



Université Toulouse - Jean Jaurès

**Institut Pluridisciplinaire pour les Études sur les Amériques
à Toulouse (IPEAT)**

Master mention Civilisations, Cultures et Sociétés

Parcours Ingénierie de Projet avec l'Amérique latine (IPAL)

***Faciliter l'accès à l'énergie en milieu rural :
Electrification du lycée rural Shikabali au Costa Rica par le biais de
l'installation de panneaux photovoltaïques***

Mémoire de 2^{ème} année présenté par :

Eliott Devillers

Sous la direction de :

Julien Rebotier

Année Universitaire 2018-2019

Table des matières

Introduction	5
Partie I. L'accès à l'énergie: enjeux et état des lieux au Costa Rica	7
A. Définition	7
B. L'accès à l'énergie	8
1) L'accès à l'énergie : élément fondamental du développement	8
2) L'horizon 2030 et le programme SE4ALL	9
C. L'Amérique centrale: entre interconnexion et déconnexion	10
1) Etat des lieux : une évolution encourageante mais insuffisante	10
2) Le Système d'Interconnexion Électrique des Pays d'Amérique centrale	11
D. L'accès à l'énergie au Costa Rica	12
1) Une évolution très encourageante qui se heurte aujourd'hui au problème d'électrification du "dernier kilomètre"	12
3) L'accès à l'électricité dans le secteur de l'éducation	14
Partie II. Les énergies renouvelables comme moyen d'améliorer l'accès à l'énergie	16
A. Décentraliser la production d'électricité	17
B. Développer les énergies renouvelables	18
1) L'énergie hydraulique	19
2) L'énergie éolienne	20
3) L'énergie solaire	22
C. Choix du projet	25
Partie III. Projet	26
A. Présentation générale du projet	26
1) Justification du projet	26
2) Bénéficiaires	27
3) Partenariats engagés	27
4) Cadre institutionnel	29
B. Méthodologie et stratégie pour mener à bien le projet	33
1) Objectifs généraux	33
2) Objectif spécifique	33
3) Activités, résultats et stratégies de mise en œuvre	33
4) Hypothèses	37
5) Calendrier prévisionnel	38
C. Moyens de mise en oeuvre et suivi du projet	40
1) Matériel et moyens humains	40

2) Méthodologie de suivi-évaluation du projet	40
3) Pérennité du projet	42
4) Budget prévisionnel	44
Conclusion	47
Références bibliographiques	49
Annexes	50

Table des figures

- Figure n° 1 : Les trois niveaux d'accès à l'énergie.
- Figure n° 2 : Principaux liens entre énergie et développement
- Figure n° 3 : Tableau comparatif des taux d'électrification des pays d'Amérique Centrale
- Carte n°1 : Couverture électrique par cantons
- Figure n°4 : Atouts et limites de l'installation de micro-centrales hydroélectriques
- Figure n°5 : Avantages et inconvénients de l'énergie éolienne
- Carte n°2 : Rayonnement solaire annuel moyen Costa Rica
- Figure n°6 : Atouts et faiblesses d'un système photovoltaïque à usage individuel et social.

Définitions

Mix énergétique : Le mix énergétique (ou matrice énergétique) définit la répartition des différentes sources d'énergie primaire (nucléaire, charbon, pétrole, éolien, etc.) utilisées pour produire une énergie bien définie comme l'électricité. La part de chaque source d'énergie est exprimée en pourcentage (%).

Services énergétiques. Utilisation finale de l'énergie : la chaleur, la lumière, le froid, la force motrice.

L'énergie finale : *“L'énergie finale est l'ensemble des énergies délivrées prêtes à l'emploi à l'utilisateur final : le litre d'essence sans plomb à mettre dans sa voiture, l'électricité disponible à sa prise, etc.”*¹

Sécurité énergétique : *“La sécurité énergétique est souvent définie comme la garantie d'approvisionnement en énergie primaire permettant de satisfaire les besoins en énergie finale des populations et des industries”*²

L'efficacité énergétique : *“Désigne le rapport entre l'énergie utile produite par un système et l'énergie totale consommée pour le faire fonctionner.”*³

Les énergies conventionnelles : *“Les énergies conventionnelles comprennent d'une part le nucléaire et d'autre part les énergies fossiles, c'est-à-dire le pétrole, le gaz et le charbon.”*⁴

Un système solaire : Un système solaire désigne l'ensemble des composantes d'une installation photovoltaïque.

¹ Définition issue de Futura planète [en ligne] <https://www.futura-sciences.com/planete/>

² LOSSADA Maria, THIVILLIER Milena, *La sécurité énergétique*. NUMAD 2015

³ Connaissance des énergies. Fiches pédagogiques.

<https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/efficacite-energetique-et-batiments>

⁴ Energie online. <https://www.energie-online.fr/energies-conventionnelles.htm>

Introduction

“D’ici la conférence mondiale sur le changement climatique de 2020, le Costa Rica doit devenir un laboratoire mondial de la décarbonisation.”⁵

Le Costa Rica est un pays reconnu pour avoir l’une des matrices énergétiques les plus propres du monde. Elle est composée à plus de 98 % d’énergies renouvelables, et le gouvernement s’est fixé comme objectif de devenir le premier pays neutre en carbone à partir de 2021⁶.

Outre la prédominance des énergies renouvelables dans son mix énergétique, le pays est aussi celui qui présente le taux d’électrification le plus élevé d’Amérique centrale. Ce taux qui avoisine les 100 % est le résultat de nombreuses politiques gouvernementales qui ont fait de l’électrification du pays l’un des objectifs principaux de la nation à partir des années 1970.

Malgré ces statistiques, certains territoires au sein même du pays ne semblent pas avoir bénéficié de ces politiques d’électrification, et se trouvent totalement déconnectés du réseau électrique national. Dans ce mémoire, nous nous intéresserons aux moyens d’électrifier ces territoires isolés. Si raccorder ces territoires au réseau électrique national semble relativement compliqué, d’autres solutions semblent pertinentes afin d’électrifier “le dernier kilomètre”⁷. La majorité des chercheurs semblent s’accorder sur le fait que cette électrification sera permise par le biais de la décentralisation de la production électrique.

Ainsi, dans un premier temps, nous mettons en évidence la pluralité d’enjeux attachés à l’accès à l’énergie et étudions les caractéristiques propres au secteur de l’approvisionnement électrique en Amérique centrale, et plus particulièrement au

⁵ GUILLET Emmanuel, “Le président du Costa Rica souhaite l’abandon des énergies fossiles dans son pays”. Sciences et Avenir. 09 mai 2018.

⁶ *Ibid*

⁷ En matière d’électrification rurale, on utilise le terme “dernier kilomètre” pour faire référence aux dernières zones à électrifier au sein d’un pays. Ce “dernier” kilomètre est souvent le plus coûteux et le plus compliqué à électrifier.

Costa Rica. Cet état des lieux nous permet de comprendre les enjeux et faiblesses de ce territoire.

Après avoir mis en lumière les régions et secteurs au sein desquels l'approvisionnement électrique fait défaut, nous proposons d'étudier le concept de décentralisation de la production d'électricité par le développement des énergies renouvelables. Nous basons ce travail sur l'hypothèse selon laquelle cette décentralisation est pertinente pour améliorer l'accès à l'énergie en milieu isolé.

Enfin, nous présentons une proposition de projet répondant à la problématique suivante : le développement des énergies renouvelables en milieux isolés : entre réappropriation et démocratisation de l'accès à l'énergie.

Partie I. L'accès à l'énergie: enjeux et état des lieux au Costa Rica

A. Définition

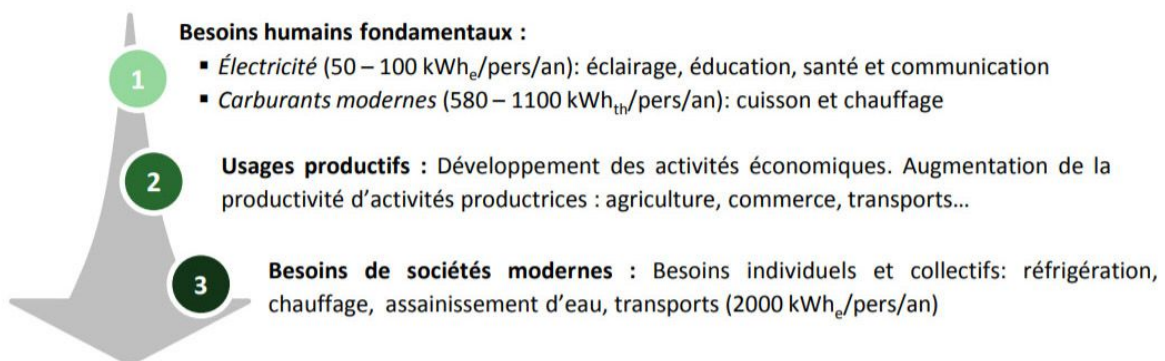
De part sa multi dimensionnalité, l'amélioration de l'accès à l'énergie représente une composante clé pour atteindre les objectifs de développement durable établis par le Programme des Nations Unies pour le Développement⁸.

D'après l'Agence Internationale de l'Énergie, un ménage ayant accès à l'énergie dispose *“d'un accès fiable et peu cher à un système de cuisson propre, d'une première connexion à l'électricité avec un niveau minimal de consommation [...], puis d'un niveau de consommation électrique croissant dans le temps pour s'aligner sur la moyenne régionale.”*

D'après cette définition, plus d'un milliard de personnes n'auraient toujours pas accès à l'électricité⁹.

Si cette définition se limite à une analyse centrée sur les ménages, l'accès à l'énergie ne se cantonne pas à la fourniture d'une ressource énergétique et doit être plus largement analysé. Ainsi, trois niveaux d'accès sont à distinguer:

Figure n° 1: Les trois niveaux d'accès à l'énergie



Source : Bio-Ressources, Le Blog¹⁰.

Dans le cadre de ce travail, notre attention portera tout particulièrement sur les besoins énergétiques fondamentaux qui correspondent au premier niveau de l'accès à l'énergie, nécessaires à toute forme de développement.

⁸ En particulier à l'objectif n°7: “Garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes à un coût abordable”

⁹ Annual Energy Outlook, Agence Internationale de l'Énergie, 2018.

¹⁰ <http://blog.bio-ressources.com/>

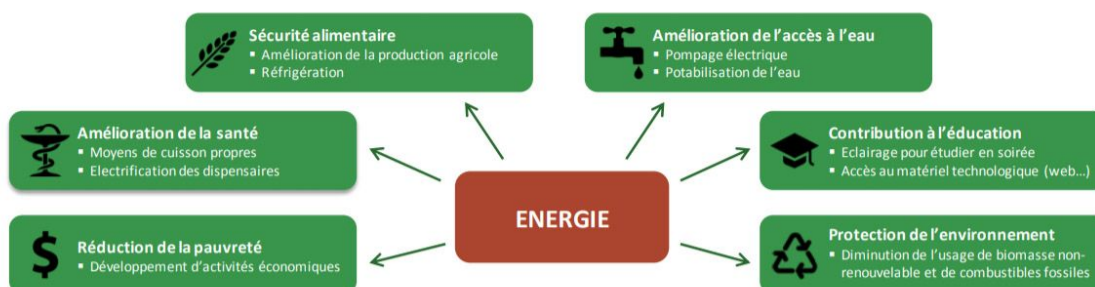
B. L'accès à l'énergie

1) L'accès à l'énergie : élément fondamental du développement

L'accès à l'énergie est reconnu comme un des prérequis au développement. La satisfaction des besoins humains fondamentaux (eau, alimentation, santé et éducation) dépend de la disponibilité d'énergie, et cette dernière est intrinsèquement liée au niveau de développement¹¹. En effet, "le niveau de développement économique et humain d'un pays (quantifié par l'Indice de Développement Humain – IDH) s'avère fortement corrélé au niveau d'accès à l'énergie (quantifié par l'Indice de Développement Énergétique – IDE)."¹²

Ainsi, l'enjeu énergétique est crucial d'un point de vue sociétal puisqu'il représente une composante indispensable du développement¹³. Les enjeux relatifs à l'amélioration de l'accès à l'énergie apparaissent alors comme multiples et interreliés, représentant ainsi la base de tout développement.

Figure n° 2: Principaux liens entre énergie et développement



Source : ENEA Consulting

Ce schéma dresse une liste non exhaustive des liens existant entre l'accès à l'énergie et le développement. Ainsi, pour contribuer au développement des pays du Sud, il est impératif d'améliorer la sécurité énergétique.

¹¹ La Banque Mondiale. "L'accès à l'énergie est au cœur du développement". 18 avril 2018

¹² *L'accès à l'énergie*. Facts and figures. ENEA Consulting. juillet 2014. Page 4

¹³ AUGAREILS Pascal. *Projets d'accès à l'électricité : comment en mesurer les bénéfices ?*. Mondes en développement. 2016/4 (n°176). Pages 77 à 92

2) L'horizon 2030 et le programme SE4ALL

Depuis le début du 21^{ème} siècle, d'importants efforts sont réalisés par la communauté internationale en vue d'améliorer l'accès à l'énergie. Ainsi, 62 millions de personnes ont bénéficié d'un accès nouveau à l'énergie chaque année entre 2000 et 2012, et depuis 2012 ce chiffre est en moyenne de 100 millions par an¹⁴. Le taux mondiale d'accès à l'énergie est lui passé de 77 à 85 % durant la même période¹⁵.

Ces avancées sont en partie liées à la mise en place de l'initiative SE4ALL¹⁶ lancée en 2011 par le secrétaire général des Nations Unies. L'objectif central de ce programme est d'assurer un accès universel aux services énergétiques d'ici à 2030.

Pour cela, le programme est divisé en trois principaux objectifs :

- Doubler la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique mondial pour ainsi atteindre 30 %
- Baisser la consommation mondiale d'énergie en améliorant l'efficacité énergétique.
- Doubler le taux global d'amélioration de l'efficacité énergétique

Afin d'arriver à de tels résultats, les auteurs du rapport défendent l'idée selon laquelle les investissements nécessaires pour assurer l'accès universel à l'énergie devront être substantiels et nécessiteront un partenariat public-privé. En effet, étant donné l'importance des investissements, les financements doivent être réalisés en partenariat avec les différentes banques de développement. La BID (Banque Interaméricaine de Développement) par exemple intervient dans de nombreux projets d'amélioration de l'accès aux services énergétiques en Amérique Centrale.

