000	12	13	10
3	165	206	2 700 000	8	9	12
4	220	275	3 000 000	6	7	12
10	550	688	14 000 000	2	3	15
20	1100	1375	18 000 000	1	2	15

Remarque :

- Le critère du choix du groupe ici est le moins de perte possible tout en évitant les groupes qui produisent une énergie trop proche de la demande car il vaut mieux, dans un site comme le site Bnoud, garder une réserve énergétique sinon on risquerait d'avoir des pannes récurrentes (par exemple si on a un besoin de 54 KW (équivalons a dire 67 KVA) , il est déconseillé de prendre un groupe de 70 KVA mais il faudrait laisser une certaine marge de réserve d'énergie pour garantir la disponibilité de l'énergie.
- La remarque précédente nous pousse à proposer en premier lieu pour chaque groupe de 4 pompages une alimentation à partir d'un groupe de 264 KVA, dans ce cas on a une réserve de 4 KVA qui est largement suffisante.

Etude de cout du groupe diésel :

Puissance du groupe correspondant (KWA)	Cout des groupes sur 20 ans (DA)	Cout des pièces de rechange / 1 ans (DA)	Cout des pièces de rechange / 20ans (DA)	Cout de Mandeur / 1ans (DA)	Cout de Mandeur / 20 ans (DA)	Nature de la solution
69	35000000	150 000	75 000 000	200 000	100 000 000	Défavorable
138	31200000	200 000	52 000 000	200 000	52 000 000	Défavorable
206	24300000	300 000	54 000 000	200 000	36 000 000	Acceptable
275	21000000	400 000	56 000 000	200 000	28 000 000	La plus approprie
688	47600000	500 000	34 000 000	300 000	20 400 000	Critique
1 375	39600000	500 000	22 000 000	300 000	13 200 000	Critique
Cout initial (DA)	Cout du carburant (DA/L)	Consommation du groupe (L/h)	Heures de fonctionnement(h/j)	Cout total avec les charges sur 20 ans (DA)	Consommable / année (DA)	Nature de la solution
35 000 000	24	3	20	245 216 000	35 000 000	Défavorable
31 200 000	24	7	20	166 904 000	31 200 000	Défavorable
24 300 000	24	8	20	131 076 000	24 300 000	Acceptable
21 000 000	24	10	20	119 720 000	21 000 000	La plus approprie
47 600 000	24	30	20	120 026 667	47 600 000	Critique
39 600 000	24	30	20	90 160 000	39 600 000	Critique

Remarque :

- On remarque que le coût initial de la mise en œuvre de la solution Groupe électrogène est extrêmement bas mais à un très long terme elle est extrêmement coûteuse (les solutions on rouge reviennent extraient chère long terme avec les charges du groupe).
- Il a été fait exprès de sous-estimer tous les coûts du groupe électrogène pour montrer une chose bien précise, malgré **notre sous-estimation le coût de la solution Groupe électrogène s'élève à 119 000 000 DA sur 20 ans.**
- Dans ce cas la solution solaire est beaucoup moins chère que la solution groupe électrogène (groupe électrogène-> 3 759 millions de DA sur 20 ans, solution énergie solaire-> 0 458 millions de DA).

Solution réseau électrique

La tarification de la société de distribution SDC- (filiale de distribution de Sonelgaz) a les tarifications de l'électricité et du gaz dans le décret 22-15 du 29 décembre 2015- voire annexe 3.

Méthode d'analyse :

Dans cette partie on va prendre on compte les couts de la réalisation du réseau électrique répartie sur chaque équipement, l'installation électrique prend on compte les pions suivants :

- Le cout des pilonnes.
- Le coup du câble de branchement.
- Le cout des transformateurs.
- Les tarifs de consommation électrique (Sonelgaz-SDC-Algérie).

