

2013-2014

Cycle Ingénieur, 1ère année

Semestre 6

Stage à l'étranger



ECONOMIE ET INFRASTRUCTURE AU SENEGAL

CHENEAU Maha

Sous la direction de M.
CHARKI Abderafi



Je soussigné(e) Mlle CHENEAU Maha être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce rapport.

Signature



**Cet engagement de non plagiat doit être signé et joint
à tous les rapports, dossiers, mémoires.**

ISTIA
62 Avenue Notre-Dame du Lac
49000 Angers cedex
Tél. 02 44 68 75 00 | Fax 02 44 68 75 01



REMERCIEMENTS

Avant tout développement, il apparaît opportun de commencer ce rapport par des remerciements, à ceux qui m'ont beaucoup appris au cours de ce stage, et même à ceux qui ont eu la gentillesse de faire de ce stage un moment très profitable et agréable.

Ainsi, je remercie en premier temps Mr KEBE Mouhamed Fadel qui m'a orienté pendant ces 3 mois et qui m'a aidé à effectuer mon stage dans de bonnes conditions.

Ensuite, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et sincère reconnaissance à Mr Ababacar Ndiaye, Mme Bineta Kamara et Mr Youssouph Aidara pour leurs précieuses informations et aide.

Enfin, je remercie toutes les personnes ayant contribuées de près ou de loin à la réalisation de mon travail.

Sommaire

Remerciement	2
Introduction	5
 I. <u>Présentation du lieu de travail:</u>	
Partie 1 : Pays d'accueil :	
• Sénégal	6
• Dakar	6
• ESP	6
 Partie 2 : Milieu de travail :	
• CIFRES	7
• Eolsénégal	7
• Mission	7
 II. <u>Le manque d'infrastructure au Sénégal :</u>	
Partie 1 : Différents problèmes d'infrastructure	
• Manque d'eau	9
• L'électrification	9
• L'assainissement	10
 Partie 2 : Conséquence du manque d'infrastructure	
	10
 Conclusion	
	12
Annexe	
	13
Bibliographie	
	17
Abstract	
	18

Introduction

Dans le monde, il existe différentes sources d'énergie utilisables afin de pouvoir répondre aux nombreuses demandes de la population. Comme le soleil, l'eau et le bois, le vent est une des ressources naturelles capables de générer de l'énergie grâce aux technologies développées par les humains. Son faible impact sur l'environnement en fait une énergie d'avenir. Les énergies renouvelables sont inépuisables, propres, peuvent être utilisées de manière autogérée et représentent une chance pour plus de 2 milliards de personnes isolées d'accéder enfin à l'électrification et à l'eau. Ces atouts, alliés à des techniques de plus en plus performants, favorisent le développement des énergies renouvelables.

En plus de ses avantages, elles présentent un atout additionnel, c'est de se compléter entre elles. Par exemple, l'énergie solaire photovoltaïque fournit de l'électricité quand le climat est dégagé, tandis que dans les jours froids et venteux, ce sont les éoliennes qui prennent le relais.

Au Sénégal, seul 30% de la population a accès à l'électricité. Ce qui a poussé le CIFRES à essayé d'élaborer un plan d'action pour augmenter le taux d'électrification à l'aide des énergies renouvelables.

Par conséquent, le manque d'infrastructure ne freine t-il pas le développement économique du pays ?

Afin de répondre à cette problématique, je commencerai mon rapport par une brève présentation sur le Sénégal, Dakar, l'école supérieure polytechnique et sur le CIFRES, ainsi je décrirai mon travail que j'ai effectué au laboratoire d'EOLSENEGAL. Et pour finir, j'essayerai de montrer l'impact du manque d'infrastructure sur le développement du pays.

I- Présentation du lieu de travail :

1. Partie 1 : Pays d'accueil :

1.1 Sénégal :

Le Sénégal, connu sous sa forme longue la République du Sénégal, est un pays d'Afrique de l'Ouest. Il est basé sur une démocratie parlementaire, avec un gouvernement de nature présidentielle. C'est un pays avec de faible revenue ayant plus que 13 millions d'habitants et un taux de chômage supérieur à 25%. Le Sénégal est membre de l'Assemblée parlementaire de la francophonie donc le français est la langue officielle de l'administration et le Wolof sert de langue de communication entre les personnes. Son territoire s'étend sur 196.720 km² de superficie. La majorité des habitants sont des musulmans avec 5% de chrétiens.