« Ce rapport constitue un véritable plan d'action qui énonce de manière ambitieuse, mais réalisable, la voie à suivre pour fournir à tous, l'accès à l'électricité et aux autres services énergétiques modernes. ¹⁷»

¹⁴ Rapport annuel SE4ALL. 2018. Téléchargeable sur :

<https://www.seforall.org/publications/sustainable-energy-for-all-annual-report-2018>

¹⁵ Banque mondiale, base de données Sustainable Energy for All (SE4ALL)

¹⁶ Énergie durable pour tous - *Sustainable energy for all* - en anglais

¹⁷ M. Kandeh Yumkella, Directeur général de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

C. L'Amérique centrale: entre interconnexion et déconnexion

1) Etat des lieux : une évolution encourageante mais insuffisante

Durant ces dernières années, d'importants efforts ont été réalisés en Amérique centrale en matière d'accès à l'énergie. Cependant, malgré ces améliorations, le taux d'électrification de la majorité des pays d'Amérique centrale se situe en dessous de la moyenne latino-américaine de 96 %¹⁸ et le continent affiche d'importantes disparités .

Il suffit d'observer l'exemple du Nicaragua pour appréhender les efforts réalisés : le pays affichait en 2006 le taux d'électrification le plus bas d'Amérique latine (54%) et bénéficie aujourd'hui d'une couverture électrique atteignant 95.9 %¹⁹. Cette évolution a été réalisée grâce au "*Plan nacional de desarrollo humano 2012-2016*" dont les principaux objectifs étaient la transformation de la matrice énergétique et l'augmentation de la production d'électricité. Si depuis 2016 ce taux peine à évoluer en raison de la situation politique au sein du pays, l'effort réalisé n'en reste pas moins très important.

Figure n° 3 : Tableau comparatif des taux d'électrification des pays d'Amérique Centrale

Pays	Taux de couverture électrique	Source
Costa Rica	99.4 %	ICE 2017
Guatemala	92.06 %	Ministerio de Energía y Minas 2016
Nicaragua	90 %	Enatrel 2016
Honduras	88.6 %	Instituto Nacional de Estadísticas 2016
Salvador	84.7 %	Dirección General de Estadística y Censos

¹⁸ Banco Interamericano de Desarrollo, *Acceso a la energía eléctrica, situación en latinoamérica y el Caribe*. 2017

¹⁹ ENATREL, *Avances del sector energético en Nicaragua*. Informe semanal. 30 avril 2019

Panama	91.1 %	Secretaria Nacional de Energia 2013
--------	--------	-------------------------------------

2) Le Système d'Interconnexion Électrique des Pays d'Amérique centrale

Depuis 2010, le marché de l'approvisionnement énergétique en Amérique centrale a été profondément modifié avec l'intégration du marché régional : le SIEPAC.

En effet, afin de lutter contre le manque d'approvisionnement électrique et d'encourager les échanges d'électricité, le Guatemala, le Salvador, le Honduras, le Nicaragua, le Costa Rica et le Panama ont connecté leurs systèmes électriques nationaux. Le SIEPAC (Système d'Interconnexion Electrique des Pays d'Amérique Centrale) relie ces différents pays grâce à une ligne de transmission permettant de connecter les systèmes électriques nationaux. Ce système est constitué de près de 1800 km de lignes de transmissions allant du Guatemala au Panama et ayant une capacité de transport de 300 MW²⁰. (Annexe 1.1)

Cette interconnexion permet aux pays membres du SIEPAC de réaliser des opérations d'achat et de vente d'électricité entre les différents acteurs publics des marchés électriques des pays membres. En effet, les transactions effectuées sur le marché régional ont doublé en moins d'un an²¹. La majorité des transactions est réalisée par le Guatemala qui domine les exportations dans le marché électrique régional²². Le pays possède un excédent énergétique en raison de ses centrales hydro-électriques qui disposent d'une production très importante²³.

Le marché régional permet ainsi une utilisation plus efficace des capacités nationales en matière de production d'électricité, mais l'impact sur le développement des ressources renouvelables n'est pas clair puisqu'il dépendra des politiques adoptées par chaque pays.

²⁰ Manuel Eugenio Rojas Navarrete, *Estadísticas del subsector eléctrico de los países del sistema de la Integración Centroamericana (SICA)*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2015.

²¹ *Ibid*

²² *Ibid*

²³ "Guatemala es el mayor exportador de energía eléctrica en el Mercado Eléctrico Regional". Gobierno de Guatemala. 14 février 2018

D. L'accès à l'énergie au Costa Rica

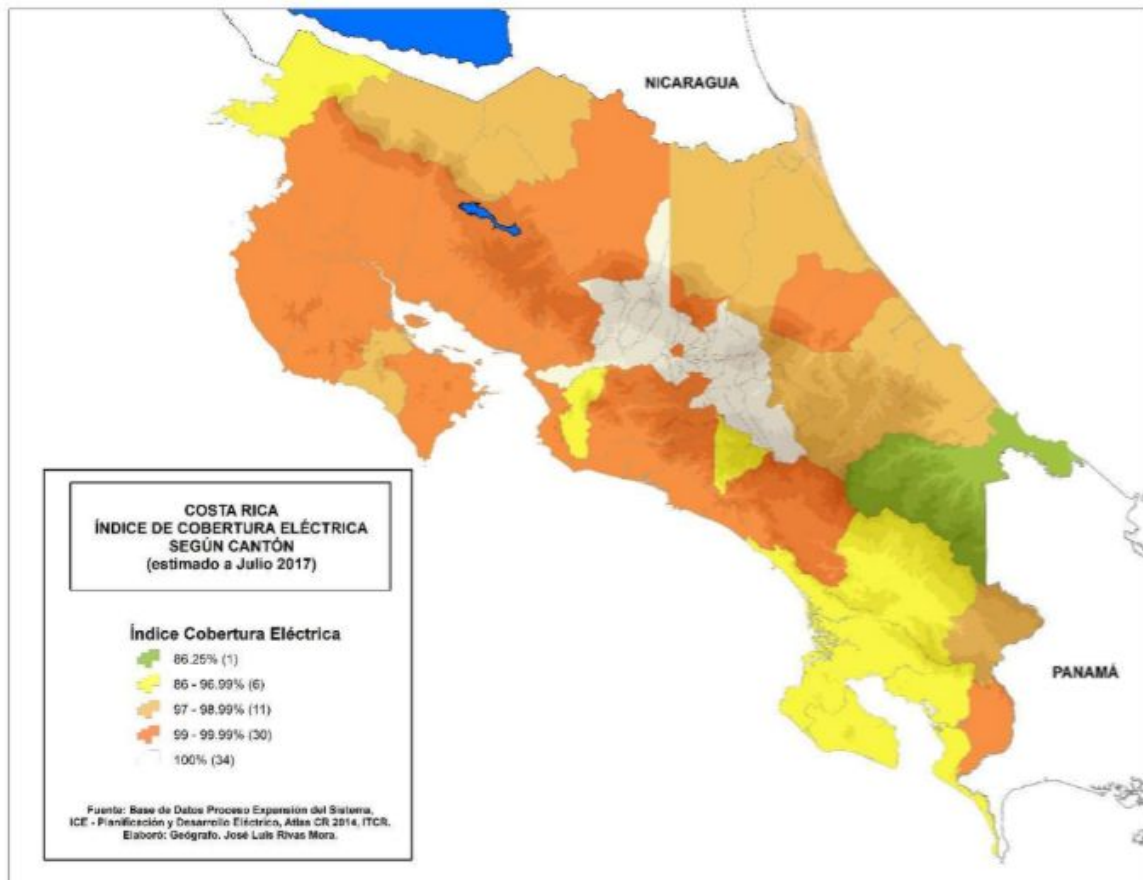
1) Une évolution très encourageante qui se heurte aujourd'hui au problème d'électrification du "dernier kilomètre"

Avant d'étudier l'évolution de l'accès à l'énergie au Costa Rica, il est important de mettre en lumière l'une des spécificités du marché électrique national : ce dernier est sujet à un monopole national, et la production électrique est intégralement gérée par le gouvernement.

En 1970, l'indice de couverture nationale du Costa Rica était inférieur à 50%. Face à ce constat, le gouvernement a mis en place en 1971 un programme d'électrification rurale planifié sur une période de 20 ans. Les résultats de ce programme ont dépassé les estimations, et le pays affichait en 1991 un taux d'électrification dépassant les 90 %. Depuis les années 90, l'évolution du taux d'électrification a ralenti en raison de l'éloignement et de la dispersion des habitats sans accès à l'électricité.

Depuis 2010, le pays arbore fièrement un taux de couverture électrique dépassant les 99 %. Il est important de souligner que depuis cette date, le taux d'électrification élevé du pays rend la comparaison d'une année à l'autre relativement difficile. (Annexe 1 sur l'évolution du taux de couverture électrique).

Carte n°1 : Couverture électrique par cantons



Source : ICE, Indice de cobertura eléctrica 2017

2) Les zones d'ombres géographiques

Depuis 2000, l'*Institut Costaricien d'Electricité* (ICE) a créé une base de données recensant les habitats sans accès au réseau électrique national²⁴. Ces données sont régulièrement actualisées et sont répertoriées avec un système d'information géographique (SIG) permettant de visualiser les zones les plus touchées par le manque d'accès à l'électricité.

Dans les zones classées comme urbaines par l'*Instituto Nacional de Estadística y Censo* (INEC), le taux de couverture électrique affiché est de 100 %. Ainsi, l'intégralité des efforts à réaliser en matière d'approvisionnement électrique portent sur les zones rurales.

²⁴ Instituto Costarricense de Electricidad, *Índice de cobertura eléctrica 2017*

D'après le rapport sur la couverture électrique du Costa Rica réalisé par l'ICE en 2017, 7444 logements se trouveraient sans accès à l'électricité. La majorité de ces habitats sont situés en territoires indigènes, très souvent isolés, d'où la complexité de raccorder ces communautés au réseau électrique national.

D'après la carte N°1 (page précédente), le canton qui souffre du taux de couverture électrique le plus faible est celui de *Limón*. En effet, ce dernier affiche un taux de 86.25 % face à une moyenne nationale de 99.4 % et recense 2879 habitats sans accès à l'électricité. Ce nombre s'explique par une importante présence de communautés indigènes.

Au vu de ces informations, il convient de s'interroger quant aux répercussions du manque d'accès à l'électricité. L'offre de services publics est-elle compromise ? Dans quelle mesure certains secteurs se voient impactés par le manque d'approvisionnement électrique ?

3) L'accès à l'électricité dans le secteur de l'éducation

Le ministère de l'éducation publique a réalisé en 2017 une étude visant à rendre compte de la qualité des infrastructures et des services basiques au sein des écoles et collèges publics au Costa Rica. Publiée en décembre 2017, cette étude a recensé 59 écoles et 5 collèges au sein desquels l'accès à l'électricité est inexistant²⁵. La quasi-totalité de ces centres éducatifs sont situés en territoires indigènes et sont pour la plupart dans des zones difficiles d'accès.

Ce travail n'ayant pris en compte que les écoles et collèges, il est impossible d'estimer le nombre de lycées publics qui souffrent d'un manque d'accès à l'électricité.

²⁵ Ibid

E. Les initiatives gouvernementales costariciennes

Depuis les années 2000, le gouvernement s'est saisi de la question de l'accès à l'énergie électrique en territoires indigènes et a mis en place un certain nombre de projets visant à développer les infrastructures énergétiques dans les zones isolées. Ces programmes ont permis d'importantes avancées en matière d'électrification de sites isolés, mais la majorité avait pour but d'électrifier des villages indigènes, laissant de côté la question de l'accès à l'énergie dans le secteur éducatif.

En effet, les différents programmes n'ont saisi la question que très récemment, ce qui explique ce retard en matière d'accès à l'électricité dans les centres éducatifs.

Au mois de mars 2018, le gouvernement costaricien a inauguré le lancement du programme "*Luces para aprender*". En partenariat avec l'ICE et le ministère d'éducation publique, ce programme a pour objectif d'améliorer la qualité de l'éducation et des processus d'apprentissages au travers de l'électrification de centres éducatifs par le biais de l'installation de panneaux photovoltaïques²⁶.

Le programme a permis l'électrification de 8 écoles situées dans la région de *Brunca*, proche de la frontière avec le Panama²⁷.

Malgré la réussite associée au développement de ce programme, le ministère de l'éducation publique n'a pas prévu sa continuation. Ainsi, pour la période 2019/2020, les programmes gouvernementaux d'amélioration de l'accès à l'électricité se concentrent sur l'électrification de villages appartenant à des communautés indigènes.²⁸

Cependant au vu de la situation actuelle (voir paragraphe précédent), l'électrification des centres éducatifs qui ne bénéficient toujours pas d'un accès à l'électricité apparaît comme urgente.

²⁶ "OEI inauguró hoy el proyecto "Luces para Aprender en Costa Rica" ", Organización de Estados Iberoamericanos, 23.03.2018

²⁷ *Ibid*

²⁸ *PLAN DE EXPANSIÓN DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA 2016-2035*, Instituto Costarricense de Electricidad.

Partie II. Les énergies renouvelables comme moyen d'améliorer l'accès à l'énergie

Nous avons vu qu'en matière de couverture électrique, le Costa Rica est bien au dessus de la moyenne régionale. Cependant, nous avons mis en évidence un certain nombre de zones de "déconnexion énergétique" au sein desquelles l'approvisionnement énergétique ne peut être assuré. Ces zones sont presque essentiellement situées en territoires isolés, ce qui rend impossible de les raccorder au réseau électrique national. Pour autant, les habitants de ces régions voient leur vie quotidienne lourdement impactée par ce manque énergétique qui compromet la réalisation de nombreuses activités (agriculture, santé, éducation etc...).

Dans cette partie, nous allons dans un premier temps axer notre réflexion autour des moyens envisageables pour développer l'accès à l'énergie dans ces zones isolées. Pour cela, nous étudierons le concept de décentralisation de la production d'électricité en mettant en évidence son lien avec le développement.

Puis, nous étudierons un panel de solutions envisageables afin d'améliorer l'accès à l'électricité par le biais du développement des énergies renouvelables.

A. Décentraliser la production d'électricité

La dispersion de la population et les coûts élevés du transport de l'électricité sur de longues distances, rendent très coûteux les projets d'extension des grands réseaux électriques. Les solutions de production d'énergie décentralisée peuvent alors être très intéressantes, en particulier dans les pays du Sud où la population rurale demeure importante. Pourquoi transporter l'énergie dans des zones isolées (ce qui induit d'importants travaux et des pertes énergétiques importantes lors du transport) alors qu'elle pourrait directement être produite sur place ?