Cahier de charges pour les pivots					Nombre de pivot alimenté par le réseau			
La distance des réseaux électriques (Km)	Nombre de pilonne		La flèche (%)	Taille du câble	24			
30	100		0.3	54 000				
Cout du pilonne (DA)	Cout du pilonne (espacement 300m) (DA)		Cout du câble (DA/Km)	Cout du câble (DA)	transformateur	Nombre de pivot maximum alimenté par le transformateur	Cout du transformateur	Cout du dispositif électrique (le réseaux) (DA)
100 000	10 000 000		5 000	270 000 000	Transformateur 20 KVA	4	300 000	13 466 667
					Transformateur 30 KVA	6	350 000	13 066 667
					Transformateur 40 KVA	8	390 000	12 836 667
							La moyenne :	13 123 333
	Tarification de Sonelgaz			Consommation (WH)			Facture d'électricité (DA)	
Type de compteur	Type de tranche		Tarifs de tranche (DA/ KWH)	Consommation du pivot (KW)	Heur de fonctionnement (h)	Energie consommé (WH)	Facture d'électricité / année (DA)	Facture d'électricité / 20ans (DA)
Tarif 41	Tranche-pointe		8,72	5	4,00	20	26 160	12 556 800
	Tranche -plaines		1,93	5	11,50	58	16 646	7 990 200
	Tranche -nuit		1,02	5	6,00	30	4 590	2 203 200
Tarif 42	Tranche-pointe		8,72	5	4,00	20	26 160	12 556 800
	Tranche-heure de pointe		1,80	5	20,00	100	27 000	12 960 000
	-----		-00,00	00	-00,00	-00	-00	-00
Tarif 44	Tranche unique		3,75	5	20	100	56 250	27 000 000
	Tranche unique		3,75	5	20	100	56 250	27 000 000
	Tranche unique		3,75	5	20	100	56 250	27 000 000
							La moyenne :	43 089 000

Facture annuelle (DA)	Nombre de pivot	Nombre d'année	Facture d'électricité / 20ans (DA)	Cout totale sur 20 ans (DA)
29 196	24	20	13 015 800	25 680 133
7 776	24	20	8 449 200	21 113 533
4 320	24	20	2 662 200	15 326 533
4 320	24	20	12 567 540	25 680 133
-00	24	20	12 970 740	26 083 333
17 496	24	20	00	-00
62 700	24	20	27 010 740	40 123 333
72 150	24	20	27 010 740	40 123 333
82 200	24	20	27 010 740	40 123 333

Remarque :

Ne sachant pas le type de tarification que va choisir l'entreprise on va se baser sur la moyenne.

La distance du réseau électrique (Km)	Nombre de pilonne	La flèche	Taille du câble	Cahier de charges pour les pompes		Nombre maximal de pompe alimenté par le réseau	
15	50	0,80	27 000			16	
Cout du pilonne	Cout du pilonne (espacement 300m) (DA)	Cout du câble (DA/Km)	Cout du câble	Puissance du transformateur	Nombre de pivot maximum alimenté par le transformateur	Cout du transformateur	Cout du dispositif électrique (le réseaux) (DA)
100 000	10 000 000	5 000	270 000 000	Transformateur 60 KVA	1	300 000	18 866 667
				Transformateur 70 KVA	1	400 000	21 266 667
				Transformateur 100 KVA	2	700 000	20 066 667
Tarification de Sonelgaz			Consommation (WH)			Facture d'électricité (DA)	
Type de compteur	Type de tranche	Tarifs de tranche (DA/ KWH)	Consommation du pivot (w)	Heur de fonctionnement (h)	Energie consommé (WH)	Facture d'électricité / année (DA)	Facture d'électricité / 20ans (DA)
Tarif 41	Tranche-pointe	8,72	55	4,00	220	287 760	138 124 800
	Tranche - plaines	1,93	55	11,50	633	183 109	87 892 200
	Tranche - nuit	1,02	55	6,00	330	50 490	24 235 200
Tarif 42	Tranche-pointe	8,72	55	4,00	220	287 760	138 124 800
	Tranche-heure de pointe	1,80	55	20,00	1 100	297 000	142 560 000
	Tranche - nuit	-00,00	55	-00,00	-00	-00	-00
Tarif 44	Tranche unique	3,75	55	20	1 100	618 750	297 000 000
	Tranche unique	3,75	55	20	1 100	618 750	297 000 000
	Tranche 3	5,48	55	20	1 100	618 750	297 000 000
						La moyenne :	4 73 979 000

Facture annuelle (DA)	Nombre de pivot	Nombre d'année	Facture d'électricité / 20ans (DA)	Cout totale sur 20 ans (DA)
287 760	24	20	138 580 800	158 191 467
183 109	24	20	88 348 200	107 958 867
50 490	24	20	24 691 200	44 301 867
287 760	24	20	138 130 980	158 191 467
297 000	24	20	142 566 180	162 626 667
-00	24	20	6 180	-00
618 750	24	20	297 006 180	317 066 667
618 750	24	20	297 006 180	317 066 667
618 750	24	20	297 006 180	317 066 667

Remarques :

Ne sachant pas le type de tarification que va prendre l'entreprise on va se baser sur la moyenne.