Figure 1 : Carte du Sénégal



Figure 2 : Drapeau Sénégalais.

1.2 Dakar

La ville de Dakar est la capitale de la République du Sénégal. Elle compte plus d'un million d'habitants, elle est l'une des plus grandes villes d'Afrique. Dakar est divisée en 19 arrondissements. N'occupant que 0,28 % du territoire national, la région de Dakar regroupe sur 550 Km², 25 % de la population et concentre 80 % des activités économiques du pays.

1.3 Ecole supérieure polytechnique

Anciennement connu comme l'ENSUT, c'est un établissement public à caractère administratif doté de la personnalité juridique et de l'autonomie financière, l'École Supérieure Polytechnique fait partie intégrante de l'université Cheikh Anta DIOP de Dakar. Elle a été créée en mai 1964. L'ESP de Dakar est l'une des écoles d'ingénieurs les plus importantes du Sénégal et de l'Afrique de l'Ouest. Elle forme des techniciens supérieurs et des ingénieurs dans le domaine de la science, de la technique et de la gestion.

Elle comporte six départements : génie civil, génie mécanique, génie électrique, département de la gestion et le laboratoire de recherche.



Figure 3 : Logo de l'université



Figure 4 : L'université ESP

2. Partie 2 : Milieu de travail

2.1 CIFRES

Le Centre International de Formation et de Recherche en Énergie Solaire a été créée par l'ONG internationale établie en Suisse. Ce centre a fait suite à la signature d'un accord en l'ONG et le gouvernement du Sénégal le 6 novembre 1996. Il agit sur différents domaines d'intervention :

- Énergie solaire photovoltaïque
- Énergie solaire thermique
- Énergie Éolienne

Le CIFRES a pour mission de :

- Former de cadres scientifiques et techniques capables de mettre en place des installations d'énergies renouvelables et d'en assurer la maintenance.
- Participer à des recherches internationales sur les systèmes d'énergies renouvelables et particulièrement l'étude de leur adaptation en milieu tropical.
- Analyser de projets d'énergies renouvelables.

2.2 EOLSENEGAL

EOLSENEGAL est une entreprise de fabrication, d'installation et de maintenance des aérogénérateurs de petite puissance. Cette entreprise propose des systèmes autonomes de production d'énergie à partir de sources renouvelables, vent et soleil, pour le monde rural et ceci pour deux applications différentes:

- Electrification rurale.
- Pompage d'eau.

2.3 Mission :

À l'arrivée à l'École supérieure polytechnique, mon sujet de stage était encore vague. Dès ma première réunion avec mon maître de stage, j'ai su les objectifs que je dois atteindre. À l'issue de cette réunion, on m'a présenté l'ensemble du travail que je dois effectuer pendant mes 3 mois et qui a été de faire une étude de sûreté de fonctionnement des éoliennes, ce qui était vraiment intéressant, puisque aucune étude n'a été encore faite, car le projet des énergies renouvelable est nouveau pour le Sénégal.

Je me suis installé dans un bureau au laboratoire d'EOLSENEGAL, afin d'être en relation avec toutes les personnes travaillant sur ce projet. Au départ, j'ai essayé de rassembler le maximum d'informations nécessaires pour mon sujet. Ensuite j'ai commencé à appliquer la méthode de l'AMDEC. J'ai choisi cette méthode car c'était celle qui répond le plus au cahier des charges.

C'est une méthode d'analyse prévisionnelle des risques qui repose sur l'identification, l'analyse et l'évaluation des défaillances potentielles du système étudié. Afin d'élaborer cette étude, j'ai suivi les différentes étapes de l'AMDEC :

- La préparation
- L'analyse qualitative et quantitative des défaillances
- La mise en place et le suivi des plans d'action

II- Le manque d'infrastructure au Sénégal

Il est évident que le lien entre l'économie et les infrastructures est crucial pour promouvoir une croissance inclusive et un développement durable. En fait, le coût élevé du transport et de l'énergie constitue un frein majeur à la croissance économique et en partie associé à la marginalisation constante de l'Afrique dans l'économie mondiale. Le développement des infrastructures permet d'élaborer différents types d'activités économiques, notamment parce qu'elles constituent un intrant dans la production.