La production d'électricité décentralisée repose sur deux caractéristiques principales: elle est réalisée à petite échelle et à proximité du consommateur²⁹. Ce mode de production permet de renforcer l'autonomie énergétique des territoires isolés et tend à responsabiliser le consommateur. De plus, le développement de l'électrification décentralisée constitue une option pertinente dans la perspective d'une politique de développement centrée sur la réduction de la pauvreté³⁰.

L'unique inconvénient d'une décentralisation de la production est qu'elle nécessite des investissements relativement élevés, d'où l'importance de subventionner ces initiatives.

De nombreux pays européens (exemple l'Allemagne) adoptent une logique de décentralisation de la production électrique, permettant ainsi une réappropriation locale de la production. En adaptant la production aux spécificités des territoires, la décentralisation permet de tirer profit des avantages comparatifs propres à chaque territoire.

La baisse des prix des panneaux solaires permet aujourd'hui de proposer des solutions d'électrification décentralisée reposant totalement sur l'énergie solaire³¹.

²⁹ *L'électrification rurale décentralisée : une réponse à la pauvreté énergétique en Afrique*, Jeune Afrique, 2015.

³⁰ BERTHÉLEMY J.-C. et BÉGUERIE V, *Electrification décentralisée et développement*, FACTS reports, second semestre 2016.

³¹ Une analyse réalisée par l'Institut Fraunhofer ISE (Fraunhofer, 2015) a montré que de 2000 à 2014, les prix des modules photovoltaïques sur le marché mondial ont baissé d'environ 90 %

B. Développer les énergies renouvelables

En fonction des pays et des localisations, les réponses à apporter en matière d'amélioration de l'accès à l'électricité varient beaucoup. La décentralisation de la production d'électricité semble être un moyen pertinent pour améliorer l'accès aux services énergétiques d'un territoire.

Cependant elle ne doit en aucun cas être réalisée par le biais du développement du recours aux sources d'énergies fossiles. En effet, les travaux recensant les impacts environnementaux désastreux induits par l'utilisation de sources d'énergie conventionnelle ne manquent pas, le lien entre ces sources d'énergie et l'augmentation de la pollution n'est plus à prouver³².

Ainsi, il faudrait que cette décentralisation soit permise par le déploiement des énergies renouvelables, qui semblent être la solution la plus appropriée pour développer l'accès à l'énergie dans les zones isolées. En effet, un raccordement de ces territoires au réseau électrique national n'est pas envisageable, et ce pour des raisons techniques et financières (les distances à câbler sont énormes, ce qui induirait des coûts élevés et d'importantes pertes d'énergie).

Dans un tel contexte, il convient de se poser la question suivante : "Quelle source d'énergie renouvelable est la plus appropriée pour répondre à une logique de décentralisation de la production d'électricité ?"

Afin de répondre à cette interrogation, nous allons étudier les caractéristiques propres au développement de :

- L'énergie hydraulique
- L'énergie éolienne
- L'énergie solaire

Notre travail ne portera pas sur l'étude d'un possible développement du recours à la géothermie en raison de l'incompatibilité de cette dernière avec une décentralisation de la production.

³² Voir le travaux de Claude Ronneau *Energies, pollution de l'air et développement durable*.

Avant de présenter ces différentes solutions, il est important de prendre en considération la spécificité du marché électrique au Costa Rica : la production électrique du pays est sujette à un monopole national géré par l'institut d'électricité costaricien³³ et la revente d'électricité est interdite.

1) L'énergie hydraulique

L'hydroélectricité est un secteur déjà très développé au Costa Rica et représentait jusqu'en 1989 l'unique source énergétique du pays³⁴. Aujourd'hui, l'hydroélectricité fournit toujours plus de 70 % de la production brute d'énergie au Costa Rica (Annexe 2.1). Cette part importante s'explique par la construction en 2010 du projet hydroélectrique le plus important d'Amérique centrale. D'une capacité de 305 Mégawatts, la centrale hydroélectrique de *Reventazón* assure l'approvisionnement électrique d'un demi-million de foyers, soit 40 % du pays³⁵.

Cependant, si le développement des infrastructures hydroélectriques semble être pertinent pour diversifier la matrice énergétique d'un pays, cette solution est difficilement envisageable pour approvisionner des foyers situés en milieux isolés. En effet, malgré le recours à l'installation de micro centrales dites "au fil de l'eau"³⁶, ces dernières restent relativement coûteuses et nécessitent au préalable la réalisation d'études précises.

De plus, les projets hydroélectriques induisent d'importantes conséquences environnementales et leur déploiement est fortement critiqué au Costa Rica en raison de leurs impacts sur les populations indigènes.

³³ Le bassin des caraïbes : Costa Rica, République Dominicaine et Jamaïque, Examens de l'OCDE des politiques de l'investissement. 2004.

³⁴ Fondation énergies pour le monde, Accès aux services de l'électricité

³⁵ Departamento de Infraestructura y Energía del BID, Infraestructura para el desarrollo Volumen 2, no. 3. p16

³⁶ Les micro-centrales dites "au fil de l'eau" utilisent les chutes d'eau naturelles et nécessitent des aménagements très simples en comparaison de ceux nécessaires à l'implantation d'une centrale hydroélectrique.

Figure n°4 : atouts et limites de l'installation de micro-centrales hydroélectriques³⁷ :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Fiabilité technique - Longue durée de vie des équipements - Puissance disponible 24/24 - Faibles coûts d'exploitation - Parfaitement adapté au développement d'activités économiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité de données précises sur le débit et la hauteur de la chute - Travaux de génie civil nécessaires - Baisse de puissance en fin de saison sèche - Maintenance nécessaire - Coût élevé à l'investissement

2) L'énergie éolienne

L'énergie éolienne offre une alternative énergétique intéressante et représente déjà plus de 20 % de l'énergie produite au Costa Rica³⁸. Cependant, le pays ne présente pas un potentiel particulièrement intéressant en la matière et les zones propices à l'installation d'éoliennes sont peu nombreuses et saturées (Annexe 2.2).

De plus, bien que le déploiement d'éoliennes soit envisageable pour l'électrification rurale d'habitats isolés, l'investissement nécessaire à ce type de projets est relativement coûteux et requiert une maintenance régulière, ce qui réduit les possibilités d'utilisation pour l'électrification rurale.

Voici le témoignage de *Jacky Bauley*, responsable de l'équipe directive de l'ONG *Blue Energy* (cette ONG française œuvre pour l'électrification des zones rurales au Nicaragua par le biais du développement des énergies renouvelables):

"J'ai intégré l'équipe Blue Energy pour ma connaissance de l'énergie éolienne. Nous en avons installé plusieurs pour alimenter des villages enclavés au Nicaragua. Mais aujourd'hui, nous avons renoncé au tout éolien. Les vents n'étaient pas assez forts,

³⁷ ESCUDIE Virginie, *L'accès à l'énergie photovoltaïque dans les microprojets d'aide au développement. Pertinence, exigences et alternatives*. Evaluation et capitalisation de microprojets. Décembre 2014.

³⁸ Centro Nacional de Control de Energía, Gráficas Mensuales – Sistema Eléctrico Nacional, Enero 2019

la salinité de l'air accélérât la corrosion des pales et du fait de notre situation enclavée, l'approvisionnement en pièces détachées était très coûteux. Les besoins de maintenance étaient trop lourds et les efforts des bailleurs en la matière trop réduits. Nous avons opté pour des systèmes photovoltaïques et nous avons considérablement réduit les besoins de maintenance"³⁹.

En résumé, si le développement de projets éoliens semble pertinent pour électrifier des territoires isolés de par le peu de travaux et les faibles études préalable qu'ils nécessitent, ce n'est pas l'énergie la plus appropriée. Ainsi, comme pour l'énergie hydraulique, cette solution est plus adaptée à la diversification du mix énergétique d'un pays, ou bien à l'électrification d'un village. En effet, le déploiement d'éoliennes sous-entend une maintenance importante et semble plus pertinent dans le cas de projets importants, ou les éoliennes sont installées les unes à côté des autres.

Figure n°5 : avantages et inconvénients de l'énergie éolienne⁴⁰:

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Facilité d'accès dans les zones enclavées - Energie propre et silencieuse - Technique fiable - Maintenance légère sur les petites installations 	<ul style="list-style-type: none"> - Etudes préalables des vents nécessaires - Nécessite des vents forts et réguliers - Stockage nécessaire (sauf pompage) - Maintenance régulière nécessaire - Sensible aux vents de sable et à la salinité de l'air - Usages contraints

³⁹ Témoignage issu du rapport de Escudié Virginie, *L'accès à l'énergie photovoltaïque dans les microprojets d'aide au développement. Pertinence, exigences et alternatives*. Evaluation et capitalisation de microprojets. Décembre 2014.

⁴⁰ *Ibid*

3) L'énergie solaire

a) Un potentiel inexploité

Au contraire de l'éolien et l'hydraulique, l'énergie solaire n'est que très peu développée au Costa Rica. En effet, la production d'énergie solaire ne représente que 0.34 % de la production électrique totale du pays, soit environ 27 Mégawatt⁴¹.

Malgré cela, le pays semble bénéficier de conditions propices au déploiement de projets photovoltaïques. En effet, le Costa Rica bénéficie d'un climat tropical et d'un ensoleillement annuel très élevé.

Carte n°2 : Rayonnement solaire annuel moyen Costa Rica⁴²

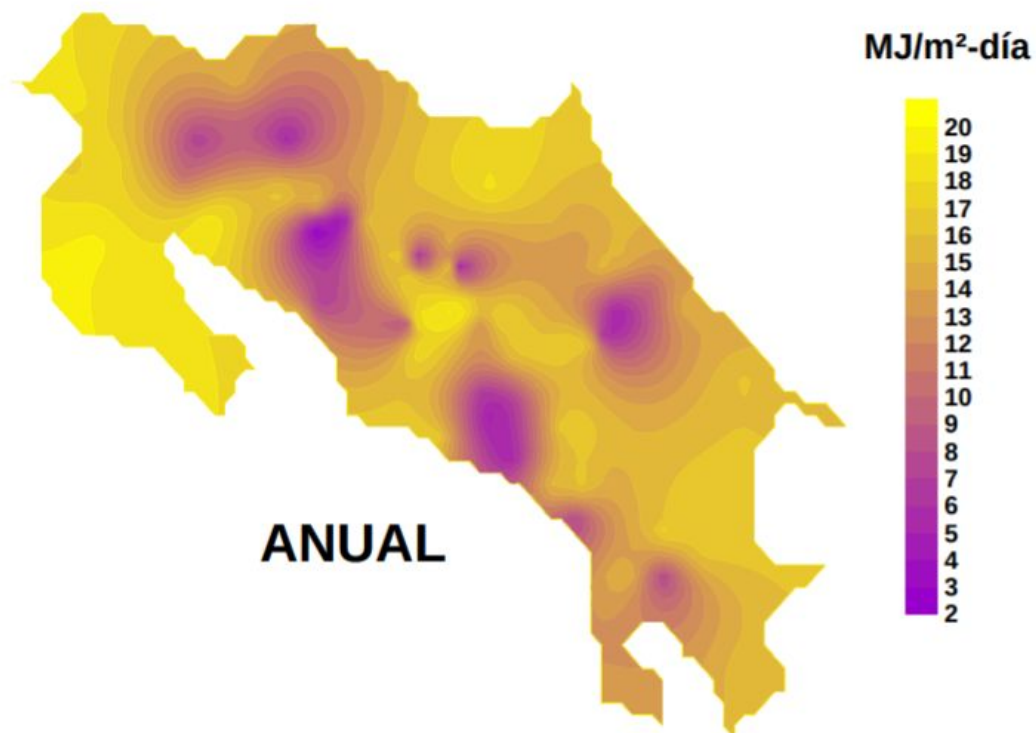


Figura 21 Radiación solar global diaria media anual.

⁴¹ Jan Borchgrevink, présentation pour le forum de la biomasse et de l'énergie solaire au Costa Rica, 9 avril 2019.

⁴² GILMORE WRIGHT Jaime, *Estudio del potencial solar en Costa Rica*. Instituto Costarricense de Electricidad. Novembre 2006

Comme en témoigne la carte des radiations solaires au Costa Rica, la majorité du pays jouit d'un ensoleillement très élevé. En effet, son niveau moyen est de 1800 kWh/m², contre 1300 kWh/m² pour la France⁴³.

Comment expliquer que l'énergie solaire soit si peu développée dans un pays présentant de telles caractéristiques ?

Plusieurs raisons permettent d'expliquer ce retard:

Comme nous l'avons expliqué précédemment, la production électrique du pays est sujette à un monopole national géré par l'institut d'électricité costaricien⁴⁴.

La majorité de la capacité installée au Costa Rica a été réalisée entre 2011 et 2015, quand l'ICE a mis en place un plan pilote destiné à diversifier le mix énergétique du pays et à développer l'utilisation de l'énergie photovoltaïque. Ce plan pilote a permis la construction de la centrale solaire *Miravalles*, d'une capacité d'un Mégawatt⁴⁵. Cette centrale est la plus importante d'Amérique centrale.

b) Le photovoltaïque et l'électrification de sites isolés

Au vu de la législation énergétique interdisant la revente l'électricité, le développement de projets solaires ne semble pas pertinent pour diversifier le mix énergétique du pays. Cependant, en matière d'électrification rurale et d'amélioration de l'accès à l'énergie, l'énergie photovoltaïque présente de nombreux avantages :

- L'argument financier : l'accès à l'énergie solaire est aujourd'hui facilité en raison des baisses de prix. En effet, le coût moyen de l'énergie photovoltaïque a baissé de plus de 75 % entre 2000 et 2010⁴⁶, ce qui en fait une énergie très bon marché.