Les tarifs ici sont supposés fixes car la détermination d'un prix variable nécessiterait une étude extrêmement complexe.

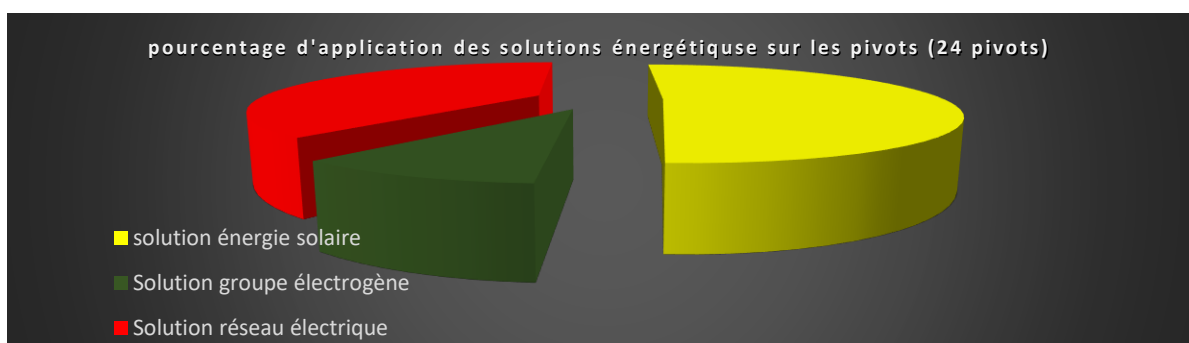
Dans l'analyse on se contentera de prendre une moyenne des 3 tarification proposée.

Diagnostic finale :

D'après l'entreprise l'idéal est de d'utiliser les 3 source d'énergie, par conséquence nous allons baser notre étude sur des pourcentage de la manière suivante :

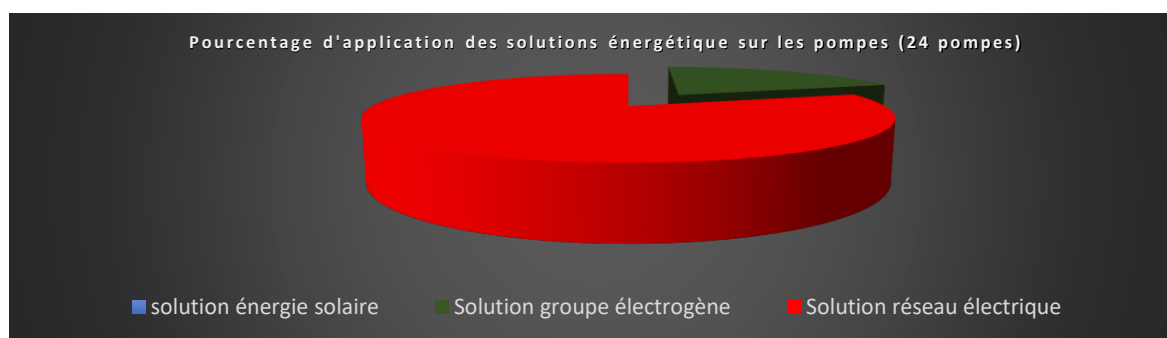
Solution 1 : solution du groupe Kherbouche	Pourcentage d'application de la solution sur les pivots	Pourcentage d'application de la solution sur les pompes	Cout initiale d'investissements pour les pivots	Cout initiale d'investissem ts pour les pompes
Solution solaire	51%	0%	17 095 302	-00
Solution groupe électrogène	10%	33%	2 400 000	15 280 000
Solution réseau électrique	39%	67%	116 391 600	242 803 419