Partie 1 :

- **Manque d'eau :**

Une statistique faite par l'UNICEF montre que 61 % des personnes privées d'accès à une source d'eau potable vivent en Afrique et un Africain sur deux doit parcourir chaque jour 10 kilomètres pour s'approvisionner en eau potable. La plupart des populations ont recours aux eaux de surface ou souterraine, mais elles sont souvent polluées par les rejets humains de toute espèce. Or, de nombreuses maladies proviennent uniquement de l'usage d'une eau insalubre pour boire ou nettoyer les aliments : choléra, typhoïde, diarrhée... Certaines sont aussi dues à des installations d'assainissements insuffisantes et de mauvaises habitudes d'hygiène : trachome.

Parmi les multiples problèmes liés à l'accès à l'eau potable et à sa gestion, figure celui du manque de fonds alloués pour initier des projets délicats et coûteux, et d'équipements permettant de distribuer et de traiter le précieux liquide. Dans les campagnes, et même dans la capitale du Sénégal Dakar, beaucoup de femmes continuent à aller puiser l'eau dans les puits à la force de leurs bras.



Figure 5 : Photo d'une fille entrain de boire de l'eau polluée.

- **L'électrification :**

En Afrique, l'accès à l'électricité est un problème majeur qui freine considérablement son développement. Aujourd'hui, seuls 33% des 13 millions d'habitants du Sénégal ont accès à l'électricité. Le prix de l'électricité n'a cessé de croître. Le réseau électrique du Sénégal est surchargé et les coupures de courant nombreuses. L'électrification des campagnes est en effet plus difficile, puisqu'il s'agit de populations dispersées et éloignées des centres économiques. Les relier au réseau électrique est donc encore plus compliqué, encore plus coûteux, de sorte que le taux d'électrification rurale est inférieur à 5% au Sénégal. Malgré les projets décentralisés pour l'électrification rurale ou des projets régionaux à plus

grande échelle, le problème est donc toujours le même : l'argent. La Banque mondiale estime que pour répondre aux besoins électriques de l'Afrique, il faudrait investir 40 milliards de dollars chaque année pendant 20 ans.



Figure 6 : Slogan de la SENELEC

- **L'assainissement :**

Seuls 37% de la population Sénégalaise est lié au réseau de canalisation. L'assainissement au Sénégal consiste essentiellement en un assainissement autonome, environ 30 % de la population recourent à la défécation à ciel ouvert. Les impacts économiques liés à l'absence ou la défaillance de système d'assainissement sont lourds: la majorité de ces coûts est liée aux morts prématurées, y compris d'enfants âgés de moins de cinq ans, causées par les maladies diarrhéiques.

Près de 90% de ces morts est directement imputable à la mauvaise qualité de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène.

Les autres coûts évalués comprennent les pertes de productivité dues à un mauvais assainissement.



Figure 7 : Photo montrant une mauvaise canalisation.

Partie 2 :

Les enfants manquent plusieurs heures d'école à cause des corvées d'eau pour le ménage, préparation de la nourriture et pour la consommation personnelle. Au Sénégal, le taux de mortalité est très élevé puisque 1 million d'enfants de moins de 5 ans meurent chaque année dans le monde à cause du manque d'eau potable.

À cause des coupures de courant répété et de longue durée, les écoles et les universités trouvent toujours des problèmes pour enseigner, faire les Tps pour les étudiants et aussi pour le travail administratif sans oublier que ces coupures causes des pertes de matériels très importantes aussi.

Les enfants des campagnes et des zones non électrifiées sont privées des écoles, de l'alimentation domestique et des centres hospitaliers ce qui ne fait qu'augmenter le taux de mortalité.

Les conséquences négatives d'un mauvais assainissement sont difficiles et chères à estimer, elles comprennent les coûts des poussées épidémiques, les pertes de revenus dans le commerce et le tourisme, l'impact sur les ressources en eau de l'évacuation des excréments, et les effets à long terme sur le développement de la petite enfance.

La défécation en plein air coûte plus par personne que tout autre problème d'assainissement. Le temps perdu pour trouver un endroit discret pour déféquer entraîne près de 500 millions de dollars de pertes économiques. Les femmes représentent une proportion considérable de ce coût en raison du temps qu'elles passent à accompagner de jeunes enfants ou des proches malades ou âgés.