⁴³ Outils solaires, énergie solaire et ensoleillement

⁴⁴ Le bassin des caraïbes : Costa Rica, République Dominicaine et Jamaïque, Examens de l'OCDE des politiques de l'investissement. 2004. *op cit*

⁴⁵ Jan Borchgrevink, présentation pour le forum de la biomasse et de l'énergie solaire au Costa Rica, 9 avril 2019. *op cit*

⁴⁶ Escudé Virginie, *L'accès à l'énergie photovoltaïque dans les microprojets d'aide au développement. Pertinence, exigences et alternatives*. Evaluation et capitalisation de microprojets. Décembre 2014. *op cit*

- Une ressource inépuisable : La majorité des pays en développement présentent des taux d'ensoleillement très élevés, y compris dans les zones les plus isolées.
- Une technologie simple : le secteur du photovoltaïque a connu d'importantes avancées techniques depuis le début des années 2000. En raison de la simplicité de sa mise en œuvre et de la robustesse des installations, les contraintes que présentent un petit système solaire sont minimales. De plus la durée de vie d'une installation solaire dépasse les 30 ans d'utilisation⁴⁷, garantissant ainsi l'amortissement de l'investissement nécessaire.

Figure n°6 : Atouts et faiblesses d'un système photovoltaïque à usage individuel et social. Source: Fondation Energies pour le Monde

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Fiabilité technique - Facilité d'exploitation et d'entretien - Facilité d'accès dans les zones enclavées - Pas de bruit - Faible coût d'exploitation et de maintenance - Très faible maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible puissance unitaire : limitation en puissance, inadapté aux activités économiques de puissance - Maîtrise de la consommation nécessaire - Entretien simple régulier nécessaire

En résumé, le déploiement de projets solaires semble tout à fait pertinent pour des petits projets d'électrification en sites isolés. De par sa simplicité technique et la simplicité des installations (Annexe 2.3), l'énergie photovoltaïque est une solution appréciée pour répondre aux besoins énergétiques fondamentaux (éclairage, cuisson, utilisation d'appareils électroniques).

⁴⁷ Sous condition d'entretien

C. Choix du projet

Après avoir mis en évidence le problème d’approvisionnement énergétique en milieux isolés au Costa Rica, le travail réalisé dans la deuxième partie confirme notre choix de projet. Le déploiement des énergies renouvelables répond de manière pertinente aux besoins d’électrification rurale, particulièrement dans le cas de sites isolés.

En effet, au vu des caractéristiques techniques propres au développement d’installations énergétiques, l’installation de panneaux photovoltaïques correspond tout à fait aux besoins énergétiques en milieux isolés.

Au vu des problèmes d’approvisionnement électrique qui touchent le secteur éducatif au Costa Rica (voir partie 1.....), notre choix de projet s’est orienté vers l’électrification d’un centre éducatif rural, par le biais de l’installation de panneaux photovoltaïques.

Bien qu’il n’existe aucun document officiel recensant le nombre de lycées qui ne bénéficient pas d’un accès à l’électricité, notre rencontre avec la directrice de l’association ALTENER (qui développe des projets d’électrification au Costa Rica) nous a permis d’identifier un de ces lycées.

Partie III. Projet

A. Présentation générale du projet

1) Justification du projet

Le projet vise à électrifier un lycée rural costaricien par le biais de l'installation de panneaux photovoltaïques montés sur batteries.

Situé au Costa Rica dans la province de *Limón*, plus précisément dans le district *Chirripo de Turrialba*⁴⁸, le lycée rural *Shikabali* assure l'éducation de 136 élèves appartenant à la communauté indigène *Cabecar*. Ce centre éducatif rural a été créé en 2016 dans le but de réduire la brèche éducative qui touche les communautés indigènes au Costa Rica.

En raison du dispersement géographique des familles, 36 élèves doivent marcher entre 2 et 3 heures pour atteindre le centre éducatif⁴⁹. Cet éloignement a causé de nombreux désistements durant la première année d'activité du lycée.

Pour répondre à cela, le directeur du centre éducatif a mis en place un programme permettant d'accueillir certains élèves durant la nuit en semaine. Ces élèves sont donc logés et nourris au sein du lycée durant la semaine.

En plus d'assurer l'accueil de ces élèves durant la nuit, l'équipe enseignante du lycée assure la demi-pension de 136 élèves.

Cependant, le lycée *Shikabali* doit faire face à d'importants manques de moyens qui compromettent le bon fonctionnement de la structure.

En effet, du fait de sa localisation, le lycée n'est pas raccordé au réseau électrique national. Le manque d'approvisionnement électrique compromet l'accueil des étudiants durant la nuit, la confection des repas (en raison des problèmes de conservation de la nourriture) ainsi que la qualité des enseignements offerts (impossibilité d'utiliser des ordinateurs, un vidéoprojecteur etc...). Ces différents

⁴⁸ Le district de Chirripo de Turrialba est celui qui présente le taux d'électrification le plus bas du Costa Rica : 67.69 %

⁴⁹ Ces informations ont été réunies durant notre entretien avec Jorge Calderón Salguero, directeur du lycée rural Shikabali.

problèmes ont été soulevés par le directeur du centre éducatif durant notre première rencontre.

2) Bénéficiaires

Le lycée rural *Shibakali* est situé au Costa Rica dans la province de Limon, plus précisément dans la région du *Chirripo*. Celle-ci concentre la plus importante communauté indigène en même temps qu'elle est l'une des plus pauvres du pays. L'ethnie *Cabecar* représente la communauté la plus importante du Costa Rica et sa population est principalement localisée dans la province de Limon, plus précisément dans les hauteurs de la cordillère de *Talamanca* où ils vivent en petits groupes épars⁵⁰. Cette communauté accorde une importance particulière à la conservation de leur mode de vie traditionnel et de leurs mythes religieux⁵¹. Les *Cabécars* vivent principalement de la culture du café, de la banane, du cacao, ainsi que de la chasse.

Les bénéficiaires directs de ce projet seront l'ensemble des élèves du lycée rural *Shikabali*, ainsi que l'équipe enseignante. Indirectement, la communauté indigène *Cabecar* sera impactée par le projet, et ce en raison de l'amélioration des conditions d'enseignement du lycée.

3) Partenariats engagés

Pour mener à bien le projet, nous avons identifié un certain nombre de partenaires avec lesquels il faudra travailler (voir cartographie des acteurs partenaires du projet annexe 3.7) :

- **ALTENER**. Le projet sera porté par l'association costaricienne ALTENER qui a donné son accord pour se positionner en tant que maître d'œuvre dans sa

⁵⁰ Les Cabécars comptent environ 9000 habitants, qui sont répartis au sein des 7 réserves qui leur ont été attribuées (Nairí-Awari, Chirripó, Alto de Chirripó, Tayni, Telire, Talamanca Cabécar et Ujarrás)

⁵¹ *A la rencontre des Cabécars*, Costa Rica découverte.

réalisation. De plus, l'association s'est engagée à participer financièrement à hauteur de 2000 \$ (Annexe 3.6).

Fondée en 2012, cette association a pour objectif de promouvoir et appuyer le développement de sources énergétiques respectueuses de l'environnement. Ayant réalisé de nombreux projets d'électrification au bénéfice de centres éducatifs, ALTENER semble être le partenaire idéal pour la réalisation de ce projet. En effet, elle a réalisé en 2018 un projet d'installation de panneaux photovoltaïques au bénéfice du centre éducatif rural *Chimirol* au Costa Rica. L'expérience dont bénéficie ce partenaire est essentielle pour la réalisation du projet, et permettra à terme d'en assurer le suivi. De plus, l'association a déjà réalisé plusieurs projets avec l'entreprise Purasol, le partenariat existant possède donc de solides bases.

- ***Purasol Vida Natural.*** L'entreprise Purasol Vida Natural sera chargée de la réalisation des travaux ainsi que de la maintenance. De plus, au travers de son programme social "Ahorro por dos" (Annexe 3.1), l'entreprise s'est engagée à fournir gratuitement les panneaux photovoltaïques nécessaires au projet et à ne pas facturer la main d'œuvre nécessaire à sa réalisation. De par l'expérience dont jouit l'entreprise dans le secteur de l'énergie solaire, ainsi que par la qualité des matériaux qu'elle propose, l'entreprise représente un partenaire de choix pour la réalisation de ce projet.

- ***FAI - Fiscalía de Asuntos Indígenas.*** La FAI appartient au ministère public du Costa Rica et représente le bureau des affaires indigènes. Ce bureau vise à promouvoir le développement économique et social des 24 communautés indigènes du Costa Rica.

L'association ALTENER a déposé auprès du FAI une demande de financement afin de couvrir une partie des coûts du projet. Si cette dernière est refusée, il est prévu de déposer une demande de financement auprès de

l'Institut Costaricien d'Électricité. Cependant, au vu de la complexité des procédures auprès de l'ICE, notre premier choix s'est porté sur la FAI.

- **Jorge Calderón Salguero.** *Jorge Calderón Salguero* est le directeur du lycée rural *Shikabali*. Dans le cadre de ce projet, il est le représentant du lycée et sera formé à l'entretien et la maintenance et désigné responsable du système solaire⁵².

- **MEP - Ministerio de Educación Pública.** Le lycée rural *Shikabali* est un lycée public, donc géré par le ministère d'éducation publique du Costa Rica. Afin de garantir la réalisation du projet dans les meilleures conditions possibles, le directeur du lycée s'est chargé d'informer le ministère de la réalisation de ce projet. Le lycée étant régi par la direction régionale de l'éducation de *Limon*, la directrice *Iria Calderón Campos* sera prévenue de la réalisation du projet.

- **Municipalité de Turrialba.** Le directeur du lycée *Shikabali* et le chargé de projet de l'association ALTENER doivent contacter la municipalité de la ville de *Turrialba* (Agglomération la plus proche du lycée) afin d'obtenir les autorisations nécessaires à la réalisation d'un événement au bénéfice du lycée rural *Shikabali*.

4) Cadre institutionnel

Le projet s'inscrit dans un cadre de programmes internationaux, nationaux et régionaux.

⁵² Pour la réussite à long terme d'un projet d'électrification, il est important de nommer un "responsable" du système solaire qui sera chargé de l'entretien.

a) Inscription de l'action dans le contexte international

L'action prévue dans le cadre de la réalisation de ce projet s'inscrit en accord avec plusieurs des objectifs de développement durable définis par les Nations Unies dans le cadre de son programme pour le développement :

- L'objectif numéro 7 : Garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable⁵³. En électrifiant un centre éducatif voué à fournir une éducation de qualité à des jeunes issus d'une communauté indigène, le projet s'inscrit en réponse à l'objectif 7b : "D'ici à 2030, développer les infrastructures et améliorer les technologies afin d'approvisionner en services énergétiques modernes et durables tous les habitants des pays en développement, en particulier des pays les moins avancés, des petits États insulaires en développement et des pays en développement sans littoral, dans le respect des programmes d'aide qui les concernent".

Le projet s'inscrit aussi en accord avec l'objectif 7.1 : "D'ici à 2030, garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables et modernes, à un coût abordable".

- L'objectif numéro 13 : Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions⁵⁴. Au travers d'une journée de sensibilisation des élèves du lycée aux enjeux représentés par le changement climatique, le projet s'inscrit en accord avec l'objectif 13.3 : "Améliorer l'éducation, la sensibilisation et les capacités individuelles et institutionnelles en ce qui concerne l'adaptation aux changements climatiques, l'atténuation de leurs effets et la réduction de leur impact et les systèmes d'alerte rapide".

⁵³ PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR LE DÉVELOPPEMENT (PNUD), « Objectifs de Développement Durable », Site officiel.

⁵⁴ *Ibid*

- L'objectif numéro 4 : Assurer l'accès de tous à une éducation de qualité, basée sur l'égalité, et promouvoir les possibilités d'apprentissage tout au long de la vie⁵⁵. En permettant au lycée Shikabali de dispenser des enseignements dans les meilleures conditions possibles, le projet s'intègre dans l'objectif 4.5 : "assurer l'égalité d'accès des personnes vulnérables, y compris les personnes handicapées, les autochtones et les enfants en situation vulnérable, à tous les niveaux d'enseignement et de formation professionnelle".

b) Inscription de l'action dans le contexte national

Au niveau national, le projet s'inscrit dans les plans gouvernementaux suivants :

- Le plan d'expansion de la génération électrique pour la période 2016 - 2035.
⁵⁶ En effet, l'action prévue dans le cadre du projet s'inscrit en accord avec les objectifs de développement de l'énergie solaire et d'amélioration du taux de couverture électrique.
- le Plan National de Décarbonisation⁵⁷ pour la période 2018 - 2050, dont l'objectif central est que le Costa Rica ait une matrice énergétique 100 % renouvelable. Le plan est structuré en 10 axes, dont un est dédié à la consolidation du système électrique national et à l'utilisation des sources d'énergies renouvelables.

c) Insertion de l'action dans le contexte régional

Au niveau régional, le projet s'inscrit dans un cadre de programmes régionaux :

⁵⁵ *Ibid*

⁵⁶ INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD, "Plan de expansión de la generación eléctrica 2016 - 2035". Mai 2017.

⁵⁷ GOBIERNO DE COSTA RICA, Plan de descarbonización 2018 - 2050

- Le plan de développement rural 2016 - 2021 de la province de *Limon*. Ce document analyse les faiblesses territoriales et soulève le manque d'accès aux services publics tel que l'électricité au sein des communautés indigènes⁵⁸.
- le plan de développement du territoire rural *Turrialba-Jimenez* 2015-2020. Ce plan met en évidence la mauvaise qualité des infrastructures éducatives ainsi que la faible couverture des services éducatifs sur le territoire. Cependant, le plan d'investissement ne prévoit pas de projet ayant pour objectifs l'amélioration de la qualité des infrastructures éducatives.

Ainsi, le projet d'électrification du lycée rural *Turrialba* vient compléter l'action prévue dans le cadre de ce plan de développement.

⁵⁸ CONSEJO DE DESARROLLO RURAL TERRITORIAL (CDTR) Limon-Matina, *Plan de desarrollo rural territorial periodo 2016 - 2021*

B. Méthodologie et stratégie pour mener à bien le projet

1) Objectifs généraux

Les objectifs généraux sont les suivants :

- Améliorer l'accès à l'électricité en territoires indigènes
- Améliorer le taux d'électrification des centres éducatifs ruraux
- Sensibiliser aux enjeux climatiques et environnementaux

2) Objectif spécifique

Réaliser une installation solaire photovoltaïque de 12 panneaux de 325W (avec batteries, régulateur de charge et onduleur) sur le toit du lycée rural *Shikabali* au Costa Rica et sensibiliser les bénéficiaires aux problématiques environnementales.