Pourcentage d'application des solutions énergétiques sur les pivots (24 pivots) :



Pourcentage. Pivot

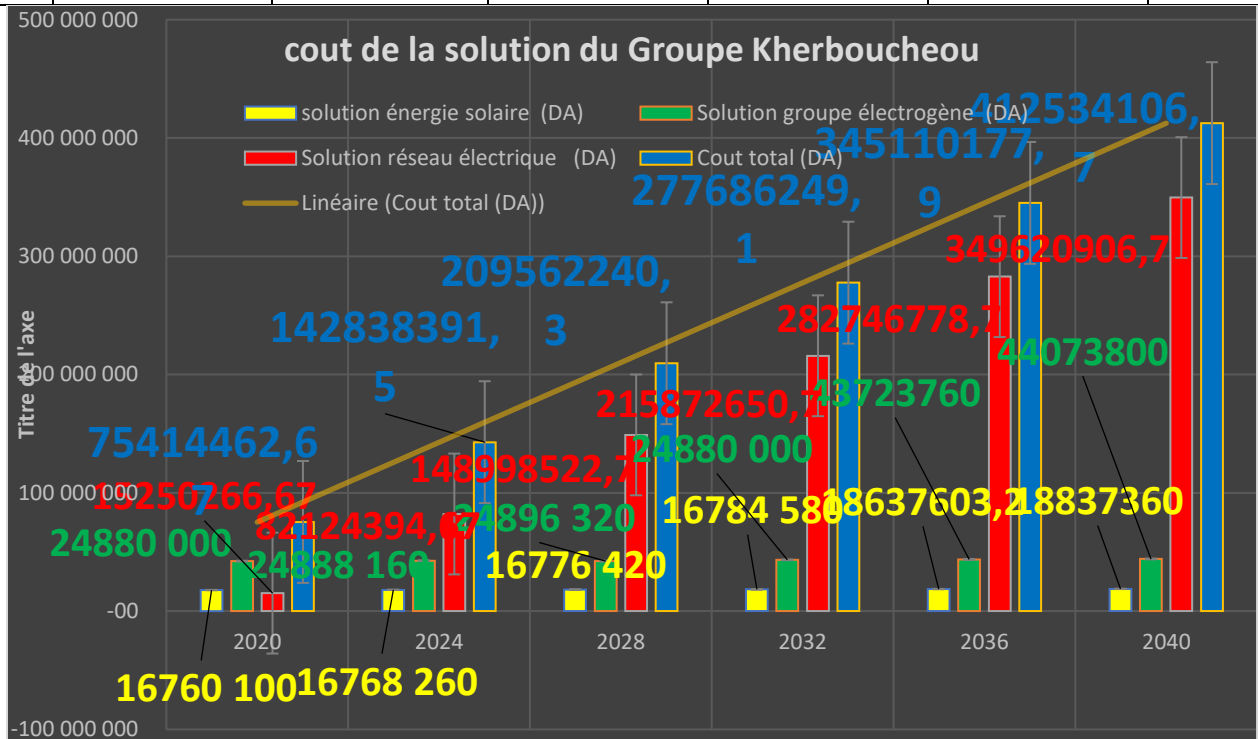
Pourcentage d'application des solutions énergétique sur les pompes (24 pompes) :



Pourcentage. Pompe

Désormais on va étudier le cout sur la base des calculs précédant en prenant en compte le consommable et la durée de vie des matériaux et plus important encore sur la base des remarques effectuées sur les couts des solutions et le choix de la solution idéal.

Solution 1	Le cout (DA)					
Année	2020	2024	2028	2032	2036	2040
Solution énergie solaire	17 838 576	18 038 333	18 238 090	18 437 846	18 637 603	18 837 360
Solution groupe électrogène	42 323 600	42 673 640	42 323 600	43 373 720	43 723 760	44 073 800
Solution réseau électrique	15 250 267	82 124 395	148 998 523	215 872 651	282 746 779	349 620 907
Cout total	75 414 463	142 838 391	209 562 240	277 686 249	345 110 178	412 534 107