Figure 8 : Enfant malade



Figure 9 : Abandon scolaire



Figure 10 : Mauvais assainissement

Conclusion:

Les 3 mois de stage que j'ai passé au sein d'EOLSENEGAL à l'École supérieure polytechnique de Dakar étaient une bonne opportunité pour acquérir une bonne expérience professionnelle comme un étudiant en 3ème année à l'ISTIA. En effet, j'ai pu avoir un aperçu global sur mon métier de futur ingénieur, incluant ses responsabilités et les difficultés qui se posent. Ce stage m'a aidé aussi à mieux m'intégrer dans le milieu du travail et à appliquer surtout toutes mes connaissances acquises durant mes années d'études.

Durant ma période de stage, mis à part mon expérience professionnelle, j'ai découvert un nouveau pays et une nouvelle culture. Le Sénégal est pays d'Afrique intéressant à visiter, car il y possède des sites et des paysages magnifiques. Ses plages agréables avec des sables d'or et des cocotiers, ces parcs naturels et sans oublier la variété de leurs repas m'ont séduit le plus. Mon stage au sein d'EOLSENEGAL c'est bien déroulé, j'étais bien accueilli de la part du personnel du CIFRES.

Malgré la diversité de sa richesse, le manque d'infrastructure représente un grand déficit pour le Sénégal, car il cause chaque année des pertes humaines mais aussi financières. Le manque d'infrastructures constitue une contrainte majeure à la croissance du pays, ce qui influe sur l'évolution de son économie. Mais sans une grande aide d'en haut du gouvernement et aussi de la population, le Sénégal restera toujours en difficulté.

Annexes:

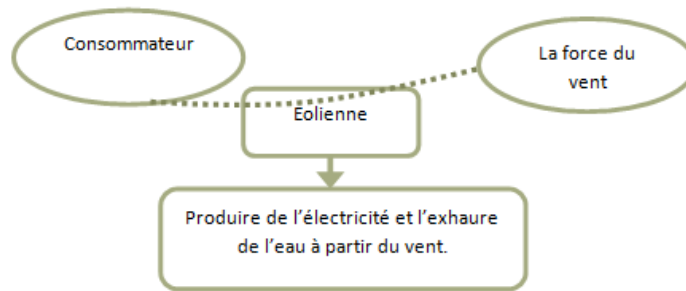


Figure 1 : Bête à corne de l'éolienne

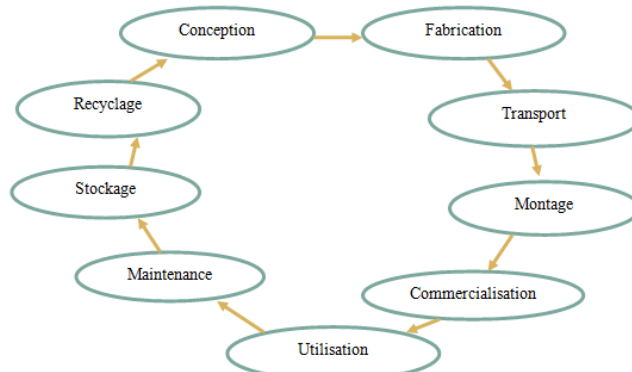
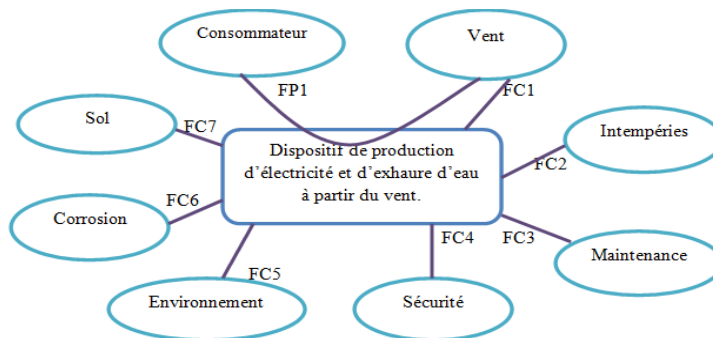


Figure 2 : Cycle de vie de l'éolienne



- FP1 : Permettre la production de l'électricité et l'exhaure de l'eau
- FC1 : Transformer l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique et électrique.
- FC2 : Résister aux intempéries.
- FC3 : Permettre la maintenance continue.
- FC4 : Etre stable et sans dangers pour les personnes.
- FC5 : Utiliser les matériaux recyclables.
- FC6 : Limiter la corrosion des matériaux.
- FC7 : Lier au sol.