3) Activités, résultats et stratégies de mise en œuvre

a) Avant projet

Dans le cadre d'un projet d'électrification, une étape préalable est nécessaire au montage du projet : l'étude des besoins énergétiques de la structure à électrifier et des données météorologiques. En effet, cette étude est indispensable au dimensionnement du système solaire à installer, afin que ce dernier réponde au mieux aux besoins des bénéficiaires.

La première étape consiste donc à définir les besoins énergétiques de la structure. Cette étude nous a permis de dimensionner le système solaire à installer, qui comportera 12 panneaux photovoltaïques de 325W. (Annexe 3.2)

Les besoins énergétiques du lycée *Shikabali* ont été mis en évidence suite à un entretien réalisé entre le directeur *Jorge Calderón*, la coordinatrice de projets de l'association ALTENER et moi-même.

Ensuite, afin de s'assurer que le dimensionnement du système solaire proposé fournisse une quantité d'énergie suffisante, il faut réaliser une étude du rendement photovoltaïque grâce au site internet "Solargis⁵⁹". Cette étude regroupe les différentes données climatiques du territoire et propose une estimation de la production énergétique en fonction du système installée. (Annexe 3.3).

Cette étude a permis de confirmer l'hypothèse selon laquelle un système solaire composé de 12 panneaux photovoltaïques de 325W permettra de répondre aux besoins énergétiques de la structure.

b) Activités et résultats

La réalisation du projet sera découpée en 5 étapes :

- **Activité n°1** : Réunion entre ALTENER et le directeur du lycée Shikabali

La première activité de ce projet sera la réalisation d'une réunion entre le chargé du projet de l'association ALTENER, et le directeur du lycée *Shikabali*.

Durant la réunion, les différents acteurs vont préparer un événement destiné à donner de la visibilité au projet et récolter des fonds afin de rembourser l'investissement réalisé pour le projet⁶⁰. Cet événement sera réalisée dans le parc de la ville de *Turrialba*. Durant cette journée, les élèves présenteront le lycée *Shikabali*, puis réaliseront un spectacle. Un service de restauration sera proposé, au bénéfice du lycée.

Durant l'après-midi, l'association ALTENER réalisera un atelier dans le but de sensibiliser le public aux question relatives à l'accès à l'énergie.

L'événement sera réalisé une fois le projet terminé.

⁵⁹ Solargis est la référence en matière d'étude des conditions météorologiques propres à l'installation d'un projet photovoltaïque.

⁶⁰ Cet événement est destiné à récolter des fonds afin de rembourser une partie de la participation financière réalisée par le lycée Shikabali (520,56 €)

Résultat : L'événement est organisé et une date est prévue.

- **Activité n°2** : Réunion entre ALTENER et Purasol

Le chargé de projet de l'association ALTENER organisera une réunion avec le chef des installations de l'entreprise Purasol. Cette réunion permettra d'organiser le suivi du projet une fois ce dernier arrivé à terme.

Résultat : La coordination des deux acteurs est assurée et le suivi du projet est planifié.

- **Activité n°3** : Installation du système solaire

L'installation du système solaire représente l'activité principale du projet. Cette installation sera découpée en trois étapes:

- La première, consiste à poser les structures en aluminium destinées à soutenir les panneaux photovoltaïques. Ces structures doivent être dimensionnées en fonction de la taille des panneaux, et fixées directement sur le toit du lycée.
- Dans un deuxième temps, les différentes composantes du système solaire devront être installées. Les panneaux photovoltaïques seront fixés sur les structures préalablement installées. L'onduleur (destiné à transformer l'énergie produite par les panneaux, voir annexe 2.2) sera lui aussi fixé sur ces structures. Enfin, les batteries seront installées à l'intérieur du lycée, avec le contrôleur de charge.
- La dernière étape consiste à connecter le système par le biais des câbles électriques prévus à cet effet. Dès lors que cette étape est terminée, le système solaire commence à produire de l'électricité.

Résultat : Le lycée *Shikabali* bénéficie d'un approvisionnement électrique. Cet approvisionnement permet l'utilisation de 15 ordinateurs, un réfrigérateur pour assurer les repas, l'illumination de 5 lampes le soir, ainsi que l'utilisation d'un équipement audio pour les cours d'éducation civique et d'un vidéoprojecteur.

- **Activité n°4** : Formation à l'utilisation et à l'entretien

Afin d'assurer une utilisation appropriée du système solaire par les bénéficiaires, le responsable (le directeur du lycée, *Jorge Calderón*) doit être formé à l'entretien :

- comment nettoyer les panneaux photovoltaïques
- comment ré-alimenter les batteries avec de l'eau distillée

Au vu de la simplicité et de la rapidité de cette formation à l'entretien, cette dernière sera réalisée dès la mise en marche du système solaire durant le dernier jour d'installation et sera dispensée par le chef des installations. Ce dernier laissera un manuel reprenant l'intégralité des informations nécessaires au directeur du lycée, afin que ce dernier ait un support garantissant l'entretien du système solaire.

Résultat : Le responsable du système solaire est formé à la bonne utilisation et à l'entretien de ce dernier. La durabilité du système solaire est assurée.

- **Activité n°5** : Sensibilisation aux enjeux climatiques et environnementaux

Une fois l'installation et la formation à l'entretien terminées, un atelier de sensibilisation aux problématiques environnementales sera mis en place afin de sensibiliser les 136 élèves du lycée. Cet atelier sera dispensé par un membre bénévole de l'association ALTENER et sera réalisé sur une journée. De plus, cet atelier permettra de présenter l'installation réalisée aux élèves du lycée.

La première partie de cet atelier se concentrera sur une présentation des enjeux représentés par le changement climatique. Le bénévole de l'association présentera

une vidéo aux élèves, puis un débat sera proposé afin de favoriser la participation de ces derniers.

La deuxième partie proposera une réflexion autour des dommages environnementaux engendrés par la production énergétique et se terminera par une présentation du système solaire installé ainsi que de son fonctionnement.

Résultat : Les élèves du lycée *Shikabali* sont sensibilisés aux enjeux environnementaux et climatiques.

4) Hypothèses

La bonne réalisation des activités dépendra des hypothèses suivantes :

- Activité n°1 : La mairie de la ville de *Turrialba* accepte que le lycée réalise un événement dans le parc de la ville.
- Activité n°2 : Les solutions proposées quant au suivi du projet sont cohérentes et pertinentes.
- Activité n°3 : Les conditions météorologiques permettent de réaliser l'installation dans les temps.
- Activité n°4 : Le directeur du lycée *Shikabali* accepte d'être responsable de l'installation solaire et d'être formé à son utilisation et entretien.
- Activité n°5 : Les élèves du lycée participent à la journée de sensibilisation.

5) Calendrier prévisionnel

novembre 2019										
	07/11/19	08/11/19	week-end	11/11/19	12/11/19	13/11/19	14/11/19	15/11/19	week-end	18/11/19
Activité n°1 : Réunion ALTENER / Lycée Shikabali										
Activité n°2 : Réunion ALTENER / Purasol										
Activité n°3 : Installation du système solaire										
- Installation des structures en aluminium										
- Installation du système solaire										
- Connection du système										
Activité n°4 : Formation à l'utilisation et l'entretien										
Activité n°5 : Atelier sensibilisation environnementale										

Explication du calendrier :

- Les activités n°1 et 2 seront réalisées avant le week end, afin de laisser le temps à l'écriture des comptes rendus de réunions avant de commencer l'installation du système solaire.
- L'activité n°3 (installation du système solaire) devrait en théorie durer 4 jours car la connection du système solaire (activité 3.3) se réalise généralement dès la fin de l'installation. Cependant, nous avons préféré planifier cette dernière durant une cinquième journée afin que l'activité suivante (formation du responsable à l'utilisation et l'entretien du système solaire) soit réalisée immédiatement après.
- L'activité n°5 est prévue à la suite de l'installation (en début de la semaine suivante) afin de présenter le système solaire aux élèves du lycée et les sensibiliser aux problématiques environnementales. Cette activité étant déjà préparée par le bénévole de l'association ALTENER, il semble plus judicieux de la réaliser directement à la suite des activités précédentes. Cette activité clôturera le projet.

C. Moyens de mise en oeuvre et suivi du projet

1) Matériel et moyens humains

a) Moyens matériels

L'évaluation des besoins énergétiques ainsi que l'étude du potentiel photovoltaïque du lycée *Shikabali* nous ont permis de mettre en évidence la nécessité de se procurer le matériel suivant :

- 12 panneaux photovoltaïques 325 W
- 8 batteries
- 1 onduleur autonome 3000 W
- 1 régulateur de charge adapté à un banc de 8 batteries
- 12 structures en aluminium
- Câblage et connectiques

L'intégralité du matériel nécessaire à la réalisation du projet sera commandé auprès de l'entreprise Purasol.

b) Moyens humains

Pour la réalisation des travaux, l'intégralité des moyens humains sera fournie par l'entreprise Purasol. Ceci ne sera pas détaillé, car le coût est inclu dans le devis réalisé auprès de Purasol (Annexe 3.4)

Pour la recherche de financement et le lancement du projet, il est prévu qu'un bénévole de l'association ALTENER travaille 65 heures.

Pour l'atelier de sensibilisation, il est prévu que ce bénévole travaille 15 heures (5 heures de préparation et 10 heures pour la journée atelier).

2) Méthodologie de suivi-évaluation du projet

a) Evaluation du projet

La méthode suivante permettra d'évaluer si les résultats produits par les activités correspondent à ceux attendus. Les indicateurs permettant cette vérification sont les suivantes :

- Indicateur de l'activité n°1 : Les solutions proposées pour l'organisation de l'événement sont pertinentes. Source : compte rendu de réunion, programme de l'événement.
- Indicateur de l'activité n°2 : Les deux acteurs sont présents. Source : compte rendu de réunion, planification du suivi du projet.
- Indicateur de l'activité n°3 : L'installation photovoltaïque produit une quantité d'électricité suffisante. Source : le logiciel intégré au système solaire transmet en temps réel les données relatives à la production.
- Indicateur de l'activité n°4 : Le directeur du lycée *Shikabali* participe à la formation. Source : Document certifiant que le responsable du système solaire est formé à son utilisation et à son entretien.
- Indicateur de l'activité n°5 : Le nombre d'élèves présents lors de cette journée de sensibilisation dépasse 75 % du total d'inscrits. Source : liste de présence.

b) Suivi du projet

Une fois le projet arrivé à terme, le chargé de projet de l'association ALTENER est tenu de s'assurer du suivi du projet. Pour cela, il dispose de plusieurs outils :

- Le logiciel intégré au système solaire. Ce logiciel récolte toutes les données relatives à la production électrique des panneaux photovoltaïques et au chargement et déchargement des batteries. Le suivi de ces données permettra de vérifier que l'installation continue à fonctionner de manière optimale.
- Durant les visites annuelles de maintenance, l'entreprise Purasol est tenue de réaliser un compte rendu et de le transmettre à l'association ALTENER. Ce compte rendu permettra de s'assurer que les bénéficiaires accordent une importance particulière à l'entretien du système solaire.

3) Pérennité du projet

Nous avons identifié plusieurs éléments qui assurent la pérennité du projet :

- Premièrement, nous avons porté une attention particulière à la qualité du matériel choisi. Dans de nombreux cas de projets d'électrification, la recherche des matériaux les moins onéreux compromet la durabilité du projet. En effet la réussite, et particulièrement la durabilité d'un projet d'électrification sont étroitement impactés par la qualité du matériel utilisé.

“La vulgarisation des technologies solaires s'est traduite par l'arrivée massive sur le marché de produits très bas de gamme [...]. Pour des consommateurs non avertis il est extrêmement difficile de faire la distinction.”

Les panneaux photovoltaïques que nous avons choisis ont une durée de vie supérieure à 25 ans et sont garantis 10 ans, les batteries ont une durée de vie estimée entre 6 et 10 ans⁶¹ et sont garanties 2 ans, l'onduleur et le régulateur de charge tous deux une durée de vie moyenne supérieure à 15 ans.

- Le fait de désigner un responsable du système solaire est un point indispensable à sa bonne utilisation. Dans de nombreux projets d'électrification au sein desquels un responsable n'a pas été clairement désigné au préalable, l'entretien du système a tendance à passer en second plan. La formation du responsable à l'utilisation et à l'entretien du système solaire garantit ainsi une bonne utilisation de ce dernier, améliorant sa durée de vie. Dans le cas de notre projet, en plus d'avoir désigné et formé un responsable, il est prévu qu'il se voit remettre un manuel d'utilisation et d'entretien rappelant toutes les procédures d'entretien.
- La pérennité du projet est assurée par la planification de visites annuelles de maintenance (la première sera effectuée 6 mois après que le système ait été installé, puis les suivantes seront réalisées une fois par ans). En effet, le budget du projet prévoit ces visites pendant cinq ans. La majorité des projets

⁶¹ Cette durée de vie dépend de l'utilisation. Dans notre cas, étant utilisées uniquement du lundi au vendredi, la durée de vie des batteries est estimée à plus de 8 ans.

d'électrification n'incluent pas la maintenance en raison des coûts supplémentaires engendrés par ces visites. Cependant, elles font partie intégrante du projet. En effet sans maintenance, la pérennité du projet est fortement fragilisée. Bien que les exigences au sujet de la maintenance d'un petit système solaire soient relativement modestes, elles permettent d'allonger la durée de vie de l'installation. De plus, le logiciel intégré dans l'onduleur du système solaire collecte les données relatives à la production électrique. Ces données seront consultables par l'association ALTENER par le biais d'une application gratuite à télécharger.

- La qualité du partenariat local semble avoir une forte influence sur la pérennité d'un projet d'électrification⁶². Dans le cas de notre projet, le partenaire (l'association ALTENER) a été rigoureusement choisi en raison de son expérience dans le montage de projets similaires. En effet, l'association a monté de nombreux projets d'électrification via l'énergie photovoltaïques au Costa Rica et l'expérience dont elle jouit sera bénéfique au projet.
- Le dernier facteur attaché à la pérennité du projet est représenté par la responsabilisation des bénéficiaires. En effet, le don est un modèle qui a pour effet de limiter les effets d'un projet. Pour pallier à cela, nous avons demandé à la structure bénéficiaire de participer financièrement au projet. Après avoir discuté de ce point avec *Jorge Calderón*, le directeur du lycée, ce dernier a proposé de participer à hauteur de 520.56 dollars.