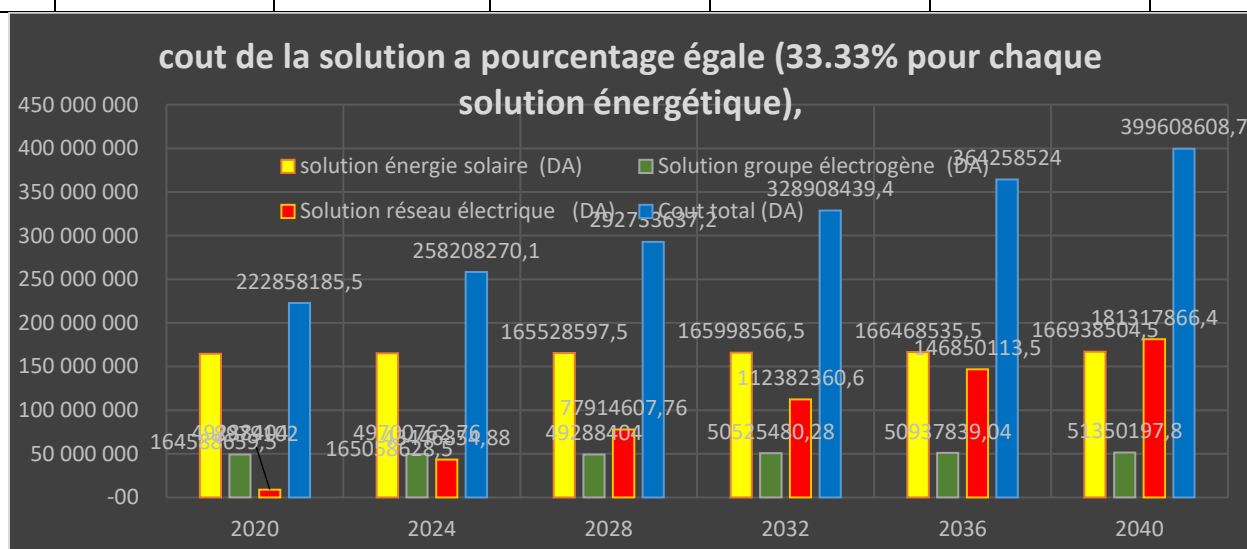
Remarque :

- La solution réseaux électrique représente presque à elle seule le montant global d'investissement sur 20 ans sachant que cette solution représente 68 % de production énergétique
- Le cout du réseau électrique estimé sur 20 ans est à prendre très au sérieux car il ne suffit pas dans une situation pareille de calculer la consommation et la multiplier par le tarif du KWh, en vérité c'est plus complexe – voire le décret 22-50 – annexe 3
- Le cout de la solution énergie solaire est presque fixe sur le fil des années alors que la solution diésel a presque doublé sur une période de 20 ans

Proposition d'autre solution :

Si on venait à changer les pourcentages on aurait une sérieuse différence de cout à court et à long terme, par exemple si on applique 33.33% de chaque solution on obtient :

Solution 2	Le cout (DA) avec un pourcentage d'application des trois source égale (33.33% de chaque solution)					
Année	2020	2024	2028	2032	2036	2040
Solution énergie solaire	164 588 659	165 058 628	165 528 597	165 998 566	166 468 535	166 938 504
Solution groupe électrogène	49 288 404	49 700 763	49 288 404	50 525 480	50 937 839	51 350 198
Solution réseau électrique	8 979 102	43 446 855	77 914 608	112 382 361	146 850 114	181 317 866
Cout total	222 858 185	258 208 270	292 733 637	328 908 439	364 258 524	399 608 609



Remarque :

- Le cout de la solution énergie solaire et groupe diésel sont presque fixes
- Le cout de la solution réseau électrique augmente considérablement
- Le montant total d'investissement dans ce cas est la somme entre la solution solaire et le solution réseaux électrique

Vu que l'entreprise est en cours de certification ISO 9001, ça serait bien vue quelle prenne en compte l'impact environnemental et qu'elle prévoit au moins 30 % de l'énergie produite énergie verte, et le moins de groupe électrogène possible car c'est très polluant et le reste elle utilise le réseau électrique.