Figure 3 : Diagramme pieuvre

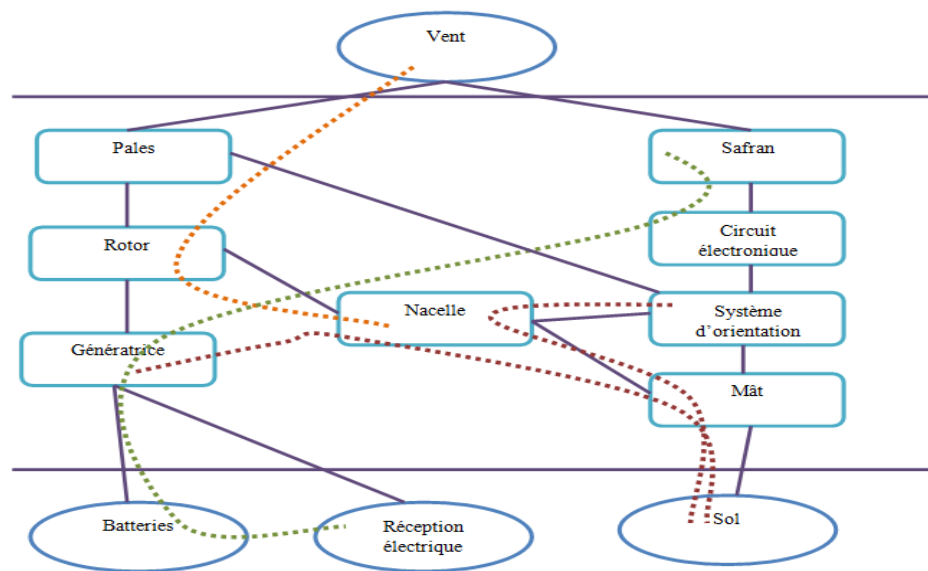


Figure 4 : Diagramme en bloc

■ ■ ■ ■ ■ : Flux mécanique

■ ■ ■ ■ ■ : Flux électrique

■ ■ ■ ■ ■ : Flux aérodynamique

Mode de défaillance	Cause	Effet	Gravité			
			O	G	D	C
Ejections des pâles	Survitesse Tempête	Perte de stator Cassure de pâle	2	4	1	8
Dévisage des écrous	Tempête	Perte de la génératrice	2	3	2	12
Arrachement de pâles	Tempête	Bris de pâle	2	4	1	8
Fissure des pâles et des rotors	Usure Survitesse	Endommagement de l'éolienne	3	2	3	18
Projection de débris	Tempête	Perte de pâle et de la génératrice	2	4	1	8
Chute	Tempête	Perte de pâle, nacelle et génératrice	2	4	1	8
Freinage de l'éolienne	Dépôt de résidu de fer	Arrêt de l'éolienne	2	3	3	18
Arrêt de l'éolienne	Déconnexion brusque des batteries	Perte de l'éolienne ou une forte production	1	4	1	4
Non démarrage de l'éolienne	Dépôt de poussière sur le moyeu	Arrêt des pâles	2	4	2	16
Chute de safran	Mauvaise soudure	Mauvais équilibrage des pâles	2	5	1	10
Corrosion des aimants Corrosion des rotors	Mauvaise protection Mauvais choix de matériel La pluie	Freinage de l'éolienne Gonflage des aimants	2	4	2	16
Grillage des diodes	Mauvaise connexion Mauvais refroidissement	Freinage ou arrêt de l'éolienne	2	4	2	16

Figure 5 : Tableau de l'AMDEC

Mode de défaillance	Criticité C	Conclusion
Ejections des pâles	8	Aucune modification de conception Maintenance corrective
Dévisage des écrous	12	Amélioration de performances de l'élément Maintenance préventive ou systématique
Arrachement de pâles	8	Aucune modification de conception Maintenance corrective
Fissure des pâles et des rotors	18	Amélioration de performances de l'élément Maintenance préventive ou systématique
Projection de débris	8	Aucune modification de conception Maintenance corrective
Chute	8	Aucune modification de conception Maintenance corrective
Freinage de l'éolienne	18	Amélioration de performances de l'élément Maintenance préventive ou systématique
Arrêt de l'éolienne	4	Aucune modification de conception Maintenance corrective
Non démarrage de l'éolienne	16	Révision de la conception du sous-ensemble et du choix des éléments Maintenance conditionnelle
Chute de safran	10	Aucune modification de conception Maintenance corrective
Corrosion des aimants Corrosion des rotors	16	Révision de la conception du sous-ensemble et du choix des éléments Maintenance conditionnelle
Grillage des diodes	16	Révision de la conception du sous-ensemble et du choix des éléments Maintenance conditionnelle