Ces différents points garantiront la pérennité du projet. Dans le rapport "L'accès à l'énergie photovoltaïque dans les microprojets d'aide au développement. Pertinence, exigences et alternatives.", l'Agence Micro Projets a mis en évidence un certain nombre de caractéristiques susceptibles d'impacter la pérennité d'un projet d'électrification photovoltaïque (Annexe 3.5)

⁶² ESCUDIE Virginie, *L'accès à l'énergie photovoltaïque dans les microprojets d'aide au développement. Pertinence, exigences et alternatives*. Evaluation et capitalisation de microprojets. Décembre 2014.

4) Budget prévisionnel

DEPENSES			RECETTES	
Rubrique	Mode de calcul	Montant	Source	Montant
Personnel et prestation de services			Fonds privés : dons	
Salaire ALTENER	6.89 X 80	551.8 €	Purasol	4366.5 €
Prestation Purasol	Forfait	3094 €	ALTENER	1769 €
		<i>Sous-total</i>	Lycée Shikabali	520.56 €
Matériel			Fonds publics	
Panneaux photovoltaïques	Forfait	2599 €	FAI	8397 €
Contrôleur de charge	Forfait	730.5 €		
Onduleur	Forfait	1385.7 €		
Batteries	Forfait	4208 €		
Câbles et connectique	Forfait	1768 €		
		<i>Sous-total</i>		
Autres				
Divers et imprévus	5 % max du budget total			
		<i>Sous-total</i>		
TOTAL		15053.06 €		15053.06 €

Taux de change : 1 € = 1.131 dollars américains (10/06/2019)

Explication du budget

a) Dépenses :

- Salaire ALTENER : Bien que l'association ALTENER participe au financement du projet, cette dernière facture tout de même le coût de sa prestation (Annexe 3.6). La quantité de travail requise a été estimée à 80 heures, facturées chacune à 6.89 € (7.8 \$).

- Prestation Purasol : La prestation de Purasol englobe la main d'oeuvre (2000 \$, soit 1768 €) ainsi que les 5 visites annuelles de maintenance (1500 \$, soit 1326 €).
- Matériel : Les différents coûts relatifs au matériel nécessaire à la réalisation du projet sont détaillés dans le devis réalisé par l'entreprise Purasol (Annexe 3.4).
- Autres : Une marge de 5 % du coût total est prévue. Cette marge est essentielle à la réalisation du projet, en cas de surcoût induit par un retard dans l'installation du système solaire lié aux mauvaises conditions météorologiques.

b) Recettes

- Purasol : Au travers de son partenariat avec l'association ALTENER et au programme "Ahorro por 2", l'entreprise Purasol s'engage à fournir les 12 panneaux photovoltaïques gratuitement. De plus, Purasol propose de ne pas facturer les 2000 dollars de main d'œuvre afin de faire baisser le coût total du projet. Cumulé, cela finance 4940 dollars du projet. (Annexes 3.1 et 3.7)
- ALTENER : L'association ALTENER s'est engagée à financer le projet à hauteur de 1769 € (Annexe 3.6). L'association bénéficie d'une enveloppe annuelle offerte par l'Institut d'Electricité Costaricien destinée aux projets d'électrification au bénéfice du secteur éducatif. ALTENER doit facturer sa prestation car les fonds propres dont elle dispose sont alimentés par les projets qu'elle développe. Le fonds dont elle dispose grâce à l'Institut d'Electricité Costaricien est exclusivement destiné à financer des projets spécifiques et ne peut être utilisé pour rémunérer les employés de l'association.

- Lycée *Shikabali* : Afin de garantir la participation et la responsabilisation de l'institution bénéficiaire, il a été demandé au lycée *Shikabali* de participer au financement du projet à hauteur de 520,56 €. Cet investissement sera partiellement ou totalement remboursée grâce aux bénéfices réalisés durant l'événement organisé à terme du projet (voir activité 1).
- FAI : L'association ALTENER a déposé une demande de subventions auprès de la "*Fiscalía de Asuntos Indigenas*" afin que cette dernière prenne en charge les coûts restant du projet, soit 8397 € (9500 \$).

Conclusion

L'étude réalisée durant la première partie de ce travail a permis de mettre en évidence un certain nombre de territoires au sein desquels l'approvisionnement en électricité est compris. Après avoir réfléchi sur les raisons qui compromettent cet approvisionnement, nous avons vu que la majorité de ces territoires étaient situés dans des zones enclavées, difficiles d'accès, pour lesquelles un raccordement au réseau électrique national était impossible. Au vu des informations récoltées, il convenait de réfléchir à comment modifier les mécanismes qui régissent l'électrification rurale.

Nous avons donc mis en évidence l'importance d'opter pour une logique de décentralisation de la production électrique pour électrifier ces territoires. Cette décentralisation doit être permise via le recours aux énergies renouvelables, et le développement de l'énergie solaire y semble particulièrement adapté.

Le projet proposé, soit l'électrification d'un lycée rural par le biais de l'installation de panneaux photovoltaïques, illustre ainsi la pertinence du recours à l'énergie solaire en matière de décentralisation de la production d'électricité. Il vient répondre aux problèmes de fonctionnement du centre éducatif qui résultent de l'absence d'accès à l'électricité.

Si le projet est couronné d'un succès, il pourrait à court terme inspirer d'autres acteurs susceptibles de s'engager dans la démocratisation de l'accès à l'électricité. Bien que le gouvernement costaricien semble s'être légèrement désarmé de la question de l'amélioration de l'accès à l'électricité, et en particulier en territoire indigènes, cette dernière ne doit pas être mise de côté.

Ainsi, le Costa Rica pourrait devenir dans les prochaines années le premier pays d'Amérique centrale à arborer un taux d'électrification atteignant les 100 %. Combiné à une matrice énergétique prochainement composée uniquement d'énergies renouvelables, le pays tend à s'imposer comme un modèle au de sa politique énergétique, tant au niveau régional qu'au qu'international.

Cependant, le pays semble aujourd'hui faire face à un autre défi attaché à la dimension environnementale : l'augmentation du nombre de voitures. En effet,

depuis 2006, le nombre de nouveaux véhicules en circulation dépasse celui du nombre de nouveaux nés⁶³. Le pays se place ainsi comme l'un des pays latino-américains qui compte le plus de voitures pour 1000 habitants⁶⁴.

Au vu de la pollution environnementale engendrée par l'augmentation du nombre de véhicules, le gouvernement costaricien saura-t-il répondre à temps à ce nouveau défi et mettre en place un cadre législatif et institutionnel susceptible d'encourager l'utilisation de véhicules électriques ?

⁶³ ORTIZ Diego, *Cada año en Costa Rica "nacen" más vehículos que personas*. Ojo al Clima. 16 janvier 2017.

⁶⁴ MARTINEZ Valeria, *Costa Rica es uno de los países latinoamericanos con más vehículos por mil habitantes*. El mundo.cr. 18 novembre 2018.

Références bibliographiques

AUGAREILS Pascal. *Projets d'accès à l'électricité : comment en mesurer les bénéfices ?*. Mondes en développement. 2016/4 (n°176). Pages 77 à 92

BERTHÉLEMY J-C. et BÉGUERIE V, *Electrification décentralisée et développement*, FACTS reports, second semestre 2016. [En ligne], disponible sur : <https://www.institut.veolia.org/fr/nos-publications/la-revue-de-linstitut-facts-reports/electrification-decentralisee-et-developpement>

ESCUDIE Virginie, *L'accès à l'énergie photovoltaïque dans les microprojets d'aide au développement. Pertinence, exigences et alternatives*. Evaluation et capitalisation de microprojets. Décembre 2014.

GILMORE WRIGHT Jaime, *Estudio del potencial solar en Costa Rica*. Instituto Costarricense de Electricidad. Novembre 2006.

MANUEL ROJAS Eugenio, *Estadísticas del subsector eléctrico de los países del sistema de la Integración Centroamericana (SICA)*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2015.

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO, *Acceso a la energía eléctrica, situación en latinoamérica y el Caribe*. 2017.

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO, *Infraestructura para el desarrollo*, Departamento de Infraestructura y Energía del BID, *Volumen 2, no. 3*

FONDATION ENERGIES POUR LE MONDE, *L'électrification grâce aux énergies renouvelables, de réels impacts pour les populations locales*. [En ligne], disponible sur : http://www.fondem.org/wp-content/uploads/2019/02/De-reels-impacts-pour-les-populations-rurales_BD.pdf

MINISTERIO DE EDUCACION PÚBLICA, *Infraestructura y servicios básicos en escuelas y colegios públicos diurnos curso lectivo 2017*. Dirección de Planificación Institucional. Décembre 2017. [En ligne], disponible sur: https://www.mep.go.cr/indicadores_edu/BOLETINES/16_17.pdf

OCDE, *Le bassin des caraïbes : Costa Rica, République Dominicaine et Jamaïque*, Examens de l'OCDE des politiques de l'investissement. 2004.

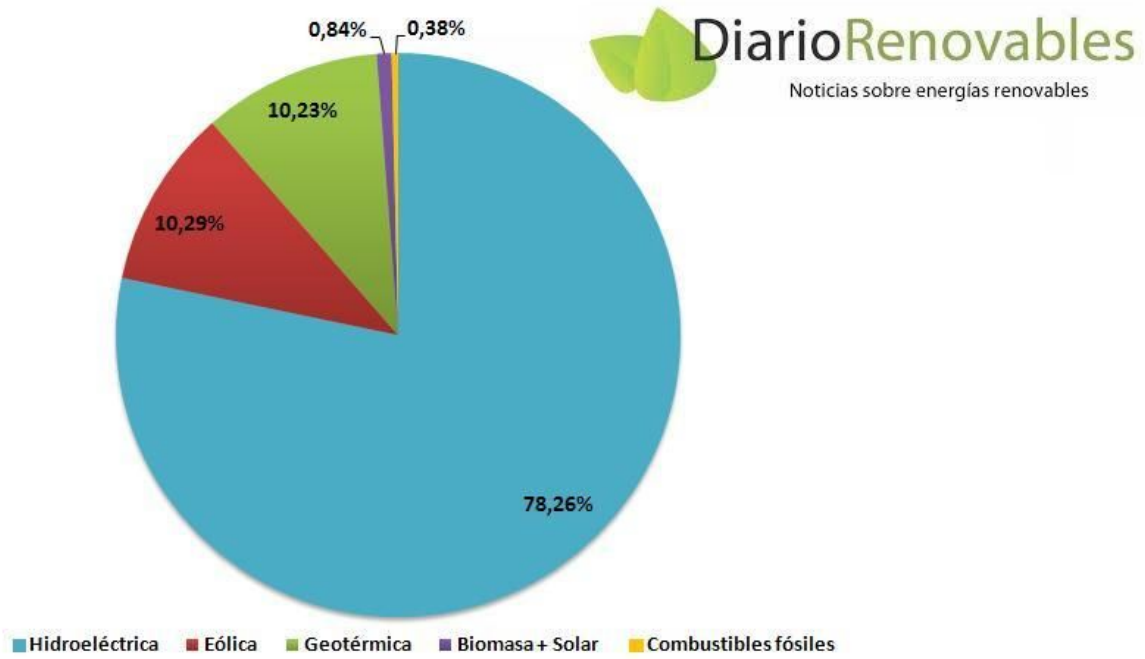
Annexes

Annexe 1.1 : Carte du réseau régional électrique SIEPAC

Source : Comisión regional de interconexión eléctrica

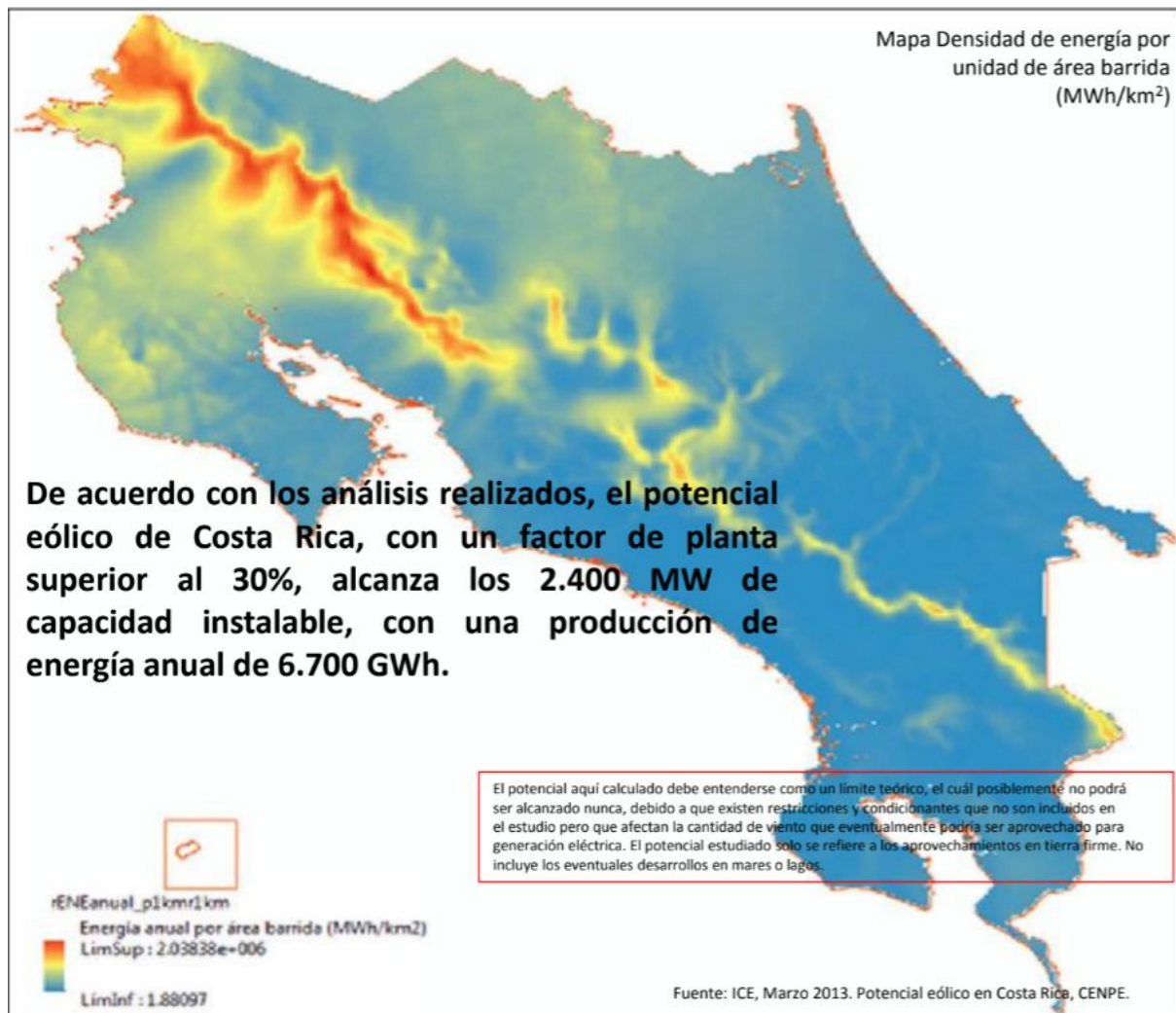


Annexe 2.1 : Mix énergétique du Costa Rica
Source : ICE 2017



Annexe 2.2 : Carte du potentiel éolien au Costa Rica.