Ceci se traduit par les pourcentages que j'ai proposés a titre personnelle :

	Pourcentage d'application de la solution sur les pivots	Pourcentage d'application de la solution sur les pompes
Solution énergie solaire	80%	30%
Solution groupe électrogène	0%	20%
Solution réseau électrique	20%	50%

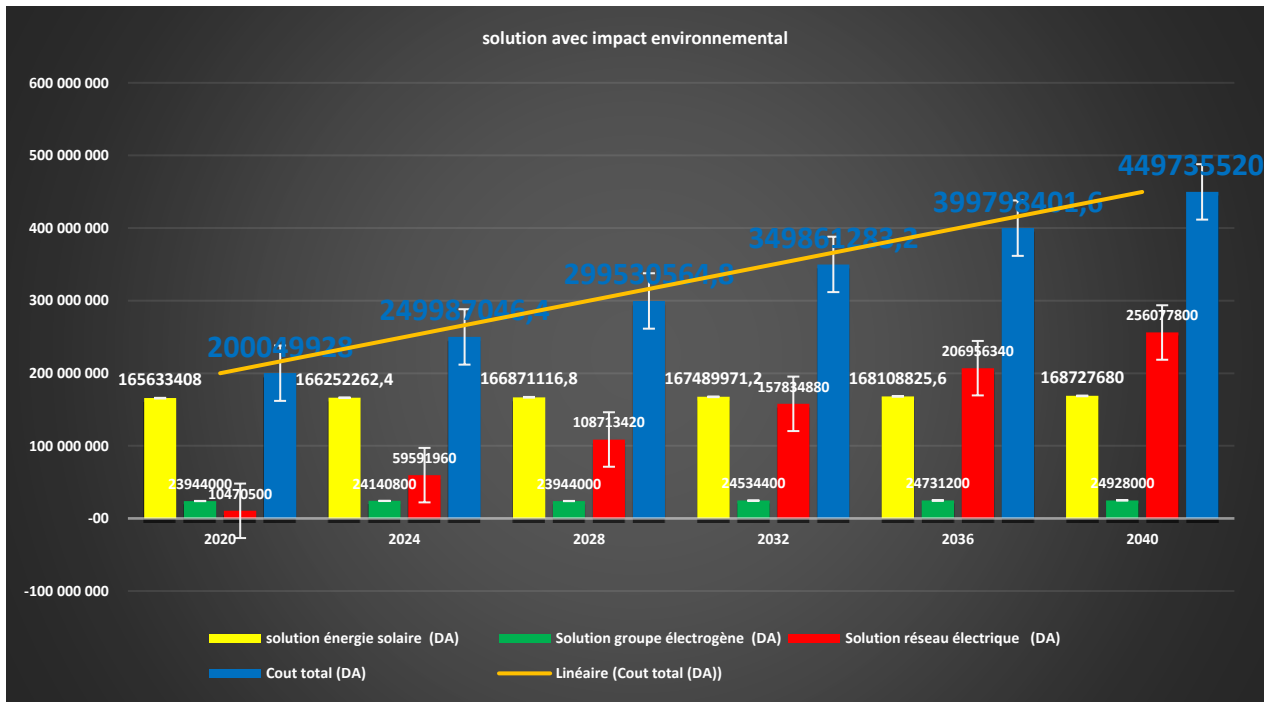
Cette dernière proposition coute :

Solution 3						
Année	2020	2024	2028	2032	2036	2040
Solution énergie solaire	165 633 408	166 252 262	166 871 117	167 489 971	168 108 826	168 727 680
Solution groupe électrogène	23 944 000	24 140 800	23 944 000	24 534 400	24 731 200	24 928 000
Solution réseau électrique	10 470 500	59 591 960	108 713 420	157 834 880	206 956 340	256 077 800
Cout total	200 049 928	249 987 046	299 530 565	349 861 283	399 798 402	449 735 520

Remarque :

En jouant sur les pourcentages on a obtenu une solution beaucoup plus couteuse que celle du groupe Kherbouche, cela indique qu'un choix des solutions (pourcentage de solution proposée) fait au hasard peut avoir des retombées financières catastrophiques.