Figure 6 : Tableau de conclusion

Webographie:

- ✓ Fnh. [En ligne], Fondation Nicolas Hulot [22 mai 2001], disponible sur :
http://www.fnh.org/francais/doc/en_ligne/energie/dossier_intro.htm
- ✓ Solener. [En ligne], Entreprise Solener, disponible sur :
http://www.solener.com/intro_f.html
- ✓ Champagne ardene export. [En ligne], Export Entreprise [Juillet 2014], disponible sur :
<http://www.champagne-ardenne-export.com/fr/marches/fiches-pays/senegal/presentation>
- ✓ Wikipedia. [En ligne], Wikimedia Fondation [20 Juillet 2014], disponible sur :
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Dakar>
- ✓ Wikipedia. [En ligne], Wikimedia Fondation [17 Août 2014], disponible sur :
http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89cole_sup%C3%A9rieure_polytechnique_de_Dakar
- ✓ Loic Ntoutoume dans ENVIRONNEMENT, [08 août 2012], disponible sur :
<http://gabonreview.com/blog/lafrique-ne-manque-pas-deau-mais-sa-population-manque-deau-potable/>
- ✓ Afd. [En ligne], Association Flying doctors [Février 2011], disponible sur :
http://www.afd.fr/home/publications/Videos/histoires-de-projets/Video_Eau_Senegal
- ✓ Amaref. [En ligne], Agence Française de Développement [Août 2012], disponible sur :
<http://www.amref.fr/nos-actions/eau>
- ✓ David Baché dans rfi, [20 octobre 2010], disponible sur :
<http://www.rfi.fr/afrique/20101020-afrique-sous-equipee-electricite/>
- ✓ bpms. [En ligne], Jean-François PIRUS [2013], disponible sur :
<http://www.bpms.info/amdec/>

RÉSUMÉ

A la fin de la troisième année à l'ISTIA, les étudiants passent un stage de trois mois à l'étranger. L'objectif principal de ce stage est de découvrir une nouvelle culture ce qui m'a poussé à choisir le Sénégal comme destination. Ce pays possède une richesse et diversité des sites et paysages magnifique qui faut vraiment visiter.

Travailler avec EOLSENEGAL était une bonne opportunité pour découvrir le milieu professionnelle et faire face aux responsabilités d'un ingénieur. Le sujet de la sureté de fonctionnement des éoliennes était très intéressant.

Le Sénégal souffre d'un manque d'infrastructure énorme, ce qui engendre de terribles conséquences sur la population et sur le développement économique du pays.

mots-clés : Sénégal, culture, manque d'infrastructure, développement économique

ABSTRACT

At the end of the third year of ISTIA, students take a three-month internship abroad. The main objective of this course is to discover a new culture which led me to choose Senegal as my destination. This country has the richness and diversity of sites and beautiful scenery to visit.

Working with EOLSENEGAL was a good opportunity to discover both professional environment and know the responsibilities of an engineer. The subject of the dependability of eolians was very interesting.

The Senegal suffers from a huge lack of infrastructure, which leads to terrible consequences for the population and economic development.

keywords: Senegal, culture, lack of infrastructure, economic development.

RESUMEN

Al final del tercer año de ISTIA, los estudiantes toman una pasantía de tres meses en el extranjero. El objetivo principal de este curso es descubrir una nueva cultura que me llevó a elegir Senegal como mi destino. Este país tiene riqueza y diversidad de sitios y hermosos paisajes para visitar.

Trabajar con EOLSENEGAL era una buena oportunidad para descubrir tanto entorno profesional y conocer las responsabilidades de un ingeniero. El tema de la fiabilidad de viento era muy interesante.

El Senegal sufre de una enorme falta de infraestructura, lo que lleva a consecuencias terribles para la población y el desarrollo económico.

Palabras clave: Senegal, cultura, falta de infraestructura, desarrollo económico.

ISTIA
62 Avenue Notre-Dame du Lac
49000 Angers cedex
Tél. 02 44 68 75 00 | Fax 02 44 68 75 01

CHENEAU Maha | Economie et infrastructures au Sénégal | 1