Source: ICE 2013



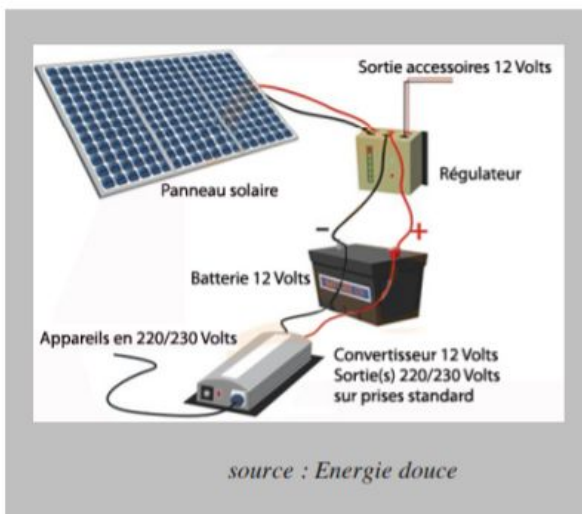
Annexe n° 2.3 : Explication du fonctionnement d'un système photovoltaïque

Source : *L'accès à l'énergie photovoltaïque dans les microprojets d'aide au développement. Pertinence, exigences et alternatives. Evaluation et capitalisation de microprojets. Décembre 2014.*

6.1.2 FICHE PRATIQUE 2 : LE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE



L'énergie solaire photovoltaïque désigne l'électricité produite par transformation d'une partie du rayonnement solaire grâce à des cellules photovoltaïques. On peut utiliser l'énergie ainsi produite en direct ou bien la stocker en vue d'un usage différé.



Un système solaire se compose de :

- Un module solaire : une surface vitrée composée de cellules solaires qui exposées au soleil génère un courant électrique continu, dont la tension est proportionnelle au nombre de cellules et à leur qualité. L'intensité dépend quant à elle de la surface des cellules et de leur qualité ainsi que du rayonnement solaire.
- Des câbles électriques : ils seront exposés au vent, aux pluies, au sable, il est donc nécessaire d'utiliser des câbles adaptés. Il est également important de veiller à la bonne section de câble en fonction de l'intensité.
- Une structure de montage : on conseille des structures en aluminium pour éviter la corrosion. Elles doivent être prévues pour résister aux conditions locales. Des systèmes antivols sont à prévoir.
- Un régulateur : il reçoit le courant généré par les modules et le transmet aux batteries tout en surveillant leur état de charge. Il coupe la charge quand les batteries sont assez chargées, il peut également contrôler le niveau de décharge pour éviter les décharges profondes. Les équipements sont connectés au régulateur. On peut ajouter un onduleur (convertisseur) pour transformer le courant continu en 220 volts alternatifs.
- Des batteries : elles permettent de stocker l'électricité. On utilise des batteries à décharge lente (appelées aussi batteries à plaques épaisses, stationnaires ou semi stationnaires), contrairement aux batteries de voiture qui doivent fournir une importante intensité sur une période courte.

Annexe 3.1 : Programme social “Ahorro por dos” de l’entreprise Purasol



Programa Ahorro por dos

El programa Ahorro por dos dirigido por la fundación Altener en colaboración con la empresa Purasol Vida Natural consiste de mejorar las condiciones de vida y económicas mediante el ahorro energético mediante la instalación de sistemas de paneles solares.

Objetivo de programa

Contribuir con el ahorro energético de familias, grupos y organizaciones, mediante un proceso participativo de los clientes de Purasol Vida Natural bajo los enfoques de equidad e inclusión social estableciendo las necesidades de cada proyecto, además de establecer corresponsabilidad de familias, empresas y diferentes actores sociales que puedan adquirir sistemas de paneles solares.

Población objetivo

Familias e individuos en condición de pobreza según perfil definido con prioridad en:

Hogares con Jefatura femenina.

Familias con personas con discapacidad.

Jefas de hogar con personas menores de edad.

Familias y personas adultas mayores.

Familias indígenas.

Familias con personas que presenten enfermedades terminales.

Organizaciones regidas por derecho público, tales como Instituciones Públicas, Municipalidades, Juntas de Educación, Ministerios y Organizaciones creadas por ley especial. Estas últimas que sean de derecho privado y que ejerzan una función pública o su actividad es de interés público, y que incluya dentro de sus prácticas el desarrollo y ejecución de programas y proyectos de carácter social, económico y productivo.

Organizaciones de Bienestar Social que llevan a cabo acciones de apoyo a personas en condición de pobreza, riesgo y vulnerabilidad social (adultos mayores, niños y niñas, adolescentes, discapacidad y adultos) que requieren de rehabilitación, cuidado y protección.

Método de trabajo

La adquisición de sistemas fotovoltaicos promueve el mejoramiento económico mediante el ahorro energético. Las empresas y personas que adquieran sistemas de paneles solares de más de 10 kWp con la empresa Purasol Vida Natural pueden realizar la donación mínima de 2 paneles solares a proyectos específicos de su elección. La donación de los paneles solares no tiene ningún costo adicional para los clientes directos de Purasol Vida Natural.

La elección de los proyectos se realizará por el cliente mediante fichas técnicas de cada proyecto, las cuales deben incluir el nombre del proyecto, tamaño del sistema, ubicación y una explicación de porqué el proyecto es tomado en cuenta.

La publicidad y coordinación de cada proyecto será canalizado por la fundación

Programa Ahorro por **dos**

Altener.

Annexe 3.2 : Calcul du besoin énergétique du lycée Shikabali

Carga AC	Cantidad	Pot. Unit (W)	Pot. Total (W)	Horas (h)	Demanda (W/h)
Bombillos LED	5	7	35	5	175
Video Proyector	1	348	348	2	696
Equipo de Audio	1	100	100	2	200
Computadoras	10	60	600	3	1800
Refrigerador	1	174	174	12	2088
	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0
Total			1257		4959
Precio llave en mano:			kWhpor mes		151.2495
\$14.973,87			kWhpor año		1814.994

Cálculo Banco de Baterías	
Tensión CC (V)	48
Eficiencia Inversor	95%
Corriente a entregar diario (Ah)	108.75
Días de Respaldo	2
Corriente con respaldo (A)	217.50
Límite de descarga	50%
Corriente a dimensionar banco	435.00
Corriente entregada por batería (Ah)	428
Juego de baterías en paralelo	2.0
Tensión de Baterías	6
Número de Baterías en serie	8
Total de Baterías	8

Dimensionamiento Arreglo	
Consumo anual (KWh)	4.959
Prod. Solargis (kWh)	11.5627777777778
P. a instalar (kWh)	3.84
Modulos 320W	12
Vmp	36.80
Imp	8.69
Voc	45.30
Isc	9.26
Módulos en serie	3.00
Cadenas en paralelo	4.00
Corriente sc arreglo	46.30

Annexe 3.3 : Évaluation du rendement photovoltaïque SolarGis



EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-21435-1906-2161
 Fecha: 03 de junio de 2019 15:51 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Limón, Costa Rica

Coordenadas: **09° 46' 16.48" N, 83° 21' 6.62" W**
 Elevación: 673 m
 Pendiente: 12°
 Orientación: 246° sudoeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1637 kWh/m²**
 Temperatura ambiente anual a 2 m: **19.8 °C**

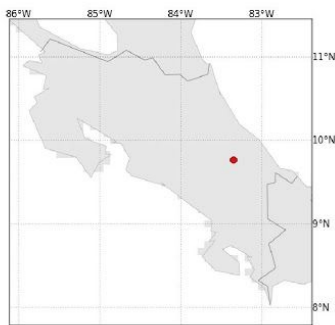
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **3.9 kWp**
 Tipo de módulos: silicio cristalino (c-Si)
 Estructura: **estructura fija, adosado a cubierta**
 Orient./Incl.: **221° (sudoeste) / 15°**
 Efic. (Euro) inversor: 97.5%
 Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
 Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **4916 kWh**
 Rendimiento medio: **74.7%**

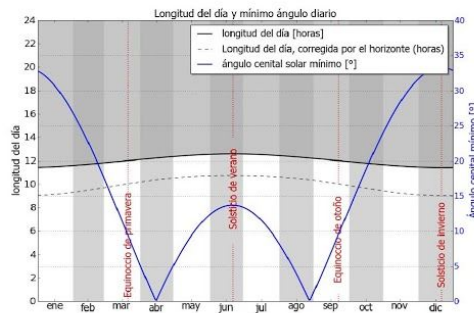
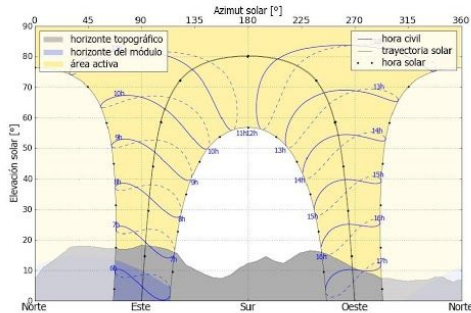
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=9.77124422268,-83.3518379497&z=19>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2019 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

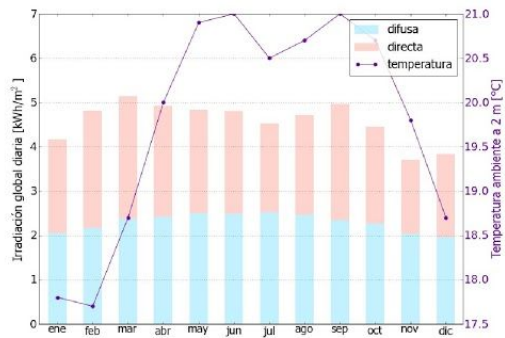
Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.



Sitio: Limón, Costa Rica, lat/lon: 9.7712°/-83.3518°
 sistema FV: 3.9 kWp, silicio cristalino, en cubierta, azim. 221° (sudeste), inclinación 15°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	129	4.16	2.05	17.8
feb	135	4.81	2.16	17.7
mar	160	5.15	2.37	18.7
abr	148	4.93	2.42	20.0
may	150	4.83	2.50	20.9
jun	144	4.79	2.49	21.0
jul	140	4.52	2.52	20.5
ago	146	4.72	2.46	20.7
sep	149	4.97	2.34	21.0
oct	138	4.45	2.27	20.7
nov	111	3.71	2.04	19.8
dic	119	3.84	1.96	18.7
año	1668	4.57	2.30	19.8



Medias anuales:

- Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
- Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
- Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
- T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 221° (sudeste), inclinación. 15°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	136	4.40	2.10	0.01	4.3
feb	139	4.97	2.20	0.01	3.1
mar	158	5.09	2.37	0.01	2.4
abr	140	4.68	2.36	0.01	2.3
may	138	4.46	2.40	0.01	2.3
jun	131	4.38	2.38	0.01	2.3
jul	130	4.20	2.42	0.01	2.5
ago	138	4.44	2.39	0.01	2.4
sep	144	4.81	2.31	0.01	2.5
oct	139	4.47	2.28	0.01	3.3
nov	116	3.86	2.07	0.01	4.2
dic	127	4.10	2.00	0.01	4.5
año	1637	4.48	2.27	0.01	3.0



Medias mensuales:

- Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
- Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
- Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
- Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

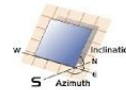
Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

	kWh/m ²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1668	99.9%
Con inclinación óptima (2°)	1670	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	1985	118.8%
Su opción	1637	98.0%

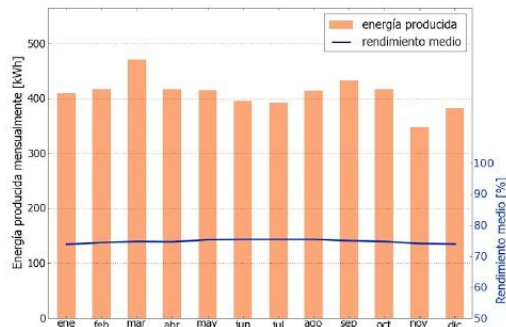


Sitio: Limón, Costa Rica, lat/lon: 9.7712°/-83.3518°
 sistema FV: 3.9 kWp, silicio cristalino, en cubierta, azim. 221° (sudeste), inclinación 15°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	105	3.39	410	8.3	73.8
feb	107	3.82	417	8.5	74.4
mar	121	3.89	471	9.6	74.7
abr	107	3.57	418	8.5	74.6
may	107	3.44	415	8.4	75.3
jun	101	3.38	396	8.0	75.4
jul	101	3.25	393	8.0	75.4
ago	106	3.43	415	8.4	75.4
sep	111	3.70	433	8.8	75.0
oct	107	3.45	417	8.5	74.7
nov	89	2.98	348	7.1	74.1
dic	98	3.17	383	7.8	73.9
año	1261	3.45	4916	100.0	74.7



Medias mensuales:

Es _m	Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]	E _{share}	Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
Es _d	Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]	PR	Rendimiento [%]
Et _m	Producción eléctrica mensual total [kWh]		

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1687	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1637	-50	-3.0	97.0	97.0
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1583	-54	-3.3	96.7	93.8
4. Conversión DC en los módulos	1403	-180	-11.3	88.6	83.2
5. Otras pérdidas DC	1326	-77	-5.5	94.5	78.6
6. Inversores (conversión DC/AC)	1293	-33	-2.5	97.5	76.6
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1273	-19	-1.5	98.5	75.5
8. Disponibilidad reducida	1261	-13	-1.0	99.0	74.7
Rendimiento total del sistema	1261	-426	-25.3	-	74.7

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

- Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
- Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
- Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
- Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
- Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
- Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
- Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
- El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.