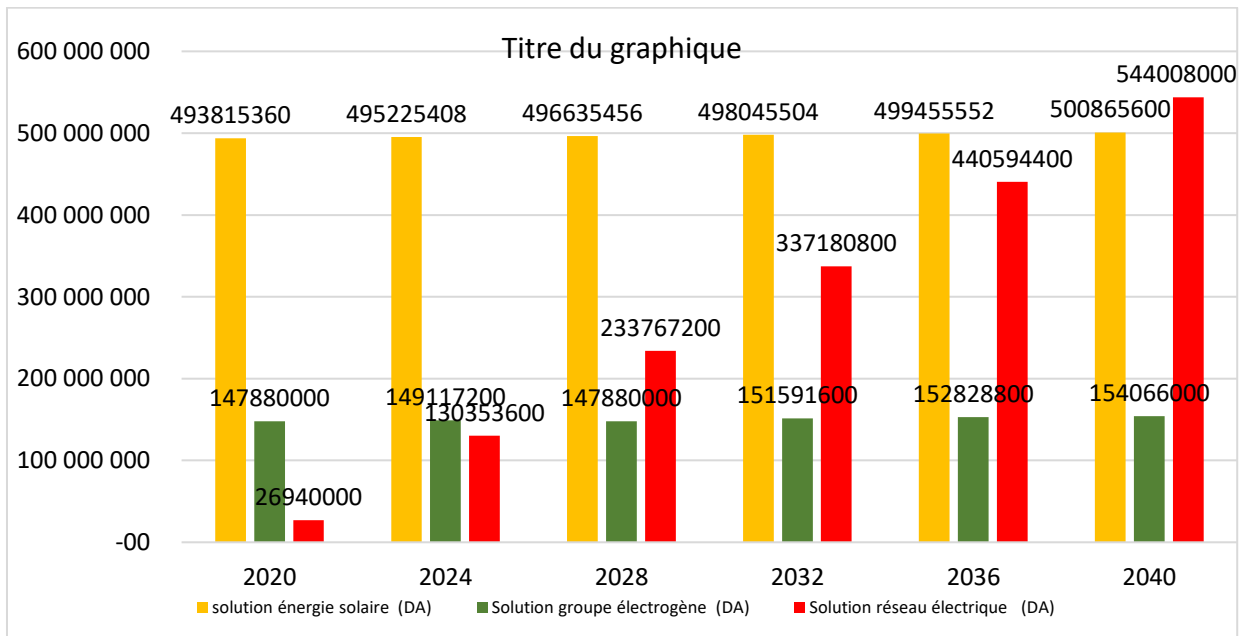
La solution 3 (avec 30 % de l'énergie produite on énergie verte) revient plus cher que celle du groupe Kherbouche, cela donne à réfléchir sur le cout de l'impact environnemental



Remarque :

- On remarque que si on respecte l'impact environnementale le cout total augmente (la réduction des émissions de CO2 a un cout).

Après avoir vu le rôle des pourcentages nous avons aussi représenté le cout des différentes solutions énergétique dans le cas où on applique uniquement une des solutions, ceci peut nous servir pour avoir une idée de grandeur des couts d'investissement :



Remarque :

- Le cout le moins cher dans ce cas précis (projet Bnoud) à moyen terme (15 ans) est la solution réseau électrique

- Le coup le plus élevé dans ce cas précis (projet Bnoud) est solution solaire (cout initiale d'investissement) et le plus cher sur une période de 20 ans c'est bien la solution réseau électrique
- La solution la moins couteuse dans ce cas précis (projet Bnoud) à moyen et long terme c'est bien la solution groupe diésel

Dans ce cas le calcul du cout du KWH pour les différentes solution donne :

Année		2020	2024	2028	2032	2036	2040
Energie produite (KWH)	Solution énergie solaire	360 000 000	1 440 000 000	2 880 000 000	4 320 000 000	5 760 000 000	7 200 000 000
	Solution groupe électrogène	20 014 720	80 058 880	160 117 760	240 176 640	320 235 520	400 294 400
Cout du KWH	Solution énergie solaire	1,37	0,34	0,17	0,12	0,09	0,07
	Solution groupe électrogène	7,20	1,81	0,90	0,61	0,46	0,37
	Tarifcation Sonelgaz on moyenne	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18

Remarque :

- La logique suivie dans ce calcul se résume sur le cout total de la solution énergétique divisée par l'énergie totale produite, **ceci reflète**
- **Uniquement le cout du KWH du point de vue du groupe Kherbouche est non pas le cout du KWH du point de vue Sonelgaz ou autre société, cela dépend des prix des différentes ressource de l'entreprise.**

Analyse des résultats :

Il est extrêmement difficile de donner des pourcentages de réalisation de solution énergétique car cela dépend de plusieurs autres paramètres telle que :

- Le cout à très long terme.
- La difficulté du terrain.
- La stabilité du réseau électrique à proximité.
- La variation du prix du carburant et des tarifs se Sonelgaz.