Sitio: Limón, Costa Rica, lat/lon: 9.7712°/-83.3518°
sistema FV: 3.9 kWp, silicio cristalino, en cubierta, azim. 221° (sudeste), inclinación 15°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2019 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por Purasol Vida Natural, 300 metros Oeste de la Escuela Moises Coto, 30303, Dulce Nombre, Tres Rios, Costa Rica, <http://www.purasol.co.cr>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

Annexe n°3.4 : Facture Purasol



Purasol

Dirección de facturación y envío:

Fundación ALTENER

fundacion.altener@gmail.com

Orden de Entrega: Sistema Fotovoltaico Completo afuera del red

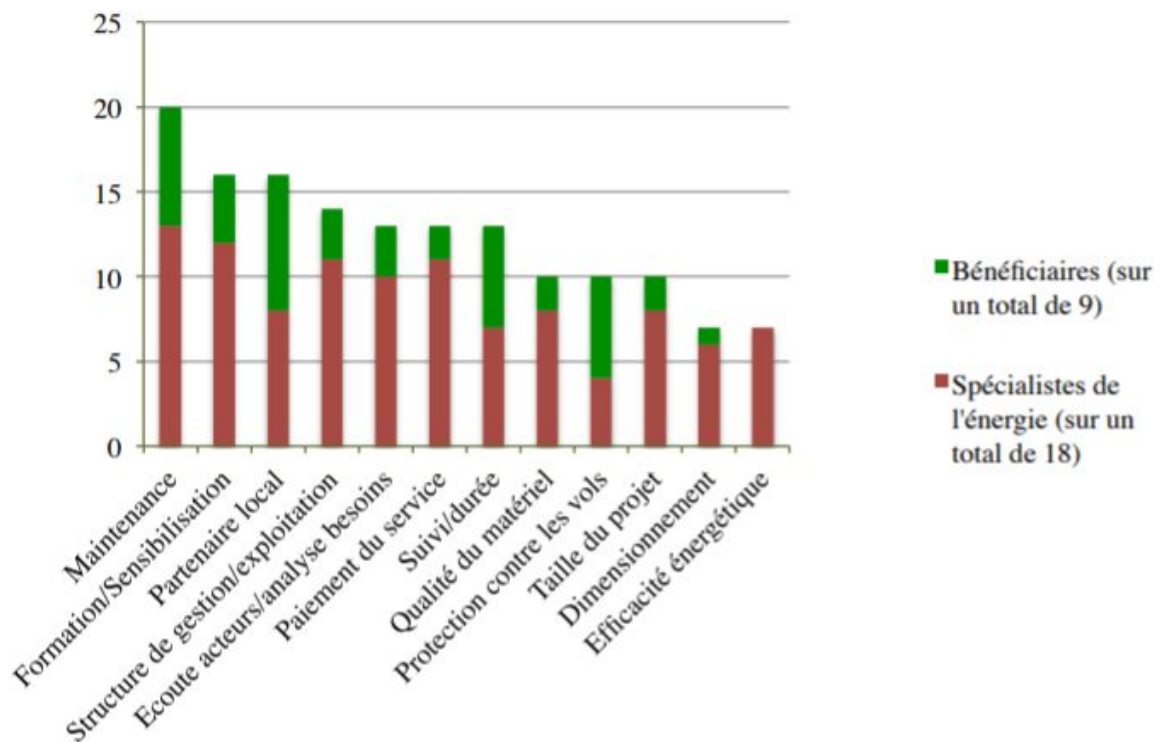
Fecha de cotización: 2019-24-05 13:31 Vendedor: Joel Alpizar Purasol 1 / 1

Descripción	Cantidad	Costo unitario	Precio
Panel solar policristalino 325W - Canadian solar - CS6u-325	12	245	2940
Controlador de carga MPPT. 150VDC para banco de baterías desde 12 hasta 48V. 85A. sin pantalla. con entrada MC4 - Victron - BlueSolar MPPT - SCC010085300	1	826.36	826.36
Inversor/cargador. 24VDC. 3000W. 70A. 120VAC. 60Hz -Victron - MultiPlus - PMP243021102	1	1567.45	1567.45
Bateria - Rolls Surette - modelo S 550 - potencia 428 A	8	595	4760
Cables, estructura para los paneles	-	-	2000
Mano de obra	-	-	2000
Visita técnica de mantenimiento	5	300	1500
Total			\$15593.81



Annexe 3.5 : Facteurs de pérennité d'un projet photovoltaïque

Source : agence de micro projets



Annexe 3.6 : Lettre d'acceptation de prise en charge du projet par ALTENER et coût de la prestation



22/05/2019

Adjunto : Proyecto liceo rural Shikabali

Estimado señor Devillers,

Con respecto a nuestra cita del 10/05/2019, queríamos informarte que después de presentar el proyecto a la directora, la Sra. Arine De Bordes, estamos de acuerdo en trabajar con ustedes en este proyecto.

Como hemos estipulado, ALTENER se compromete a contribuir con 2.000 dólares a la financiación del proyecto a través de nuestro fondo para proyectos educativos. Sin embargo, tenemos que facturar el servicio prestado por nuestro jefe de proyecto para cubrir los gastos incurridos. Calculamos la carga de trabajo en unas 80 horas para la recaudación de fondos, el lanzamiento del proyecto y la organización del taller de sensibilización. Estas horas de trabajo se cobrarán a \$7.8 por un total de \$624.

Esperamos que sigas interesado en trabajar con nosotros, te invitamos a que te pongas en contacto con nosotros de nuevo para que podamos presentarte las posibilidades de financiación que hemos pensado para este proyecto.

Atentos saludos.

Roxana Serban

Directora Financiera ALTENER

Annexe 3.7 : Lettre d'acceptation de la prise en charge d'une partie des coûts par Purasol



Carta de confirmación de aceptación del proyecto Shikabali :

Mediante este documento y el presupuesto enviado, Purasol se compromete a trabajar en colaboración con la Fundación ALTENER en el proyecto de instalación de un sistema solar fuera de la red en beneficio del Liceo Rural Shikabali.

Como parte de nuestra asociación con ALTENER y nuestro programa social "Ahorro por dos", Purasol se compromete a proporcionar los 12 paneles solares necesarios para el proyecto. Además, Purasol excepcionalmente se compromete a no facturar la mano de obra relacionada con la instalación del proyecto, debido a su naturaleza social.

En total, esto representa una inversión total de \$4,940 por parte de Purasol. El resto de los costes no son asumidos por la empresa, y el trabajo se iniciará una vez que se pague la totalidad del presupuesto.

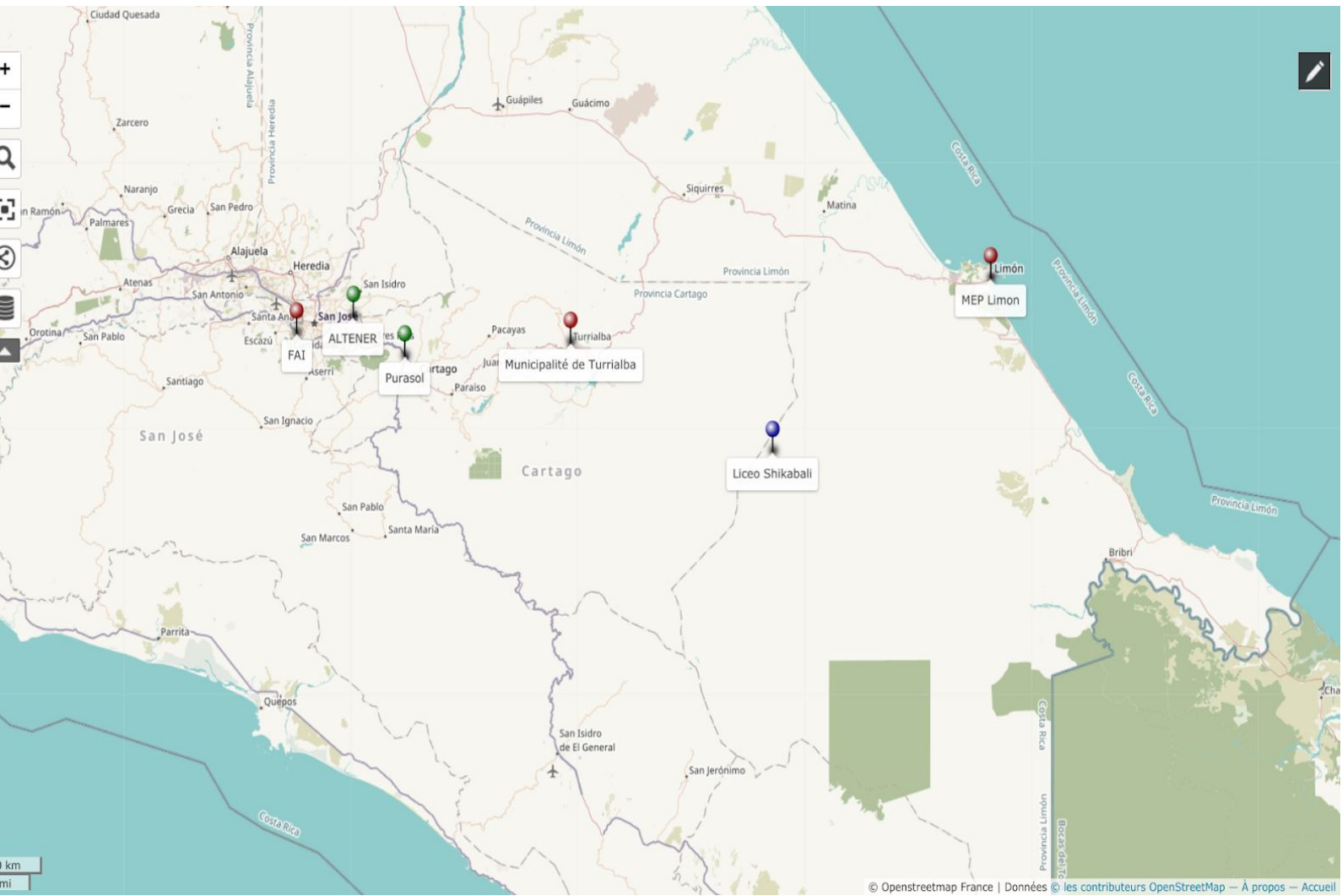
Hecho el : 30.05.2019



*Purasol Vida Natural S.R.L & Purasol Panamá S.A.
Cartago, Costa Rica / Panamá, Panamá
00(506) 4001-8630 | www.purasol.co.cr | info@purasol.co.cr*



Annexe 3.8 : Cartographie des acteurs partenaires du projet



Annexe 3.9 : Cadre logique du projet

	Description du projet	Indicateurs	Sources de vérification	Hypothèses
Objectifs généraux	<ul style="list-style-type: none"> - Améliorer l'accès à l'électricité en territoires indigènes - Améliorer le taux d'électrification des centres éducatifs ruraux - Sensibiliser aux enjeux climatiques et environnementaux 			
Objectif spécifique	Réaliser une installation solaire photovoltaïque de 12 panneaux de 325W (avec batteries, régulateur de charge et onduleur) sur le toit du lycée rural Shikabali au Costa Rica et sensibiliser les bénéficiaires aux problématiques environnementales.	Le lycée est électrifié et les élèves sont sensibilisés.	Logiciel regroupant les données de production du système solaire	L'association parvient à récolter les fonds nécessaires
Résultats	<p>R1 - L'événement est organisé et une date est prévue.</p> <p>R2 - La coordination des deux acteurs est assurée et le suivi du projet est planifié.</p> <p>R3 - Le lycée Shikabali bénéficie d'un approvisionnement électrique. Cet approvisionnement permet l'utilisation de 15 ordinateurs, un réfrigérateur pour assurer les repas, l'illumination de 5 lampes le soir, ainsi que l'utilisation d'un équipement audio pour les cours d'éducation civique et d'un vidéoprojecteur.</p> <p>R4 - Le responsable du système solaire est formé à la bonne utilisation et à l'entretien de ce dernier. La durabilité du système solaire est assurée.</p> <p>R5 - Les élèves du lycée Shikabali sont sensibilisés aux enjeux environnementaux et climatiques.</p>	<p>I1 - Les solutions proposées pour l'organisation de l'événement sont pertinentes.</p> <p>I2 - Les deux acteurs sont présents.</p> <p>I3 - L'installation photovoltaïque produit une quantité d'électricité suffisante.</p> <p>I4 - Le directeur du lycée Shikabali participe à la formation.</p> <p>I5 - Le nombre d'élèves présents lors de cette journée de sensibilisation dépasse 75 % du total d'inscrits.</p>	<p>S1 - Compte rendu de réunion, programme de l'événement.</p> <p>S2 - Compte rendu de réunion, planification du suivi du projet.</p> <p>S3 - Le logiciel intégré au système solaire transmet en temps réel les données relatives à la production.</p> <p>S4 - Document certifiant que le responsable du système solaire est formé à son utilisation et à son entretien.</p> <p>S5 - Liste de présence.</p>	
Activités	<p>A1 - Réunion ALTENER / directeur du lycée Shikabali</p> <p>A2 - Réunion ALTENER / Purasol</p> <p>A3 - Installation du système solaire</p> <p>A4 - Formation à l'utilisation et à l'entretien</p>			<p>H1 - La mairie de la ville de Turrialba accepte que le lycée réalise un événement dans le parc de la ville</p> <p>H2 - Les solutions</p>

	A5 - Sensibilisation aux enjeux climatiques et environnementaux			proposées quant au suivi du projet sont cohérentes et pertinentes. H3 - Les conditions météorologiques permettent de réaliser l'installation dans les temps. H4 - Le directeur du lycée Shikabali accepte d'être responsable de l'installation solaire et d'être formé à son utilisation et entretien. H5 : Les élèves du lycée participent à la journée de sensibilisation.
--	---	--	--	---



Déclaration sur l'honneur de non-plagiat

Je soussigné,

DEVILLERS Eliott :

Régulièrement inscrit à l'Université de Toulouse – Jean Jaurès - Campus du Mirail

N° étudiant : 21 70 36 17

Année universitaire : 2018-2019

Certifie que le document joint à la présente déclaration est un travail original, que je n'ai ni recopié ni utilisé des idées ou des formulations tirées d'un ouvrage, article ou mémoire, en version imprimée ou électronique, sans mentionner précisément leur origine et que les citations intégrales sont signalées entre guillemets.

Conformément à la charte des examens de l'Université de Toulouse – Jean Jaurès Campus du Mirail, le non-respect de ces dispositions me rend passible de poursuites devant la commission disciplinaire.

Fait à : Toulouse

Le : 05 juillet 2019

Signature :