Les pourcentages choisis par l'entreprise prennent seulement deux paramètres en vigueur (le cout et la difficulté du terrain), mais nous sommes obligés de nous abstenir aux paramètres de l'entreprise.

Je recommande dans l'esprit du "green engineering" l'utilisation de la proposition qui prend en compte l'impact environnemental même si elle revient plus cher que la solution du Groupe Kherbouche.

Je recommande la réduction d'implication de la solution réseau électrique car elle revient trop cher à moyen et long terme.

Je recommande aussi de d'utiliser le maximum de solution groupe électrogène, prévoir un faible pourcentage la solution réseau électrique à titre de (solution de secours) et enfin le reste en utilisant la solution énergie renouvelable.

Annexe 4 :

Fiche technique pompe Caprari

E10S55/12A + MAC12260-8V	
Caractéristiques requises	
Débit	50 l/s
Hauteur de refoulement	300 m
Fluide	Eau potable
Type d'installation	Pompe seule
N.be de pompes	1
Caractéristiques de la pompe	
Débit	49,7 l/s
Hauteur de refoulement	296 m
Puissance absorbée	180 kW
Rendement	78,8%
Hauteur manométrique H(Q=0)	420 m
Pertes de charge dans le clapet anti-retour	0,504 m
Orif. de refoulement	DN150
Caractéristiques moteur	
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2950 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance P2	190 kW
Intensité nominale	360 A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	Y
Degré de protection	IP 68
Limites opérationnelles	
Démarrages / h max.	5
Température maxi. du liquide pompé	25 °C
Teneur maximum en matières solides	40 g/m ³
Densité max.	998 kg/m ³
Viscosité maxi.	1 mm ² /s
Caractéristiques générales	
Poids	1013 kg

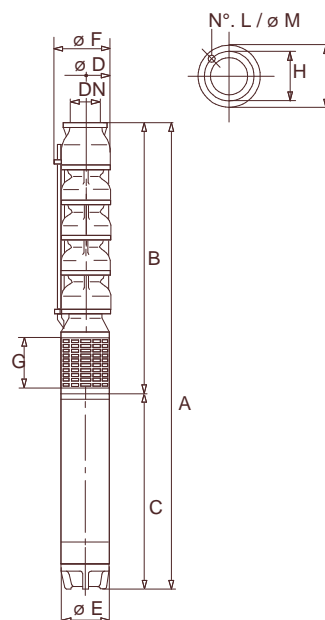


Caractéristiques de fonctionnement UNI/ISO 9906 GRADE 2B

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

- A = 4753
- B = 2644
- C = 2109
- D = 290
- DN = 150
- E = 290
- F = 296
- G = 198
- H = 206
- I = 234
- L = 6
- M = 16

Dimensions mm



Matériaux	
CONSTRUCTION POMPE	
Corps du clapet	Fonte
Clapet	Fonte
Corps aspiration	Fonte
Corps d'étage	Fonte
Arbre	Acier inox
Gouttière protection câbles	Acier inox
Roue	Fonte
Accouplement	Acier inox
Crépine	Acier inox
Bague d'usure	Fonte/Caoutchouc
CONSTRUCTION MOTEUR	
Arbre	Acier inox
Para-sable	Caoutchouc
Rotor	Feuille magnétique
Stator	Feuille magnétique
Chemise stator	Acier inox
Bobinage	HT wire
Bobinage MAC8	Cuivre isolé
Support inférieur	Fonte
Garniture mécanique HI-TEC	Graphite / alumine
Garniture mécan. HI-TEC Deso	Carb. silicium/Carb. Silicium
Diaphragme	Caoutchouc
Couverture à membrane	Technopolymer

Notes:

Date 05.06.2019	Page 1	Offre n°	Pos.N°
---------------------------	------------------	----------	--------